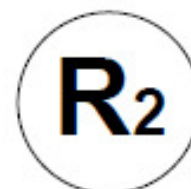


<b>Auftraggeber</b>		<b>Committente</b>
Gemeinde Bozen Amt für CO <sub>2</sub> -Plan, Energie und Geologie		Comune di Bolzano Ufficio Piano CO <sub>2</sub> Energia e Geologia

**Altlast Sigmundskron**  
**"ALTE DEPONIE"**  
**SANIERUNG mit ATLASTSICHERUNG**  
**Vor- und Einreichprojekt**  
*(im Sinne des B.L.A. 1072/05)*

**Discarica di Castelfirmiano**  
**"VECCHIA DISCARICA"**  
**BONIFICA con MESSA IN SICUREZZA**  
**Progetto preliminare e definitivo**  
*(ai sensi della D.G.P. 1072/05)*



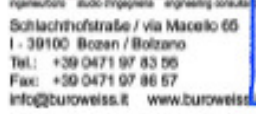
**BERICHT ZUM**  
**ENDGÜLTIGEN SANIERUNGSKONZEPT**  
**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**  
**MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO**



**Datum / Data**  
Mai 2015  
Maggio 2015

**Auftraggeber / Committente**

**Projekt - progetto**  
**Dr. Geol. Mauro Platter**

06/04 Pr. Nr.		<b>Consulenza ambientale:</b> <b>Dr. Geol. Lorenzo Cadrobbi</b>	<b>Consulenza ingegneristica:</b> <b>Dr. Ing. Martin Weiss</b>
N.B. akt. / agg.	<b>Geologia e Ambiente</b>		
L.C. bearb. / elab.	Bolzano - Via Reichenberg 18 - Tel. 0471 / 202125		
M.P. gepr. / visto	Dr. Michele Hochleitner Dr. Lorenzo Cadrobbi	Schleichhofstraße / via Macello 65 I - 39100 Bolzano / Bolzano Tel.: +39 0471 97 83 55 Fax: +39 0471 97 86 57 info@buroweiss.it www.buroweiss.it	<b>Dr. Ing. MARTIN WEISS</b> Nr. 514 <b>INGENIEURKAMMER</b> <b>DER PROVINZ BOZEN</b>
gen. / appr.			

P:0604-Sigmundskron - Alte Deponie/Teil1/17 - EPCopertina\_2015-05.doc

# **Deponie Sigmundskron**

## **“ALTE DEPONIE”**

**Bonifizierung und Sicherstellung**

**VOR- UND EINREICHEPROJEKT**

*i.S. des DLH 1072/05*

**BESCHREIBENDER BERICHT - R2**  
**- Endgültiges Konzept -**

## INHALTSVERZEICHNIS

### TOC

<b>1.</b>	<b>GEGENSTAND UND EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>DER EINSCHLÄGIGE RECHTSRAHMEN</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>CHARAKTERISIERUNG DES GELÄNDES</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Betroffene Parzellen und gegenwärtige Eigentumsverhältnisse</i></b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Schätzung des Volumens der gelagerten Abfälle</i></b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Kurzer zeitlicher Überblick über die Geschichte des schadstoffbelasteten Areals der "Alten Deponie Sigmundskron" - Tafel</i></b>	<b>02</b>
<b>4.</b>	<b>ENDGÜLTIGE CHARAKTERISIERUNG DES GELÄNDES</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Zusammenfassung der Ergebnisse der Erhebungen 2006-2007</i></b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Zusammenfassung der Ergebnisse der ergänzenden Erhebungen 2014</i></b>	<b>16</b>
<b>4.2.1</b>	<b><u><i>Untersuchung Soil Gas Survey (Sea AG)</i></u></b>	<b><u>17</u></b>
<b>4.2.2</b>	<b><u><i>Bodentechnische Erhebungen (GG Service KG)</i></u></b>	<b><u>18</u></b>
<b>4.2.3</b>	<b><u><i>Ausgrabungen und Bohrungen, umwelttechnische Erhebungen</i></u></b>	<b><u>19</u></b>
<b>5.</b>	<b>ENDGÜLTIGES KONZEPT</b>	<b>22</b>
<b>5.1</b>	<b>Geologisches und geomorphologisches Modell</b>	<b>23</b>

5.1.1	<i>Porphyrrücken von Schloss Sigmundskron</i>	23
5.1.2	<i>Geomechanische Charakterisierung</i>	26
<u>5.1.3</u>	<u><i>Fluvioglaziale Hügel bei Girlan</i></u>	<u>27</u>
5.1.4	<i>Anschwemmungsablagerungen auf der Talsohle</i>	27
<b>5.2</b>	<b><i>Hydrogeologisches und lithostratigraphisches Modell</i></b>	<b>28</b>
5.2.1	<i>Allgemeines hydrogeologisches Schema der Talsohle</i>	28
<u>5.2.2</u>	<u><i>Lithostratigraphisches hydrogeologisches Modell der Frangarter Zone</i></u>	<u>29</u>
<u>5.2.3</u>	<u><i>Hydrodynamische Eigenschaften des Grundwasserleiters an der Oberfläche der Talsohle</i></u>	<u>30</u>
<b>5.3</b>	<b><i>Allgemeine Eigenschaften und hydrochemische Fazies des Grundwassers</i></b>	<b>33</b>
<u>5.3.1</u>	<u><i>Ökologischer Zustand der Wasserressource im Jahr 2014 - Frangarter Grundwasser</i></u>	<u>34</u>
<b>5.4</b>	<b><i>Lokales hydrogeologisches Modell - Alte Deponie</i></b>	<b>42</b>
<b>5.5</b>	<b>ENDGÜLTIGES KONZEPT</b>	<b>46</b>
<b>5.6</b>	<b><i>Quantitative Bemerkungen zur Sickerwasseraufnahme/-entsorgung</i></b>	<b>51</b>
<b>6.</b>	<b>VERFAHREN ZUR EINSCHÄTZUNG DES GESUNDHEIT- UND UMWELTRISIKOS</b>	<b>54</b>
<b>7.</b>	<b>VORANMERKUNGEN FÜR DIE PROJEKTIERUNG</b>	<b>56</b>

**7.1**      **Territoriale**                      **Einordnung**                      **des**                      **Standortes**  
**56**

**7.2**      **Bereits**                      **bewertete**                      **Bonifizierungs-/Sicherstellungsvorschläge**  
**57**

7.2.1 Zusammenfassung der evaluierten Eingriffshypothesen  
57

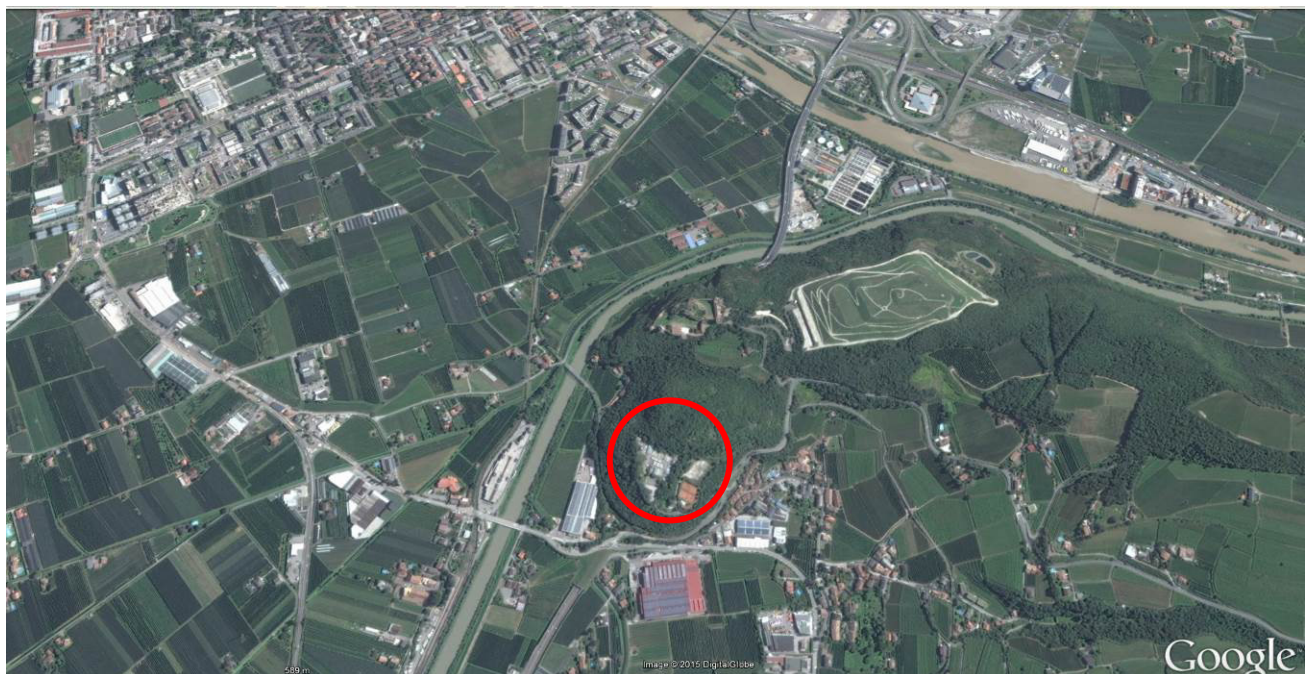
7.2.2 Fazit und damalige Vorentscheidung  
58

**7.3**      **Begründung**                      **der**                      **endgültigen**                      **Projektauswahl**  
**58**

## 1. GEGENSTAND UND EINLEITUNG

Gegenstand des vorliegende Vor- und Einreichprojektes ist die umwelttechnische Bonifizierung mittels dauerhafter Sicherstellung des schadstoffbelasteten Geländes der "Alten Deponie" bei Sigmundskron in der Gemeinde Bozen, die im Einklang mit Art. 6 des DLH 1072/05 i.g.F. ausgearbeitet wurde. Der genannte Artikel betrifft die "Dauerhafte Sicherstellung und Wiederherstellung" und sieht Folgendes vor: *"Wenn die verunreinigende Quelle aus endgelagerten Abfällen besteht und das Vorprojekt laut Artikel 11 beweist, dass trotz Anwendung der bestmöglichen Technologien bei erträglichen Kosten gemäß der Prinzipien der Europäischen Bestimmungen es nicht möglich ist, die Abfälle zu entfernen, kann die Landesagentur Maßnahmen zur dauerhaften Sicherstellung und Wiederherstellung ermächtigen."*

Das Areal der alten Deponie (ca. 42.000 m<sup>2</sup>) beginnt 400 m nordöstlich von Schloss Sigmundskron oberhalb des Lagers der Firma Oberrauch und des Frangarter Radwegs. Es erstreckt sich über 3,2 ha bis zu einer Höchstquote von 286 m ü.d.M. (Abbildung 1).



**Abbildung 1 – Standort des Areals**

In den Jahren, in denen die Deponie in Betrieb war - d.h. von den '50er Jahren bis 1963 - wurden mehr als 330.000 m<sup>3</sup> Mischabfälle, Industrieabfälle, Abbruchmaterial und Aushubmaterial abgelagert.



Die Vorarbeiten zur Charakterisierung des Geländes begannen in den Jahren 2006-2007 <sup>(1,2)</sup> von Seiten der Firmen "Geologia e Ambiente s.a." und "H&T Planungsbüro"; die Gemeinde Bozen erarbeitete dazu auch einen eigenen spezifischen Bericht <sup>(3)</sup>. Für jedwede weitere Information in Bezug auf die Charakterisierung des Geländes wird auf die nachfolgenden Berichte verwiesen:

Im genannten Zeitraum bestand jedoch auf einem Großteil der oberen ebenen Fläche, die früher vom "Zigeunerlager" besetzt war, nicht die Möglichkeit, ergänzende Untersuchungen durchzuführen.

Erst 2013, als das Gelände von den sich dort befindenden Strukturen und deren EinwohnerInnen befreit wurde, konnten die vorgesehenen ergänzenden Untersuchungen, die für die Projektierung notwendig waren, durchgeführt werden.

Ausgehend von den neuen Erkenntnissen, die aus den 2014 abgeschlossenen ergänzenden Untersuchungen hervorgegangen waren, und angesichts der Dringlichkeit, das Einreicheprojekt für die Bonifizierung und Sicherstellung des Areals fertig zu stellen, wurde in einer Reihe von Sitzungen mit den Auftraggebern, den Projektanten und der Umweltagentur BZ beschlossen, im Einklang mit dem DLH 1072/05 das Vor- und das Einreicheprojekt zusammenzulegen, um so bald wie möglich eine angemessene Lösung unter den Gesichtspunkten des Schutzes der Umwelt und der öffentlichen Gesundheit vorlegen zu können.

Die Zusammenlegung der Projektphasen erfolgte im Einklang mit dem Art.11 Absatz 1 des o.g. DLH, da bereits im Vorfeld unter drei verschiedenen Alternativen die anzuwendende Endlösung ausgewählt worden war (s. Vorgabe des Bozner Stadtrates vom 11.06.2013 und nachfolgende Detailentscheidung I. Protokoll der Koordinierungssitzung vom 08.09.2014).

Ausgehend von den durchgeführten Erhebungen und Analysen wurde das Einreicheprojekt ausgearbeitet, das sich auf spezifischen technischen, morphologischen, umwelttechnischen und wirtschaftlichen Elementen stützt, die ausführlich im technischen Projektbericht angeführt sind, dessen Hauptinhalte folgendermaßen zusammengefasst werden können:

- Verwirklichung eines angemessenen Kaptationssystems zum Abfangen der Wasserzuläufe von der Bergseite (Ostseite) durch folgende zwei Eingriffe:
  - geeigneter Eingriff auf der Bergseite (Rinnkanal) zur Kaptation des Oberflächenwassers, das vom Hang auf der Ostseite des höheren Teils der Deponie stammt;
  - in die Tiefe reichende Bauten zur Sammlung des zirkulierenden Wassers innerhalb der zwei Wasserscheidesysteme, die sich in der Felsmasse befinden.

---

1 H&T Planungsbüro, Geologia e Ambiente S.A (2006): "Discarica di Castelfirmiano – "VECCHIA DISCARICA"- Piano di Caratterizzazione del sito - 1° parte" – Comm: Comune di Bolzano – Ufficio Tutela Ambiente.

2 H&T Planungsbüro, Geologia e Ambiente S.A (2007): "Discarica di Castelfirmiano – "VECCHIA DISCARICA"- Piano di Caratterizzazione del sito - 2° parte" – Comm: Comune di Bolzano – Ufficio Tutela Ambiente.

3 Stadtgemeinde Bozen (2007): "Discarica di Castelfirmiano – "VECCHIA DISCARICA"-Integrazione al Piano di Caratterizzazione del sito": Stadtgemeinde Bozen - Abteilung für Raumplanung und -entwicklung - Amt für Umweltschutz

- Morphologische Remodellierung des gesamten Geländes der ehemaligen Deponie mit Ansammlung der Abfälle innerhalb des Geländes und nachfolgender Einschließung an den Geländegrenzen.
- Einkapselung der Abfallmasse mit wasserundurchlässiger Mehrschichtumdeckung (Verwirklichung eines wasserdichten Cappings bis zur Grenze der Deponie hin zum Radweg, mit Anpassung an den Abfallverlauf auf den Hängen).
- Verwirklichung eines Kanalnetzes zur Sammlung und Regulierung des Oberflächenwassers und eventueller Sickerwasserreste längs des externen Umfangs.
- Renaturierung und/oder Wiedergewinnung der bonifizierten Oberfläche mittels Begrünungs- und Bepflanzungsmaßnahmen sowie durch Wiederherstellung der Sportanlagen und anderer bestehender Anlagen.

Die Vorprojektierung wurde direkt von der Planungsgruppe Geologia e Ambiente & Büroweiss vorgenommen, während das Einreichprojekt von Dr. Geol. Mauro Platter der Gemeinde Bozen mit der Umweltberatung der Firma Geologia e Ambiente KG und der ingenieurtechnischen/anlagetechnischen Beratung der Firma Büro Weiss ausgearbeitet wurde.



## 2. DER EINSCHLÄGIGE RECHTSRAHMEN

Nachfolgend werden die wichtigsten einschlägigen Gesetzesquellen im Bereich Umwelt aufgelistet:

Auf NATIONALEBENE sind folgende Gesetze in Kraft:

- für die Bonifizierung von schadstoffbelasteten Geländen gilt das fünfte Kapitel Teil 4 des Einheitstextes zum Thema Umwelt, d.h. das gvD 152/06 i.g.F.

*"Die schadstoffbelasteten Gelände müssen bonifiziert oder sichergestellt werden, und zwar mittels eines genau festgelegten Verfahrens, das sich aus verschiedenen Untersuchungs- und Eingriffsphasen zusammensetzt (Charakterisierung des Geländes, Vorprojekt, Einreichprojekt, Durchführungsprojekt, Durchführung der Arbeiten)."*

- für die Projektierung von Deponien gilt das gvD Nr. 36 vom 13. Januar 2003 - Umsetzung der Richtlinie 1999/31/RG betreffend die Mülldeponien.

*"Die aufgelassenen Deponien müssen über ein System zur Versiegelung der Oberfläche verfügen. Falls eine nachfolgende Benutzung des Areals vorgesehen ist, kann die Standardabdeckung mit einer mit der entsprechenden Benutzung kompatiblen Schicht ersetzt werden, die jedoch dieselbe Abdichtungswirksamkeit des Versiegelungssystems aufweisen muss."*

**Hinweis: Besagtes gvD 36/03 stellt zwar einen technischen Bezugspunkt dar, doch ist es im Falle der Bonifizierung von erschöpften Deponien nicht streng verbindlich.**

Einschlägige Vorgaben auf LANDESEBENE:

> für die Bonifizierung von schadstoffbelasteten Geländen:

- Beschluss Nr. 1072 vom 4. April 2005 - Bestimmungen über Bodensanierung und Wiederherstellung von verunreinigten Flächen (abgeändert mit Beschluss Nr. 2929 vom 11.08.2006, Beschluss Nr. 3243 vom 08.09.2008, Beschluss Nr. 781 vom 29.05.2012 und Beschluss Nr. 656 vom 03.06.2014)
- LG Nr. 4 vom 26. Mai 2006) - *Abfallbewirtschaftung und Bodenschutz*

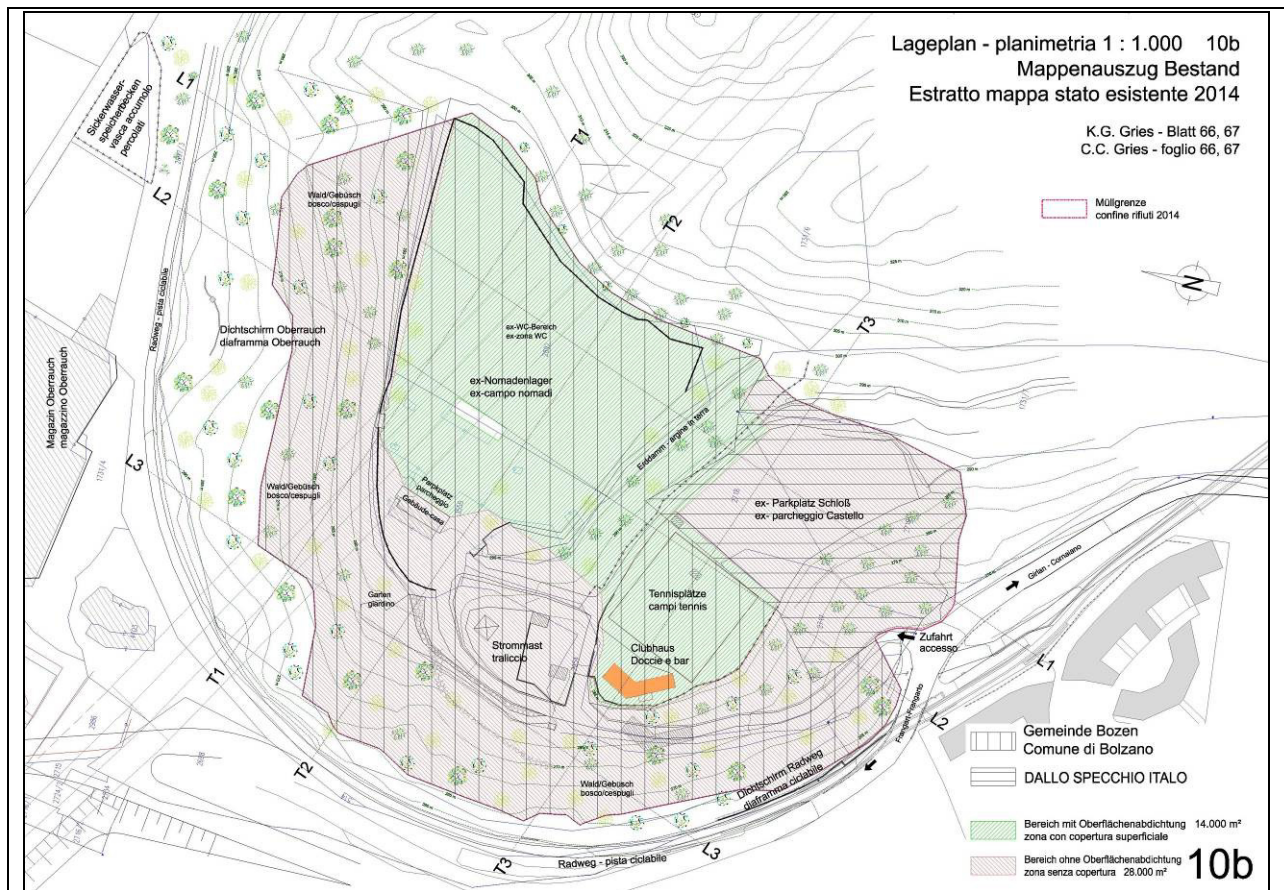
Vorgaben in Bezug auf den Bau und die Führung von Deponien:

- DLH Nr. 45 vom 26. September 2005 - Technische Vorschriften für die Deponien
- DLH Nr. 17 vom Mittwoch, 1. April 2009 - -  
Technische Vorschriften für die Deponien
- DLH Nr. 30 vom 28. Juni 1977) -  
Durchführungsverordnung des Landesgesetzes Nr. 61 vom 6. September 1973: Bestimmungen zum Schutze der Gewässer vor Verschmutzung und zur Regelung der Abwasserbeseitigung.

### 3. CHARAKTERISIERUNG DES GELÄNDES

Die "Alte Deponie" ist schräg kegelstumpfförmig und haftet an einem felsigen Vorgebirge. Sie weist zwei Ebenen (Terrassen) an der Spitze und steile Hänge an zwei Seiten auf.

Auf der oberen Terrasse befand sich die ehemalige Nomadensiedlung, während auf der unteren private Tennisplätze mit einer Bar und einem anliegenden Parkplatz (Eigentum "Dallo Specchio") angesiedelt waren. Die gelagerten Abfälle reichen bis gleich vor dem Radweg, der durch den unteren Teil des Vorgebirges verläuft.



**Abbildung 2 - Detaillierte Charakterisierung des Geländes - Gegenwärtiger Zustand**

Die gegenwärtigen Hänge weisen eine Neigung bis 1:1,3 (38°-40°) auf. Der Hang mit der stärksten Neigung befindet sich an der Nordseite hin zum Magazin Oberrauch. Die Hänge sind dicht mit mittel- bis hochstämmigen Pflanzen bewachsen. **An einigen Punkten ist die Stabilität prekär.**

Die ebene Fläche - die 1990 versiegelt wurde - beschränkt sich auf zwei Terrassen von insgesamt ca. 1,3 ha. Da die Vegetation damals keine Schäden aufwies und die damals geltenden Gesetze keine Gesamtversiegelung vorschrieben, wurde der restliche Teil zu jener Zeit nicht abgedichtet.

### Obere Terrasse - Die Grundstücke sind Eigentum der Gemeinde Bozen

Bis 2013 befand sich auf der ebenen Fläche eine Nomadensiedlung mit ca. 30 kleinen Häusern und entsprechender Zubehör und Infrastrukturen. Nach dem Brand im Jahr 2004 wurden die zerstörten Häuschen nicht mehr wieder aufgebaut.

### Untere Terrasse - Die Grundstücke sind Eigentum der Gemeinde Bozen

Im westlichen Bereich ist noch der private Tennisplatz mit den entsprechenden Aufnahmestrukturen in Betrieb, während sich im östlichen Bereich der Parkplatz (Eigentum "Dallo Specchio") befindet.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Projektierung der Arbeiten zur Sicherstellung der ebenen Bereiche der gemeindeeigenen Grundstücke Ende der Achziger Jahre erfolgte (Ing. M. Weiss) und die Durchführung im Dezember 1990 abgeschlossen wurde. Aus offensichtlichen Zuständigkeitsgründen betraf der Eingriff nicht auch das Eigentum "Dallo Specchio".

Es ist zudem von Nutzen auf den Inhalt der Tafeln 02a-02b-02c der Anlage A2.1 - *Cronistoria ortofotografica (Ist. Geografico Militare)* zu verweisen, aus dem hervorgeht (insbesondere wenn man die Abbildungen betreffend die Jahre 1973, 1982 und 1986 vergleicht), dass der gemeindeeigene Bereich Gegenstand einer Oberflächengestaltung war, während auf der Privatfläche "Dallo Specchio" bis Mitte der Achziger Jahre ständig Material/Abfall abgelagert wurde.

### **3.1 Betroffene Parzellen und gegenwärtige Eigentumsverhältnisse**

<b>Projekt:</b>	<b>Altlast Sigmundskron "ALTE DEPONIE"</b>	
	Gemeinde Bozen	
<b>Progetto:</b>	<b>Discarica di Castelfirmiano "VECCHIA DISCARICA"</b>	
	Comune di Bolzano	
<b>Katastalgemeinde:</b>	<b>Gries</b>	
<b>Comune catastale:</b>	<b>Gries</b>	
<b>Parz.Nr.</b>	<b>Einlagezahl</b>	<b>Besitzer</b>
<b>parc.no.</b>	<b>part. cat.</b>	<b>proprietario</b>
1731/2	206/II	COMUNE DI BOLZANO
2892		
.3555		
2717	850/II	DALLO SPECCHIO ITALO, nato il 07/03/1926
2718		
2719		
1731/7		
2697/3	3861/II	GEMEINDE BOZEN-ÖFFENTLICHES GUT-GÄRTEN COMUNE DI BOLZANO-BENE PUBBLICO-PARCHI E GIARDINI

### 3.2 Schätzung des Volumens der gelagerten Abfälle

Sezione	superficie	superficie media	distanza tra sezioni	volume	
		m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>	
	0,00				
		823,45	42,00	34.584,90	
L1	1.646,90				
		1.803,15	35,00	63.110,08	
L2	1.959,39				
		1.963,24	80,50	158.040,42	
L3	1.967,08				
		983,54	70,00	68.847,80	
	0,00				
				324.583,19	
	0,00				
		861,81	33,00	28.439,73	
T1	1.723,62				
		2.457,29	56,67	139.254,62	
T2	3.190,96				
		2.445,56	59,15	144.654,58	
T3	1.700,15				
		850,08	31,00	26.352,33	
	0,00				
				338.701,26	
		Volume rifiuti ca.		332.000,00	m <sup>3</sup>

### 3.3 Kurzer zeitlicher Überblick über die Geschichte des schadstoffbelasteten Areals der "Alten Deponie Sigmundskron" - Tafel 02

#### '50er Jahre - Beginn der Deponiekultur

In der Nachkriegszeit wurde die Deponie eingerichtet, um die Trümmer der in Bozen bombardierten Gebäude und die Industrieabfälle der Industriezone Bozen Süd abzulagern.

#### '60er Jahre - Ende der Deponiekultur

In den 60er Jahren (es war bereits mehr oder weniger der heutige Auffüllungsgrad erreicht worden) wurde die Müllablagerungstätigkeit unterbrochen und an der "Neuen Deponie" fortgeführt.

#### Jahr 1982 - Beginn der Kontrolle des aufkommendes Sickerwassers

Verwirklichung von die Fläche umgebenden Dränen für das Aufkommen von Sickerwasser am Fuße der Deponie, längs der Trasse der ehem. Eisenbahn nach Eppan, sowie eines Sammelkanals für

Schmutzwasser mit einem 500m<sup>3</sup>-Speicherbecken hinter dem Magazin Oberrauch und eines Sammelkanals für Regenwasser mit Abfluss in die Etsch.

### **Jahr 1989 - Abdichtung der Oberfläche**

Endabdeckung mit Abdichtung der oberen Schicht. Verwirklichung von umgebenden Dränen für das Sickerwasser; Sammlung und Weiterleitung des Sickerwassers zum Speicherbecken "Oberrauch". Diese Arbeiten haben zu einer beträchtlichen Reduzierung des Sickerwassers und zu einer regelmäßigen Entsorgung eines Großteils davon geführt.

### **Jahr 1993 - Bau des MeBo-Tunnels**

Bau des Felstunnels für die Schnellstraße MeBo 15 m unterhalb des Deponiebodens mit Verwirklichung von Sammelvorrichtungen für "streunendes" Sickerwasser. Sickerwassersammelsystem mit Anschluss an das Eppaner Kanalisationsnetz. (Das Aufkommen von Sickerwasser hat sich erschöpft.)

### **Jahre 1004/1995 - Wohnzone Spitaler**

Sammlung und Entsorgung von "streunendem" Sickerwasser im südlichen Teil des Nordwesthanges (Erweiterung Wohnzone Spitaler) - Schaffung von Barrieren für die Sammlung von Sickerwasser auf verschiedenen Ebenen während der Verwirklichung der Infrastrukturen für die Wohnzone Spitaler in Frangart. Die durchgeführten Arbeiten gewährleisteten die Sammlung und Entsorgung des in jener Zone aufkommenden Sickerwassers.

### **Jahre 1998/1999 - Eingriffe zur Reduzierung der Emissionen**

Provisorische Abdeckung der Abfallmasse und Dränage der Sickerwasseraufkommen mit Sammlung und Entsorgung derselben, um eine weitere Verbreitung der Bodenverschmutzung und der Verschmutzung des Grundwassers der Frangarter Zone zu vermeiden. Mit diesem Eingriff entstand eine Sperre gegen die Infiltration von Sickerwasser bis zum Radweg.

### **Jahr 2000 - Verwirklichung der Nomadensiedlung**

Verwirklichung der Nomadensiedlung von Seiten der Gemeinde durch Einrichtung von Baracken und Camper-Abstellplätzen nach Durchführung von infrastrukturellen Arbeiten oberhalb der Bodenabdichtungsmembrane. Während des Lokalaugenscheins im Dezember 2005 wurden in dieser Zone einige Bodensenkungen festgestellt, die das Abdichtungssystem beschädigt haben könnten.

### **Jahre 2002/2003 - Bau des Radweges Bozen-Eppan**

Am Fuße der Felswand, die den Boden der Deponie darstellt, wurde ein Radweg gebaut, der von Bozen nach Eppan führt: Anlässlich des Baus des Tunnels für den Radweg, der unter die Landesstraße



führt, wurden Felsdränen an den Rändern der Abdichtungswand oberhalb der Wohnzone Spitaler verwirklicht (Aushub in Felstiefe und Sammlung des "streunenden" Sickerwassers).

### **Jahr 2003 - Bypass-Anlage zwischen den Sickerwasser- und den Abwasserleitungen**

Bau einer Bypass-Leitung zwischen den Sickerwasser- und den Abwasserleitungen der Nomadensiedlung auf der ehem. Schießstandanlage, um den wiederkehrenden Notlagen bei Schlechtwetter vorzubeugen. Der Eingriff hat zur Reduzierung der Sickerwassermenge mit geringem Verschmutzungsgrad, die in das Oberrauchbecken fließt, sowie zur Weiterleitung der Abwässer zur Eppaner Kanalisation geführt.

### **Jahr 2004 - Brand in der Nomadensiedlung**

Brand in der Nomadensiedlung mit Zerstörung eines Teils der Holzbaracken. Es ist möglich, dass das Abdichtungssystem beschädigt wurde.

### **Jahre 2006/2007 - Untersuchungen zur Charakterisierung des Geländes**

Zur Charakterisierung des Geländes wurden anfänglich zwei Arten von boden- und umwelttechnischen Untersuchungen durchgeführt: indirekte, nicht-invasive Untersuchungen und direkte Untersuchungen.

- **Nicht-invasive Untersuchungen:** Diese Untersuchungen waren zur Bestätigung der geologischen Eigenschaften der Fläche sowie für die Berechnung des komplexen Volumens der Abfallmenge notwendig. Es handelte sich um geoelektrische Untersuchungen (geoelektrische Tomographie) und seismographische Untersuchungen (ReMi), die von der Firma GG Service GmbH durchgeführt wurden.
- **Direkte Umwelt- und bodentechnische Untersuchungen:** Diese Untersuchungen betrafen den Abfall und die umgebenden Flächen. Es wurden Proben entnommen, um die geländespezifischen Marker und Parameter zu bestimmen.
  - **vier umwelt- und bodentechnische Untersuchungen** mittels kontinuierlicher Bohrungen in die Abfallschicht mit einer variablen Tiefe von 13,50 m (Bohrung S3) bis zu 20,50 m (Bohrung S1). Die Bohrungen wurden stets bis zum Erreichen des Felsgrundes in die Tiefe getrieben.
  - **elf Gräben** (mit unterschiedlicher Tiefe) für boden- und umwelttechnische Untersuchungen, verteilt auf angrenzende Flächen, davon die meisten an den Rändern der Deponie, um das Grundgestein zu suchen, die Grenze zwischen Abfall und Erdboden (kontaminiert oder nicht kontaminiert) zu bestätigen und die an der Grenze der Deponie vorhandenen naturbelassenen Böden zu untersuchen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den entsprechenden Unterlagen wiedergegeben.

### **Jahr 2013 - Räumung der Nomadensiedlung**

Nach der Räumung der Nomadensiedlung war es endlich möglich, das gesamte Areal zu untersuchen, um die Charakterisierung des Geländes abzuschließen.

### **Jahr 2014 - Räumung der Nomadensiedlung**

Nach der Räumung der Nomadensiedlung war es endlich möglich, das gesamte Areal zu untersuchen, um die Charakterisierung des Geländes abzuschließen. Wie in anderen Abschnitten des vorliegenden Dokuments beschrieben, wurden 2014 einige ergänzende Untersuchungen sowohl direkter Art (Ausgrabungen und Bohrungen) als auch indirekter Art (geophysische Untersuchungen) durchgeführt. Alle Details zu den besagten Untersuchungen und ihren Ergebnissen sind in einschlägigen Kapiteln angeführt.

### **Jahr 2014 - Bauten zum Auffangen des Sickerwassers am Nordhang**

Aufgrund der starken Regenfälle im Jahr 2014 hat sich das Regenwasser, das in großen Mengen von der Spitze der ehemaligen Deponie herabgeflossen ist, auf der Nordseite eigene "Vorzugswege" durch den Müll gebahnt und so Wasserabflüsse hin zum darunter gelegenen Radweg geschaffen.

Angesichts dieses Phänomens und in der Wartezeit bis zur endgültigen Bonifizierung des Geländes hat das zuständige Amt der Gemeinde Bozen folgende zeitweilige Maßnahmen getroffen:

- a) Einrichtung einer Auffanganlage an den Punkten, wo das Sickerwasser aufgetreten war, bestehend aus einem Drainagegraben.
- b) Einrichtung einer Anlage zur sekundären Weiterleitung der seitlichen Zuflüsse mit Bau eines Aufnahmebeckens für das Sickerwasser, das so in den Sammelkanal des Radweges abfließen kann.



## 4. ENDGÜLTIGE CHARAKTERISIERUNG DES GELÄNDES

Die Charakterisierung des Geländes, die dem Verständnis der Umweltproblematik in ihrer Gesamtheit sowie der Entwicklung des endgültigen Konzepts diene, verlief in zwei Phasen:

- Die erste Untersuchungsphase fand in den Jahren 2006-2007 statt: nur ein Teil des Geländes konnte untersucht werden, da er sich auf einer Fläche im oberen Teil der Nomadensiedlung befand.
- Die zweite Untersuchungsphase fand im Jahr 2014 statt, nachdem die Gäste der Nomadensiedlung umgezogen und die Siedlungsstrukturen endgültig entfernt worden waren; es bestand somit die Möglichkeit, das gesamte Gelände zu untersuchen.

### 4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der Erhebungen 2006-2007

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Untersuchungen zur Charakterisierung des Geländes zusammengefasst, die 2006-2007 durchgeführt wurden. Die Angaben entsprechen jenen des damals vorgelegten Endberichts.

#### **BEMERKUNG über die SCHADSTOFFBELASTUNG im Deponiekörper**

*Die Durchführung von vier Bohrungen im Deponiekörper mit entsprechender Entnahme von Bodenstichproben hat es ermöglicht, die Natur und den Grad der Kontamination der Materialanhäufung, aus der die Deponie besteht, zu bestimmen. Diesbezüglich wurde Folgendes festgestellt:*

- *Der Prozentsatz an Siedlungsabfällen ist im Großteil der entnommenen Proben sehr gering wenn nicht ganz abwesend.*
- *Der Felsboden wurde bei den verschiedenen Bohrungen an verschiedenen Tiefen vorgefunden, was die bereits in vorhergehenden hydrogeologischen Studien aufgestellten Hypothesen bestätigt; die Daten wurden durch die indirekten Untersuchungen für das vorliegende Projekt verfeinert und optimiert.*
- *Es ist eine beträchtliche Anzahl an Materialien, die durch polizyklische aromatische Wasserkohlenstoffe und Metalle verseucht sind, vorhanden, was die industrielle Herkunft der Abfallmenge bestätigt.*
- *Insgesamt findet sich die höchste Konzentration an Schadstoffen in den mittleren und mitteltiefen Schichten des Abfallkörpers (5.0-13.0 m). Die am stärksten kritische Situation besteht in der Zone S4, das heißt in der Nähe Parkplatzes ohne Beleg, der sich neben den Tennisplätzen befindet.*
- *Die insgesamt am wenigsten kritische Situation weist die Zone S3 auf, die dem kleinen Parkplatz beim Eingang zum Tenniszentrum entspricht.*

- Die analytische Überprüfung der Stichproben des tieferen Bodens (alterierte Felsen), die bei jeder Bohrung an der Grenze zwischen den Abfallmaterialien und dem Felsboden entnommen wurden, zeigt Spuren von Schwermetallen, darunter stets Arsen, die stets über dem Grenzwert für Wohnzonen/öffentliches Grün liegen. Diese Kontamination könnte direkte Folge von senkrecht abfließendem Sickerwasser aus dem Abfallkörper sein: Ein Vergleich mit der Stichprobe aus der direkt über den alterierten Felsen liegenden Schicht zeigt oft dieselbe Art von Kontamination (gleiche Elemente mit ähnlicher Konzentration). Anders verhält es sich beim Zinn, der im Sigmundskroner Massiv bei Werten bis zu 10 mg/kg auf die natürliche Zusammensetzung des Grundes zurückzuführen ist. Diesbezüglich wird die Veröffentlichung von Prof. D. Colbertaldo – *Corso di giacimenti Minerari Vol. II – Parte Terza – CEDAM – Padova (1961)* zitiert: „Der Anteil an Zinn in einigen Eruptivgesteinen (hohe Konzentration bis zu 80 g/ton) sinkt in den ultrabasischen Gesteinen auf Null.“ (...) „Der Anteil in den Sedimentgesteinen ist normalerweise gering.“ Der vorliegende Fall betrifft Porphyrfelsen: Es handelt sich um saure Gesteine, vergleichbar mit dem Granit, die maximale Zinngehalte aufweisen.

#### **BEMERKUNG über die SCHADSTOFFBELASTUNG an den Grenzen der Deponie**

- Durch die Verwirklichung von 11 Gräben wurde der Außenumfang der von der Lagerung von Abfällen und von den entsprechenden Auswirkungen betroffenen Fläche auch an den Grenzen der Deponie bestimmt. Die Außengrenze der Abfälle konnte so mit größerer Genauigkeit abgezeichnet werden.
- Gleichzeitig wurde auch - wo möglich - die Lage des (an die Oberfläche oder gleich unter die Oberfläche tretenden) Grundgesteins neu bestimmt.

Es sei zudem darauf hingewiesen, dass - ungeachtet der Tatsache, dass die aus den damaligen Untersuchungen hervorgegangenen Daten noch immer gültig sind - die gezogenen Schlussfolgerungen zwar generell weiterhin gelten, aber durch die neuen Elemente aus den ergänzenden Untersuchungen im Jahr 2014 erweitert und präzisiert werden konnten, was zur Ausarbeitung eines aktualisierten endgültigen Konzepts führte.

## **4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der ergänzenden Erhebungen 2014**

Dank der Zugangsmöglichkeit zum gesamten Areal, die sich nach dem Umzug der Nomadensiedlung ergab, wurden 2014 die ergänzenden Untersuchungen laut Protokoll der Gemeinde Bozen vom 04.07.2013 durchgeführt. Dabei stützte man sich auf das Programm für die Ergänzung der Untersuchungen zur Charakterisierung des Areals 2014 <sup>(4)</sup>, das von diesem Amt ausgearbeitet wurde.

---

<sup>4</sup> H&T Planungsbüro, Geologia e Ambiente S.A (2014): "VECCHIA DISCARICA DI CASTEL FIRMIANO - BONIFICA CON MISURE DI SICUREZZA - PROGRAMMA DI INTEGRAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE 2014" – Rel.1063-3/14 – Auftraggeber: Stadtgemeinde Bozen

Die Ergebnisse besagter Untersuchungen wurden den Auftraggebern vorzeitig im Dezember 2014 in Form eines einschlägigen Dokuments <sup>(5)</sup> mit den "Rohdaten" (Daten ohne kritische Anmerkungen) ausgehändigt. Die kritischen Anmerkungen dazu sind hingegen in der vorliegenden Projektunterlage enthalten und dienen als Grundlage für die Ausarbeitung des endgültigen Konzepts. Die Ergebnisse der Untersuchungen aus dem Jahr 2014 werden hier zusammengefasst (für weitere Details s. Dokument Anmerkung 5).

Es wurden grundsätzlich vier verschiedene Arten von Untersuchungen durchgeführt:

- Soil Gas Survey;
- Ausgrabungen für boden- und umwelttechnische Untersuchungen;
- Sondierungen mit laufender Kernbohrung und Probenentnahme;
- geophysikalische Untersuchungen.

#### 4.2.1 Untersuchung Soil Gas Survey (Sea AG)

Um die mögliche Emission von Gasen aus dem Deponiekörper zu evaluieren, wurden im Juni 2014 von Seiten der Sea AG aus Trient Messungen zur Präsenz von bodennahen Gasen (Soil Gas) vorgenommen. Im Boden/Deponiekörper wurden vier Sondieranlagen mit Geoprobe (Tiefe 4 m) installiert, mit Trockeneinfügung von geeigneten Coatings mit Rammspitzen mit fissurierten Rilsan-Rohren, ausgestattet mit Stahlventilen zur Aufnahme von bodennahem Gas.

Die Messungen der Gase vor Ort wurden mit einem MRU-Analysator durchgeführt und berücksichtigten folgende Parameter: Sauerstoff, Kohlendioxid, Erdgas, Schwefelwasserstoff. Die Laboranalysen betrafen hingegen folgende Parameter: VOC, Ammoniak, Flusssäure, Salzsäure und PAK (polizyklische aromatische Wasserkohlenstoffe).

### ERGEBNISSE

Die durchgeführten Analysen haben Folgendes ergeben: sporadische Überschreitungen der Nachweisgrenze für die Parameter Salzsäure, Schwefelwasserstoff, Erdgas, Naphtalin (PAK), n-Hexan an einigen Entnahmepunkten; die gemessenen Konzentrationen waren stets geringer als die TLV-TWA-Grenzwerte (Sicherheitsdatenblätter im Einklang mit den REACH-Vorgaben), d.h. es besteht keine direkte Gesundheitsgefährdung für Personen.

Da jedoch Werte über der Nullgrenze gemessen wurden, besteht die Möglichkeit, dass bei der Durchführung der Mülltransporte die Emissionen auch bedeutsam zunehmen. Es müssen deswegen angemessene persönliche Schutzausrüstungen für die Arbeiter vorgesehen werden.

---

<sup>5</sup> Geologia e Ambiente & Büroweiss (2014): "DISCARICA DI CASTEL FIRMIANO "Vecchia discarica" - BONIFICA CON MESSA IN SICUREZZA – Progetto preliminare e definitivo – Relazione descrittiva R1 – Indagini integrative 2014" – Pr. Nr. 06/04 - Dezember 2014 – Auftraggeber.: Stadtgemeinde Bozen

#### 4.2.2 Bodentechnische Erhebungen (GG Service KG)

Die Untersuchungen wurden auf der Ostseite ("Bergseite") des Geländes der Nomadensiedlung, an der Spitze der von der ehemaligen Deponie besetzten Fläche, durchgeführt, und zwar anhand von 2 geophysikalischen Profilen in Hochauflösung (1 elektrisch-tomografisches Profil, 1 refraktionsseismisches Profil) mit einer Länge von jeweils 150 m, um die Tiefe der Schnittstelle zwischen Bedrock und Deckschicht (loses Material und/oder Schüttmaterial) sowie den Frakturierungsgrad des besagten Felsgrunds zu überprüfen. Beide Aspekte sind für eine korrekte Projektierung und Durchführung der Arbeiten zur dauerhaften Sicherstellung des Areals mittels Abkapselung (Capping) sowie zu dessen Verknüpfung mit einem angemessenen System zur Sammlung der Wasserzufuhr vom Berg (gegen die Einsickerung unter die Erdoberfläche im Deponiekörper) wichtig.

#### ERGEBNISSE

Das Zusammenspiel der beiden Erhebungsmethoden hat es ermöglicht, die Interpretation der Daten zu verfeinern und besser zu unterscheiden, welche Anomalien von jedem der beiden Profile auf die Präsenz von Felsmatrix und/oder Brüchen innerhalb der Felsmatrix zurückzuführen sind.

Für die Kalibrierung der indirekten Parameter wurde das Ergebnis der Untersuchungen im Abschnitt zwischen 65 und 105 m der Lagerungen herangezogen, wo der bis in die Oberfläche reichende Felsgrund sichtbar ist, um ein sicheres Ergebnis in Bezug auf die Leitfähigkeit zu erhalten und so eine Größenordnung für das Felssubstrat festlegen zu können.

Davon ausgehend wurde festgestellt, welche der Abweichungen in Bezug auf die Leitfähigkeit auf das Vorhandensein von Fels und/oder Bruchzonen (auf der Basis von Form, Intensität und Lokalisierung) zurückzuführen sind. Die Ergebnisse waren folgende:

- Das Profil der Schnittstelle zwischen Bedrock und Decke hat eine relevante Dicke im Abschnitt 10-60m und 120-150m (südöstliche Grenze des Rückens, auf dem sich die Deponie befindet), während das Felssubstrat in der Schicht zwischen 65m und 110 m an die Oberfläche tritt oder sehr dünn ist.
- In der letztgenannten Schicht (65-110m) des Profils befinden sich Felskörper mit guter Leitfähigkeit und geringer Propagationsgeschwindigkeit, die somit auf Bruchzonen mit geringer hydraulischer Kapazität zurückzuführen sind. In der Schicht zwischen 20 m und 40 m gibt es hingegen Abweichungen der Leitfähigkeit, die auf die Präsenz von Zonen mit größerer wirksamer Porosität schließen lassen, die das Wasser zur Deponie leiten könnten.

#### 4.2.3 Ausgrabungen und Bohrungen, umwelttechnische Erhebungen

Wie bereits eingangs angemerkt, wurden zwei Arten von direkten ergänzenden Untersuchungen durchgeführt:

- a) **5 geoökologische Gräben**, die eigens dazu verwirklicht wurden, um den genauen Verlauf des Felssubstrats längs der Ostgrenze der Deponie in Richtung des Hügels von Schloss Sigmundskron zu bestimmen und so den Eingriff zum Abfangen/Unterbrechen der möglichen oberflächlichen und tieferen Sickerwege zu optimieren. Zusätzlich dazu wurden auch **2 geoökologische Gräben im Areal "Dallo Specchio"** (an die Tennisplätze anliegende Fläche) eingerichtet, um ergänzende Untersuchungen durchzuführen. Die Firma INGEA` (Bz) des Dr. Geol. A. Bozzani erarbeitete einen einschlägigen Bericht zur historischen Charakterisierung der Abfälle, die im Laufe der Jahre im Areal abgelagert wurden.
- b) 1 Bohrung im Areal der ehemaligen Nomadensiedlung sowie 2 Bohrungen im Areal "Dallo Specchio" (Bericht INGEA), die zur geschichtlichen Rekonstruktion der in der Deponie gelagerten Abfälle dienen.

### ERGEBNISSE

#### **a.1) geoökologische Gräben - Areal ehem. "Nomadensiedlung" - Grenze Ostseite - TR1/14 ~ TR5/14**

Die geoökologischen Gräben im Areal der ehemaligen "Nomadensiedlung" wurden u.a. ausgehend von den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen, von denen im Kap. 3.2.2 die Rede ist, verwirklicht, um die Übereinstimmung besagter Ergebnisse mit dem tatsächlichen Verlauf des Felssubstrats langs dem Bergprofil (Ostseite der Alten Deponie) zu überprüfen.

Eine zusammenfassende Übersicht der durchgeführten Untersuchungen - mit stratigraphischer Charakterisierung und Anmerkung der Tiefen der Schnittstelle zwischen losem Material und Felsgrund - ist in den einschlägigen grafischen Unterlagen 03 A-B-C zu finden. Es besteht eine angemessene Kohärenz zwischen diesen Ergebnissen und jenen der geophysikalischen Untersuchungen.

#### **a.2) Areal "Dallo Specchio" - geoökologische Gräben RA/14 ~ TRB/14**

Die 2 geoökologischen Gräben im Areal "Dallo Specchio" wurden am 25.07.2014 im Rahmen der von der Firma INGEA (Bz) durchgeführten Untersuchungen verwirklicht und dienten - wie bereits gesagt - zur Charakterisierung der Materialien, die im Laufe der Jahre in diesem Teil der Deponie abgelagert wurden.

Die Tabelle 1(a) des Dokuments in der Anmerkung 5 (ergänzender Teil des vorliegenden Projektes) beinhaltet eine Zusammenfassung der lithostratigraphischen Charakterisierung der o.g.

Gräben mit Beschreibung des Abfallkörpers (graues heterogenes Füllmaterial mit dunklen Strähnen; Verbruchmaterial, Schadstoffe, Plastikmaterial), das sich unterhalb der Oberflächendecke befindet.

Aus den Gräben wurden keine Stichproben entnommen, das die analytische Charakterisierung der Materialien, aus denen sich der Abfallkörper zusammensetzt, Gegenstand der INGEA-Untersuchung war. Für weitere Details siehe den entsprechenden Bericht.

#### **b.1) Geoökologische Sondierungen (Landservice GmbH) - Areal der ehem. Nomadensiedlung - Kernbohrung S3/14**

Die geoökologische Bohrung S3/14 wurde im mittelsüdlichen Bereich des Areals der ehemaligen Nomadensiedlung durchgeführt. In der Tabelle 1(b) der Anmerkung 5 findet man die entsprechende Charakterisierung mit den stratigraphischen Details der entnommenen Bohrprobe.

Aus der Stratigrafie geht die Präsenz von grobem Auffüllmaterial mit möglichem Vorhandensein von Schadstoffen in den ersten 6 m unterhalb des Bodens hervor, sowie von feinerem, dunklen, feuchtem und übel riechendem Material bis zu einer Tiefe von 9 m, wo der Felsgrund anfängt, auf dem - nach genauer visueller Überprüfung - kein Deponiesickerwasser längs der natürlichen Bruchlinie bemerkbar ist, mit der Ausnahme des Teils, in dem das Felssubstrat und der Abfallkörper in Kontakt stehen.

Die vom Bohrkern entnommenen Proben (s. Tabelle 1(b) ), die einer Analyse zur chemischen Charakterisierung i.S. des DLH 1072/5 unterzogen wurden, haben eine Überschreitung der CLA für industrielle Gelände (Spalte B) hinsichtlich der Gesamtfluoridwerte gezeigt; zusätzlich dazu wurden signifikante Konzentrationen (Spalten A<C<Spalte B) an Metallen, PAK, BTEX und HC bei allen entnommenen Proben verzeichnet.

#### **b.2) Areal "Dallo Specchio" - geoökologische Kernbohrungen S1/14, S2/14**

Die geoökologischen Sondierungen S1/14 und S2/14 wurden im nordwestlichen und im südöstlichen Teil des Areals "Dallo Specchio" durchgeführt. Aus den Stratigrafien der Bohrung S1/14 geht die Präsenz eines heterogenen Abfallkörpers in den ersten 13-14 m hervor (Böden mit verschiedener Korngröße gemischt mit Schadstoffen verschiedener Art); bei der Bohrung S2/14 gilt das selbe bis zu einer Tiefe von 8 m, danach fängt der Felsgrund an. Auch in diesem Fall zeigen die Ergebnisse, dass die Präsenz von Sickerwasser aus der Deponie auf dem Felsgrund nicht relevant ist.

Die vom Bohrkern entnommenen Proben (s. Tabelle 1(c) ), die einer Analyse zur chemischen Charakterisierung i.S. des DLH 1072/5 unterzogen wurden, haben eine Überschreitung der CLA für industrielle Gelände (Spalte B) hinsichtlich der Gesamtfluoridwerte und - in einem Fall - der Gesamtchlorwerte gezeigt; zusätzlich dazu wurden signifikante Konzentrationen (Spalten A<C<Spalte B) an Metallen, PAK, BTEX und HC bei allen entnommenen Proben verzeichnet.

Die Kernbohrungen S1/14 und S2/14 wurden auch von der Firma INGEA GmbH (Dr. Geol. A. Bozzani) einer umwelttechnischen Charakterisierung unterzogen. Die Firma wurde von der Gemeinde Bozen mit der Durchführung einer Studie zur geschichtlichen Rekonstruktion der auf dem Gelände

stattgefundenen Tätigkeiten und der Herkunft der Materialien des dortigen Deponiekörpers auf der sich im Privateigentum von Dritten (Herr Dello Specchio) befindenden Fläche beauftragt.

Die analytischen Ergebnisse und weitere Details sind im INGEA-Bericht enthalten. Die kritischen Bemerkungen und Schlussfolgerungen von Dr. Geol. Bozzani in Bezug auf seinen Auftrag fassen wir nachfolgend zusammen:

- Auf der Basis der rein historischen Rekonstruktion kann man davon ausgehen, dass im Laufe der Jahre ('50-'70) aufgrund der intensiven und spezifischen industriellen Tätigkeiten, die damals die Stadt charakterisierten, auf dem Gelände folgende Arten von Abfällen (Siedlungsabfälle und Industrieabfälle) gelagert wurden:
  - Abfälle von den Stahlwerken: Schadstoffe, Klärschlamm, eisenhaltige Schlammabfälle, feuerfeste Werkstoffe;
  - Abfälle Ex-Aluminia-Werk: Restabfälle mit Fluoriden und PAK;
  - Abfälle Magnesio-Industrie: Dicalciumsilikatschlacken, Wiederschmelzungsschlacken, Siliziumstaub.
  
- Die Untersuchungen, die zur Charakterisierung des Geländes durchgeführt wurden - insbesondere die ergänzenden Untersuchungen auf dieser spezifischen Fläche - haben eine unterschiedliche Dicke des Abfallkörpers (bis 13 m) sowie die Präsenz von folgenden Substanzen gezeigt:
  - Schadstoffabfälle aus Stahlwerken, Stahlwerkschlamm, Walzzunder;
  - Erde gemisch mit Abfällen aus Abbrucharbeiten.
  
- Die analytischen Ergebnisse der Untersuchungen der Bohrproben
  - bestätigen, dass die Art der Ablagerungen wesentlich auf die Tätigkeit von Stahlwerken zurückzuführen ist (es handelt sich zum Großteil um schädliche Reststoffe, die mit den Stahlwerkstätigkeiten kompatibel sind);
  - fügen neue Informationen hinzu, wie z.B. die Präsenz von Fluoriden und PAK, was auf eine Mischung dieser Abfälle mit dem Abfallmaterial der Aluminiumproduktion im Einklang mit der historischen Rekonstruktion schließen lässt;
  - aus der Synthese zwischen den qualitativen Ergebnissen der visuellen Untersuchungen und den Ergebnissen der analytischen Daten kann ausgeschlossen werden, dass auf dem gegenständlichen Areal Abfälle aus Gasproduktion oder Siedlungsabfälle entsorgt wurden.



## 5. ENDGÜLTIGES KONZEPT

Das projektmäßige Grundmodell, das im Falle von Maßnahmen zur Bonifizierung von schadstoffbelasteten Flächen herangezogen wird, befasst sich im Wesentlichen mit folgenden drei Aspekten:

- das **geologische Substrat** (geologisches und geomorphologisches Modell)
- die Eigenschaften und die Natur der **Emissionsquelle der Schadstoffe**
- das Medium und die Modalitäten der Ausbreitung der Verseuchung (hydrogeologisches Modell).

Je nach dem, welches der drei Aspekte vorwiegt, ändert sich das Bezugsmodell für das Projektkonzept.

**Im vorliegenden Fall ist es klar, dass die korrekte Deutung des detaillierten hydrogeologischen Modells - einschließlich der Art des Felsgrundes, der Morphologie und der vorhandenen Brüche/Spalten - ein wesentliches Element für die Projektierung der Maßnahmen zur Sicherstellung des Geländes darstellt.**

Die durchgeführten Untersuchungen und Erhebungen haben nämlich gezeigt, dass nur eine korrekte und endgültige Sammlung und Entsorgung des Regenwassers, das auf und unter der Oberfläche des Geländes fließt, den Hauptgrund der Verbreitung der Verseuchung außerhalb des gegenständlichen Areals beseitigen kann.

Die entsprechende Fläche (vgl. Abb. 1-2-3) befindet sich am Westende des Bozner Talkessels, in der Nähe des Zusammenflusses zwischen Etsch und Eisack. Zusätzlich zur "Alten Deponie" befindet sich dort die "Neue Deponie", die ihrerseits zusammen mit dem Hügel Bozen Süd Teil des bereits bonifizierten Areals "Bozen 1" ist.

Was nachfolgend zu lesen ist bezieht sich - mit den Aktualisierungen und Ergänzungen, die sich aus den neuen direkten Belegen ergeben - auf die einschlägige Studie <sup>6</sup>, die von uns 2005 für das genannte Großareal ausgearbeitet wurde. **(Einige der internen Verweise auf Absätze und grafische Tafeln beziehen sich auf das Originaldokument).**

Diesbezüglich muss darauf hingewiesen werden, dass im Porphyrhügel von Schloss Sigmundskron kein echter Grundwasserleiter vorhanden ist, das als "Umweltmatrix" für die unterirdischen Gewässer dient.

Was den vorliegenden Fall betrifft, ist die wasserbezogene Umweltmatrix, die tatsächlich unter der Verseuchung des Geländes leidet, das Grundwasser, das sich in der Nähe der Talsohle befindet, und zwar in der Frangarter Zone. Die vom Gesetz vorgesehenen Umweltmonitoring-Tätigkeiten betrafen ganz gezielt das besagte Grundwasser.

---

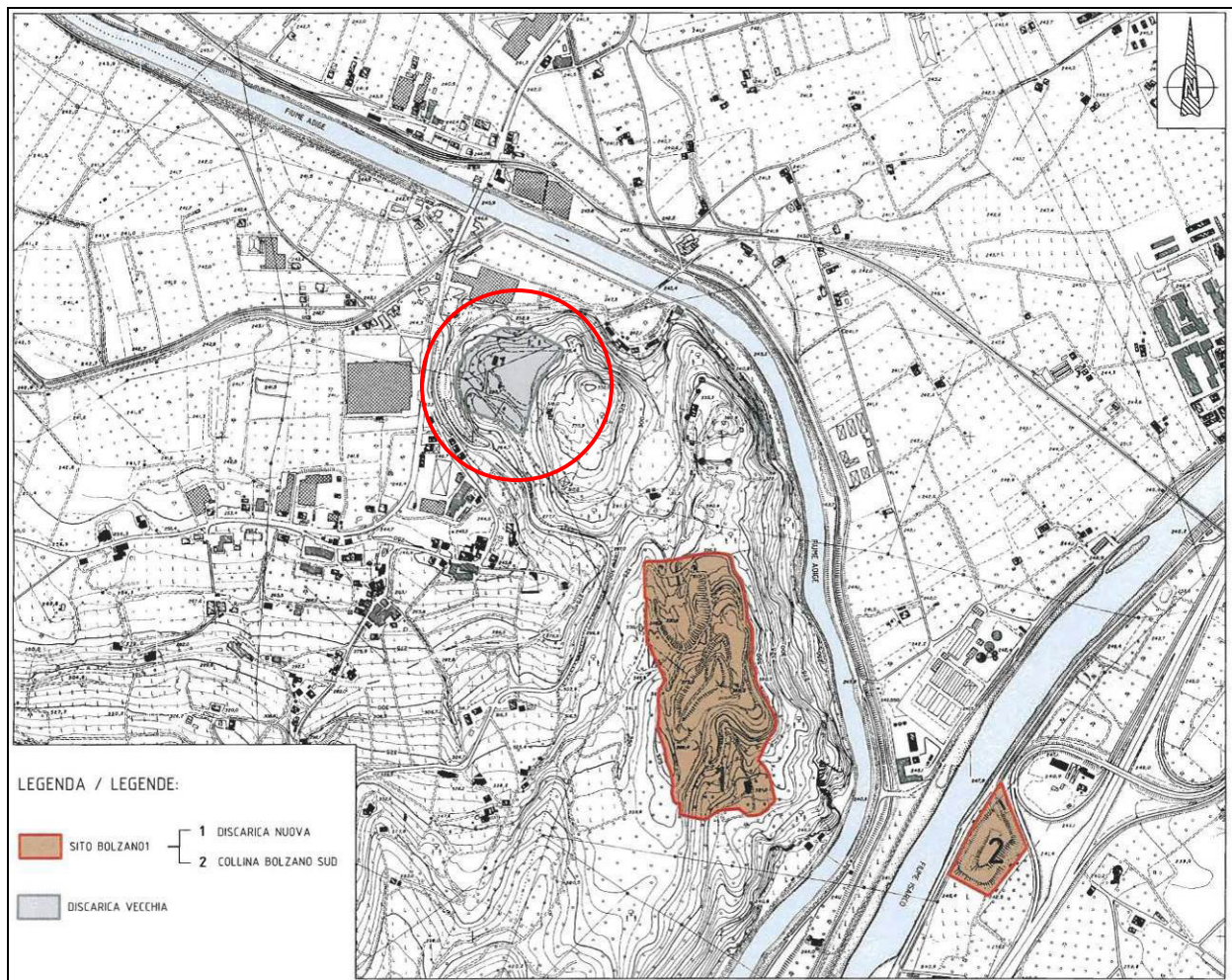
<sup>6</sup> Geologia e Ambiente KG (2005): "Misure di messa in sicurezza per il sito "Bolzano 1" costituito dalla discarica di Castelfirmiano e dalla Collina Bolzano sud ai sensi dell'art. 10 della d.g.p. 4 aprile 2005 n. 1072 - *Aggiornamento del quadro idrogeologico relativo alla contaminazione della falda acquifera di fondo valle nell'area di influenza del sito Bolzano 1, verifica dell'efficacia delle misure di bonifica e messa in sicurezza adottate; previsione del quadro evolutivo e criteri per l'eventuale realizzazione di una barriera idraulica di controllo nell'area di Frangarto*" - Rel. n. 991/01/05

## 5.1 Geologisches und geomorphologisches Modell

Unter dem morphologischen Gesichtspunkt kann das Gelände in DREI verschiedenen Bereichen unterteilt werden.

### 5.1.1 Porphyrrücken von Schloss Sigmundskron

Es handelt sich um den Nordrand des Felsrückens, der sich in nord-südlicher Richtung entlang dem Etschtal zwischen Bozen und Auer erstreckt und am besagten Standort die Höhe von 452 m ü.d.M. erreicht. Unter dem geologischen Gesichtspunkt besteht der Rücken aus Felsvorsprüngen aus rhyolitischen Ignimbriten (Quarzporphyren), die dem Vulkankomplex der Etschener Quarzporphyrplatte angehören, ist durch Steilhänge mit subvertikalen Wänden gekennzeichnet, die sich am rechten Etschufer erheben. Auf der nordöstlichen Seite fällt er sanft in die Frangarter Schwemmebene ab.



**Abbildung 3: Standort des Geländes "Bozen 1" und des Geländes "Alte Deponie Sigmundskron"**

*Die Felsmasse aus rhyolitischen Ignimbriten weist verschiedene strukturelle Diskontinuitäten auf, die sich hinsichtlich ihrer Richtung, ihres Anhaltens und ihrer Frequenz unterscheiden und die den Teilen an der Oberfläche oder an den Wänden, die von Spannungsverlust und/oder Alteration betroffen sind oder sich an Stellen mit starker struktureller Störung befinden, eine begrenzte Durchlässigkeit verleihen. Auf dem Felssubstrat erkennt man nur nicht-kontinuierliche quaternäre Deckschichten, die vorwiegend aus glazialen und fluvioglazialen Sedimenten mit geringer Dicke bestehen und manchmal mit Schutt gemischt sind. Für Detailinformationen über die Geologie, die Geomorphologie und die strukturellen Eigenschaften dieser Fläche wird auf vorhergehende Studien verwiesen, die im Bericht Nr. 102/III/95 enthalten sind<sup>7</sup>).*

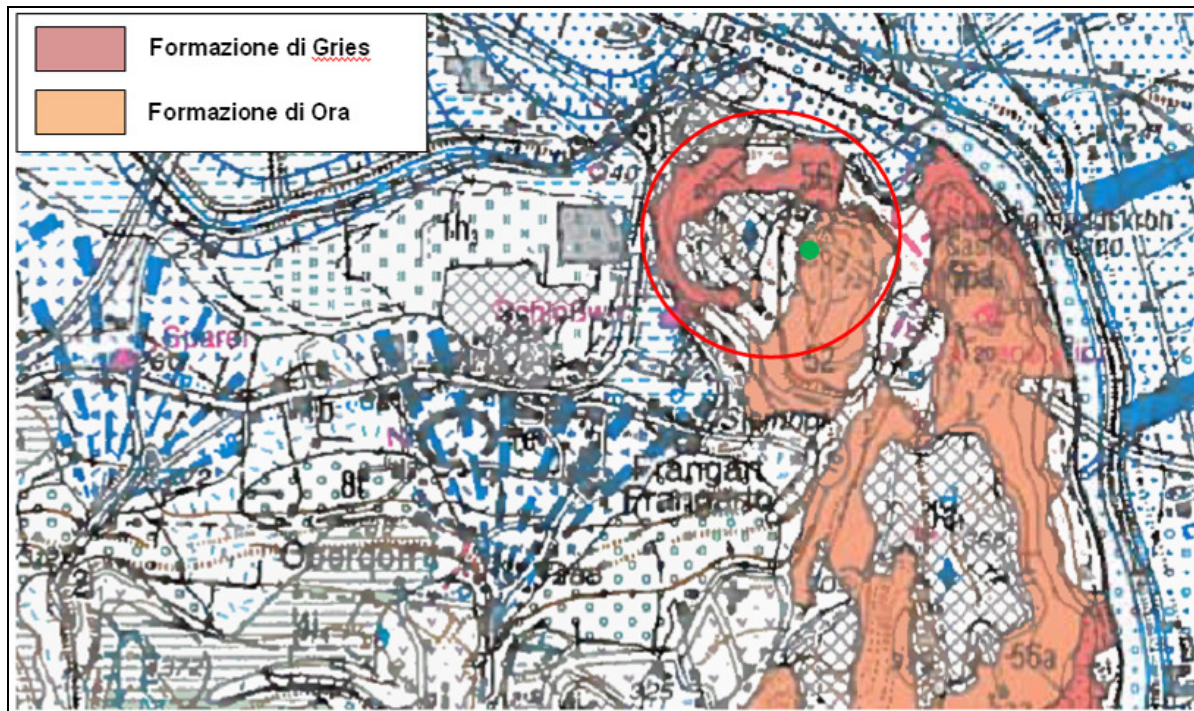
Im Bereich der besagten Felsmasse, die zwischen 325 und 400 m ü.d.M. angesiedelt ist und eine Fläche von ca. 81.400 m<sup>2</sup> hat, befindet sich die "NEUE Deponie", die Teil des Standortes "Bozen 1" ist und ein ursprünglich strukturell vorhandenes, von Norden nach Süden verlaufendes Tälchen füllt, während an der nordwestlichen Grenze der Felsmasse, auf einer Höhe zwischen 275 und 300 m ü.d.M. die "**ALTE DEPONIE**" angesiedelt ist, die eine Oberfläche von ca. 3,3 ha hat und sich außerhalb des Standortes Bozen 1 befindet.

Da - wie bereits gesagt - nur eine korrekte Interpretation des detaillierten hydrogeologischen Modells, der Morfologie und der lokal vorhandenen Brüche/Spalten die Bestimmung der Migrationswege der Schadstoffe ermöglicht, deren Sammlung ihrerseits nur anhand einer angemessenen Projektierung möglich ist, wurde als Ergänzung zu den bereits genannten Untersuchungen eine spezifische geomechanische Detailerhebung des Areals bergseits der "Alten Deponie" durchgeführt. Nachfolgend die Ergebnisse. Unter dem geologischen Gesichtspunkt sind die Felsvorsprünge des Areals Teil des Vulkankomplexes der Etsch-Quarzporphyrplatte. Genauer gesagt handelt es sich um Teile der Formation von Auer und der Grieser Formation (siehe Auszug aus der geologischen Karte Blatt 26, EPPAN).

---

<sup>7</sup> Autonome Provinz Bozen, "Studio geologico ed idrogeologico per il risanamento delle discariche di R.S.U. ed industriali di Castelfirmiano (BZ)", Ber. Nr. 102/III/95, September 1995.

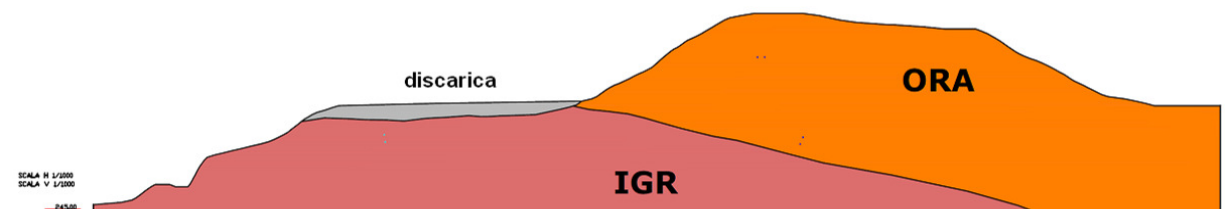




**Abbildung 4: Geologische Karte BLATT 26 EPPAN - der grüne Punkt hebt die Zone hervor, wo sich einstmals der Steinbruch befand.**

Was den herausragenden Teil anbelangt, unterscheiden sich die beiden Formationen grundsätzlich aufgrund ihres Frakturierungszustands und leichter petrografischer Unterschiede. Zu den Zwecken des vorliegenden Projektes haben die petrografischen Unterschiede eine geringe Bedeutung, während die strukturellen geomechanischen Unterschiede zwischen den zwei Massen wichtig sind, da sie - wie nachfolgend genauer erklärt - zu zwei gänzlich unterschiedlichen Durchlässigkeitsprofilen führen.

Unter dem stratigrafischen Gesichtspunkt stützt sich die Formation von Auer auf die Formation von Gries. Die Kontaktschicht ist nicht direkt erkennbar, doch anhand einer akkuraten Rekonstruktion der Struktur und der eingehenden Analyse der vorhandenen Detailkartografie (Blatt 26 Eppan), kann der Schluss gezogen werden, dass besagte Schicht eine geringe Neigung mit einem Winkel von 20-25° und einer süd-südwestlichen Immersionsrichtung hat.



**Abbildung 5: Geologischer Querschnitt der Alten Deponie**

Während der geologischen Untersuchung wurde in der Formation von Auer außerdem das Bestehen - längs einer Störungslinie, die zur Bildung eines Tälchens geführt hat - einer alten Steinbruchfläche festgestellt (das produzierte Gestein heißt handeltechnisch "Rot von Auer").

Die Bergbautätigkeit hat zu einer wesentlichen Änderung des Tälchens geführt, seine Kehlrinnenform verstärkt und zur Ansammlung einer beträchtlichen Menge von Schutt (s. Abb. 6) geführt.



**Abbildung 6: Foto der alten Steinbruchfläche, auf dem der typische Frakturierungsstil der Einheit AUER und die Form des Schuttmaterials, das auf Bergbautätigkeiten schließen lässt, erkennbar sind.**

### 5.1.2 Geomechanische Charakterisierung

Die Sigmundskroner Felsmasse weist verschiedene Diskontinuitätssysteme auf. Die drei wichtigsten davon sind folgende:

♦ System KK1:

Es entwickelt sich in ostwestlicher Richtung und verleiht der Felsmasse ein Aussehen, als bestehe sie aus verschiedenen Platten; nur an der Oberfläche sind signifikante Öffnungen vorhanden.

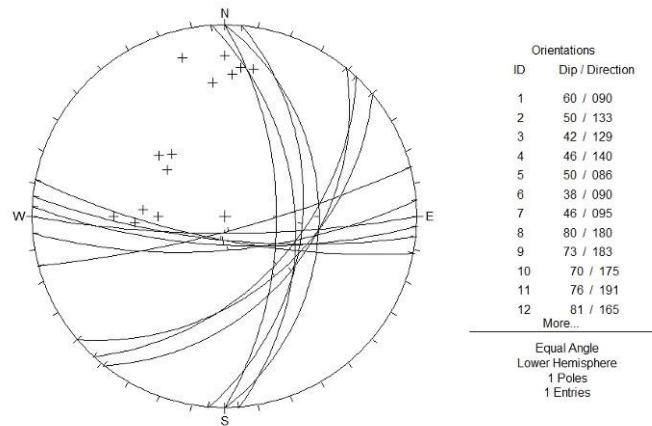
♦ System KK2:

Das System ist gekennzeichnet durch subvertikale Diskontinuitäten in Richtung NNW-SSO und N-S. Die starke Zergliederung der Fazies der Felsmasse, die von tektonischen Störungen betroffen war, sowie die vorhandenen Brüche/Spalten erleichtern - viel mehr als bei der Formation von Auer - das Einsickern von Regenwasser in die Tiefe.



◆ System KK3:

Es sind anhaltende Diskontinuitätsflächen in Richtung S-O vorhanden; veränderte Tuffportionen zwischen den einzeln eruptiven Ignimbrizien stellen die bevorzugten Infiltrationswege in die Felsmasse dar.



**Abbildung 7: Stereogramm der bei der geomechanischen Untersuchung festgestellten Frakturen**

5.1.3 Fluvioglaziale Hügel bei Girlan

Der breite Streifen westlich des Sigmundskroner Felsvorsprungs (Girlaner Hügel) besteht hingegen aus alten fluvioglazialen, spät-würmischen Ablagerungen. Die Ablagerungsschicht, die eine Dicke von mehreren Dezimetern hat, liegt über glaziale Sohlen und schließt sich seitlich Richtung Osten, gegen den Felsrücken der Ignimbritzgruppe. Die Verknüpfung zur Talsohle in nördlicher Richtung erfolgt durch eine Transitionsschicht von Kolluvialablagerungen.

5.1.4 Anschwemmungsablagerungen auf der Talsohle

In der Talsohle des Bozner Kessels erreicht die dicke Schicht der Ablagerungen aus der Quaternärzeit eine Tiefe von 500 - 600 m, wie aus seismischen Reflexionsuntersuchungen in einem Abschnitt in der Nähe des Flughafens hervorgegangen ist (Schmid & Günsler, 1993<sup>8</sup>). Die verschiedenen lithostratigraphischen Einheiten in der oberflächlicheren Schicht (bis 80-100 m u.d.B.) der Schwemmfläche auf der Talsohle rund um den Sigmundskroner Rücken sind im östlichen Bereich durch abwechselnde Streifen von distalen Teilen der Schuttkegel des Eisacks und der Talfer und Überschwemmungsablagerungen der Etsch gekennzeichnet, während sich im westlichen Bereich vorwiegend lehmige See- und Sumpfablagerungen mit grobkörnigeren Ablagerungen aus Phasen mit starker Flussgeschwindigkeit abwechseln.

<sup>8</sup> Schmid C. & Günsler A. (1993), "Möglichkeiten geophysikalischer Untersuchungen zur Bestimmung der hydrogeologischen Parameter"-Tagung zur hydrogeologischen Untersuchung des Grundwassers des Bozner Talkessels. 21. Mai 1993, IGEA, Anno XXX, Numero 3 settembre 1993.

Die Beschreibung der verschiedenen lithostratigrafischen Einheiten, die die Oberflächenportionen der Talsohlenablagerungen darstellen und die hydrogeologische Zirkulation des Quellwassers beeinflussen, ist im Kap. 5.2. enthalten, wo außerdem, die hydrogeologischen Eigenschaften des untersuchten Areals zusammengefasst werden.

## **5.2 Hydrogeologisches und lithostratigraphisches Modell**

### **5.2.1 Allgemeines hydrogeologisches Schema der Talsohle**

*Eine hydrogeologische Einstufung der Oberflächeneinheiten wird in der Tafel 04A vorgeschlagen, bei der die verschiedenen hydrogeologischen Einheiten anhand ihrer Art (Porosität-Spaltung) und ihres Durchlässigkeitsgrades (gering-mittel-hoch) klassifiziert wurden. Um die Tiefe des Oberflächengrundwassers der Talsohle einzuschätzen, kann die Karte des durchschnittlichen Grundwasserstandes eingesehen werden.*

*Abbildung 8 zeigt eine zusammenfassende Rekonstruktion des allgemeinen lithostratigrafischen Aufbaus des Bozner Talkessels, das auf geologischen, hydrogeologischen und geophysikalischen Studien basiert (Molfetta e Bortolami<sup>9</sup>, 1993).*

*Was den hydrogeologischen Aufbau der Talsohle anbelangt (s. Abbildung 8), ist der von Kies- und Sandablagerungen gekennzeichnete Bereich zwischen dem Rand des Bozner Stadtgebietes im Westen, der Flughafenzone im Süden und dem Zusammenfluss zwischen Talfer und Eisack im Nordosten durch die Präsenz - zumindest bis zu den untersuchten Tiefen (80 m u.d.B.) - von einem undifferenzierten Grundwasserleiter gekennzeichnet, das Grundwasser mit freiem Spiegel enthält.*

*In der Zone zwischen dem Krankenhaus, der Ortschaft Kaiserau und Sigmundskron-Frangart sind eine Reihe von lehmigen, ton- und torfhaltigen Ablagerungen mit geringer Durchlässigkeit vorhanden, die während der von Seen und Sümpfen gekennzeichneten Überschwemmungsphasen entstanden. Diese Folge verursacht eine Differenzierung des Grundwasserleiters in zwei oder mehr Bereichen. Einer davon enthält einen Grundwasserkörper mit freiem Spiegel, das die Feinablagerungen an der Oberfläche (mit verspätetem Abfluss) durchdringt und ein generell geringes Potential hat, während ein tieferer Bereich einen teilweise oder gänzlich überdeckten Grundwasserkörper mit generell höherer Leitfähigkeit enthält.*

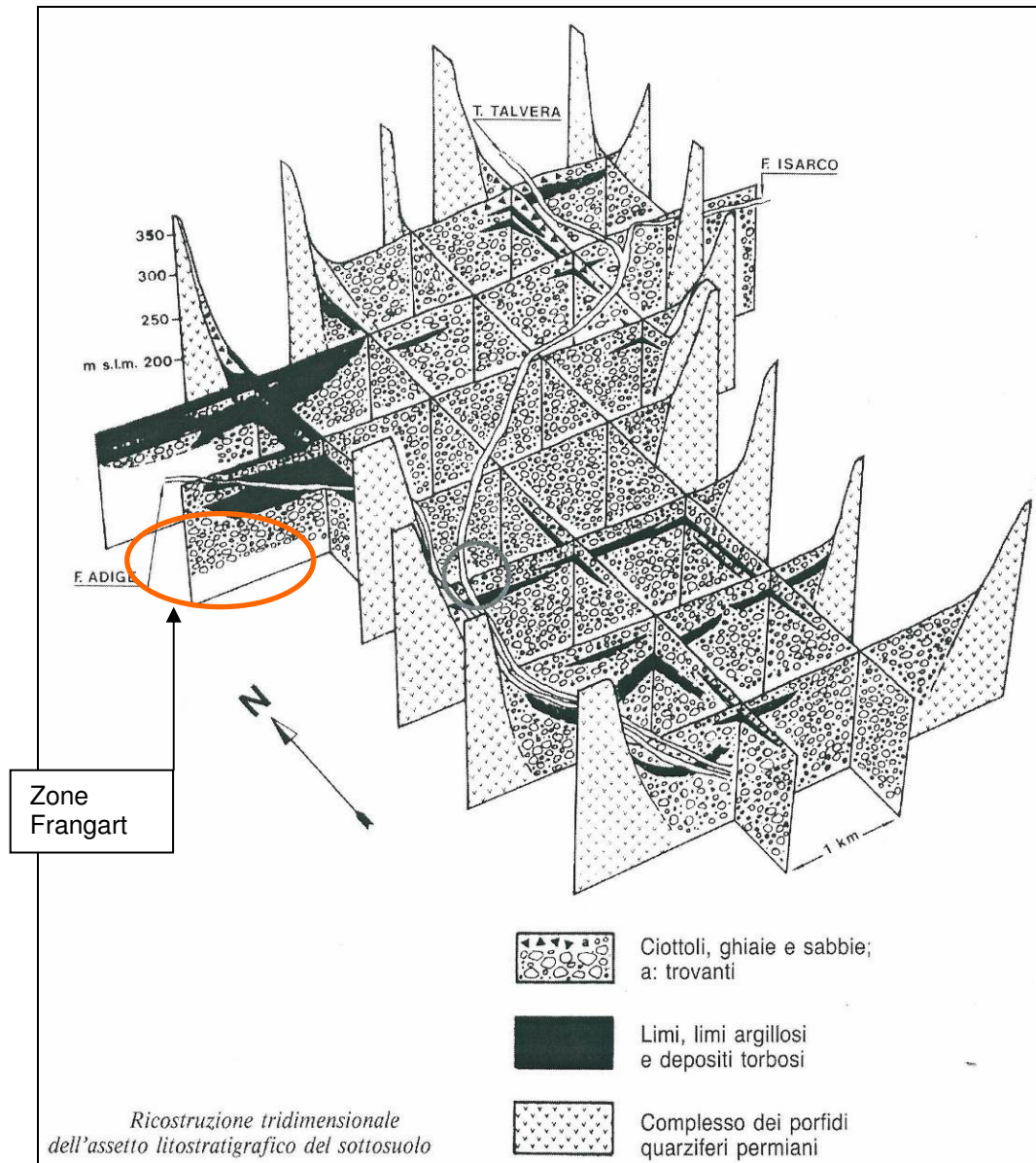
---

<sup>9</sup> Molfetta e Bortolami (1993), "Simulazione del sistema acquifero della Conca di Bolzano mediante modello numerico alle differenze finite", Convegno su Studio idrogeologico della falda acquifera della Conca di Bolzano, Bolzano 21 maggio 1993, IGEA, Anno XXX, Numero 3 settembre 1993.



## 5.2.2 Lithostratigraphisches hydrogeologisches Modell der Frangarter Zone

Eine detaillierte Beschreibung des lithostratigraphischen Aufbaus des Untergrundes im Einzugsgebiet des Standortes Bozen 1 findet man in verschiedenen Fachstudien der Vergangenheit (<sup>10</sup>), (auf die verwiesen wird), die auf stratigrafischen Daten aus vor Ort durchgeführten Untersuchungen basieren. Die zur Beschreibung herangezogenen Untersuchungspunkte sind in der Tafel 04B angegeben. [omissis]



<sup>10</sup> Provincia Autonoma di Bolzano, "Rapporto sulle indagini geognostico ambientali eseguite a supporto dello studio idrogeologico per il risanamento della discarica r.s.u. di Castelfirmiano (BZ)", Rel. n° 102/94, Novembre 1994.

Autonomr Provinz Bozen, "Studio geologico ed idrogeologico per il risanamento delle discariche di R.S.U. ed industriali di Castelfirmiano (BZ)", Ber. Nr. 102/III/95, September 1995.

e Provincia Autonoma di Bolzano, "Studio idrogeologico ambientale per la scelta delle metodologie e lo studio di fattibilità degli interventi di risanamento e bonifica della discarica incontrollata presso lo svincolo autostradale di Bolzano Sud", Rel. n° 362/2/00, Maggio 2000.

**Abbildung 8: Dreidimensionale Darstellung der lithostratigrafischen Gliederung des Unterbodens im Bozner Talkessel (Auszug aus Molfetta und Bortolami, 1993)**

**Verlauf der Isobathen/Isopachen des Oberflächenlehms**

Auf dieser Ebene wechselt sich sandig-tonhaltiges Lehm mit Torfschichten ab. Die Dicke dieser Ablagerungen beträgt in der Innenzone von Frangart zwischen 8 und 18 m und nimmt Richtung Westen zusammen mit der Tiefe zu, während sie nordwärts abnimmt und gleich östlich von Sigmundskron, wo sich die Fernwirkung des Eisacker Schuttkegels bemerkbar macht, ganz abhanden kommt. In der Zone zwischen Frangart und Sigmundskron befindet sich das Grundwasser im Durchschnitt zwischen 1.0 und 3.0 m u.d.B.. Diese Schicht ist somit fast ganz gesättigt, was dem oberflächlichen Grundwasserleiter gemischte Eigenschaften verleiht, die vom Wasserleiter mit freien Grundwasser und verspätetem Abfluss bis zum teilweise eingeschlossenen Grundwasserleiter reicht.

**Verlauf des oberflächlichen Wasserleiters**

Die Sohle des oberflächlichen Wasserleiters entspricht dem Boden des ersten, vorwiegend sandig-kiesigem Horizonts, das sich unter der oberflächlichen Lehmschicht befindet und wo sich der leitfähige Grundwasserkörper befindet. Die Basis dieser Schicht befindet sich im Bereich von Frangart an der Landesstraße, in einer Tiefe zwischen 10 und 24 m u.d.B., und entspricht dem oberen Mantel des Porphy-Felssubstrats. Außerhalb von der Landesstraße nimmt die Tiefe des Felssubstrats schnell zu und die Basis des Grundwasserleiters entspricht dem oberen Mantel einer zweiten Lehmschicht. Der Grundwasserleiter hat ein geringes Potential und schlechte hydrochemische und organoleptische Eigenschaften. Östlich von Sigmundskron verläuft die Basis desselben Grundwasserleiters tiefer und geht schnell in den Einheitsgrundwasserleiter des Schuttkegels Eisack-Talfer über.

**Verlauf des zweiten Grundwasserleiters**

Die zweite Grundwasserleitebene der Frangarter Zone ist nur außerhalb der Landesstraße vorhanden. Die durchschnittliche Tiefe des oberen Mantels dieser Ebene liegt (im Bereich Frangart/Sigmundskron) zwischen 25 und 35 m u.d.B.. Die Lehmschicht (tonhaltiges bis sandiges und manchmal torfhaltiges Lehm), die diesen Grundwasserleiter vom darüber liegenden trennt, scheint generell eine Dicke von mehr als 10-15 m und eine gute Seitenkontinuität zu haben, was dem Grundwasserleiter die Eigenschaft eines eingeschlossenen Grundwassers verleiht. Der zweite Grundwasserleiter scheint signifikant produktiver zu sein als der Grundwasserleiter an der Oberfläche und hat bessere hydrochemische und organoleptische Eigenschaften.

5.2.3 Hydrodynamische Eigenschaften des Grundwasserleiters an der Oberfläche der Talsohle

**Leitfähigkeit**

Die Leitfähigkeit (T) des Grundwasserleiters an der Oberfläche der Talsohle im Bereich zwischen Frangart und Sigmundskron - die sich durch sehr variable Werte auszeichnet - wurde bereits in anderen Fachstudien, auf die hier verwiesen wird, bestimmt.

In der Tabelle sind die wichtigsten Erhebungspunkte zur lokalen Bestimmung der Leitfähigkeit (von Frangart in Richtung Sigmundskron) angegeben.

<b>Lokale Leitfähigkeit des Oberflächengewässers</b>	
<b><i>Erhebungspunkt</i></b>	<b><i>durchschnittliche Leitfähigkeit (m<sup>2</sup>/s)</i></b>
Piezometer S1/S5	$2 \div 3 \times 10^{-5}$
Piezometer S3	$5.0 \times 10^{-4}$
Piezometer S12	$7.5 \times 10^{-3}$
Piezometer S43	$1.0 \times 10^{-3}$
Piezometer S4	$1.0 \times 10^{-3}$
Piezometer S2	$3.0 \times 10^{-3}$

Eine synthetische Analyse der angeführten Daten zeigt, dass der oberflächliche Grundwasserleiter, der der Felserhebung anliegt, sehr niedrige Leitwerte und somit eine sehr niedrige Grundwassermobilität (fast statisches Grundwasser) aufweist. Die Werte steigen in Richtung Sigmundskron kontinuierlich an, halten sich jedoch stets im niedrigen Bereich.

### **Piezometrie**

*Um den Verlauf der piezometrischen Oberfläche des oberflächlichen Grundwassers im Einzugsgebiet Bozen 1 und der "Alten Deponie" (es handelt sich um das einzige Grundwasser, das in der Vergangenheit Schadstoffbelastungsprobleme aufgewiesen hat) zu rekonstruieren, wurden im September 2005 an 22 zu diesem Zweck eingerichteten Untersuchungspunkten (Piezometern und Brunnen) piezometrische Messungen durchgeführt.*

*[omissis]*

*Die Karte der piezometrischen Oberfläche stellt - jeweils zu einem bestimmten Datum - die Verteilung der hydraulischen Lasten und Potentiale dar. Im Falle eines nicht eingeschlossenen Grundwasserleiters entspricht die piezometrische Höhe der Höhe der Grundwasseroberfläche (hydrologische Aequipotentiallinien). Die Tafel 04B gibt die PIEZOMETRISCHE KARTE mit den im September 2005 gemessenen Werten wieder.*

*Aus der Karte ist die Hauptrichtung ersichtlich, in die das Grundwasser abfließt, senkrecht zu den Aequipotentiallinien. Dies ermöglicht es u.a., die Richtung zu bestimmen, in die sich eventuelle Schadstoffe verbreiten würden.*

*Die piezometrischen Karten zeigen einen eher ähnlichen Verlauf der Grundwasseroberfläche, was den geringen Einfluss der Messzeiten auf das generelle Verhalten des Grundwasserleiters in diesem begrenzten Bereich bestätigt. Die Karte zeigt, dass die untersuchte Zone eine Zone ist, in der*

die unterirdischen Abflüsse aus drei verschiedenen Zuführungsflächen zusammenfließen und sich vermischen: aus dem hydrogeologischen Etschbecken im Westen, aus dem Eisack-Talfer-Becken im Osten und aus den fluvioglazialen Hügeln von Girlan im Süden.

In der Frangarter Zone fließt das Grundwasser in nordwestlicher Richtung ab, um dann westlich die nördliche Richtung einzuschlagen. Dieser Verlauf ist durch den starken Einfluss der Zuführungsfläche der Girlaner Hügel erklärbar. Im Detail scheint der nordwestliche Verlauf in der Frangarter Zone innerhalb der Landesstraße von der Morphologie des Substrats abzuhängen, das hier eine geringe Tiefe hat (zwischen 10 und 25 m u.d.B.).

Gleichermaßen ist auch der hydraulische Gradient ( $i = 8 \times 10^{-3}$ ) dieser Fläche nicht nur auf die geringere relative Durchlässigkeit, sondern auch auf die abrupte Reduzierung der Dicke des Grundwasserleiters zurückzuführen.

In Richtung Norden mischt sich das Wasser aus dem Süden mit jenem aus dem hydrogeologischen Becken der Etsch, mit einer Drehung der Richtung nach Ost-Süd-Ost; ein wenig östlich davon dreht sich die Richtung unter dem Einfluss des unterirdischen Abflusses des Eisack-Talfer-Beckens - mit einer Abnahme des hydraulischen Gradienten aufgrund der signifikanten Zunahme der Durchlässigkeit - wieder nach Süden.

Die abrupte Drehung des Grundwassers schafft eine permanente unterirdische Dränierachse, die eine Barriere für den Abfluss in nordwestliche Richtung darstellt. Die Etsch stellt ein weiteres Limit mit aufgezwungenen Potential dar und hat - je nach Saison - eine dränierende oder zuführende Auswirkung auf das Grundwasser.

Was die tatsächliche Fortbewegungsgeschwindigkeit  $v_e^{11}$  des Oberflächengrundwassers anbelangt, können ausgehend von den piezometrischen Karten und den festgestellten lokalen Durchschnittswerten betreffend Leitfähigkeit und Durchlässigkeit sowie auf der Grundlage zuverlässiger Schätzungen in Bezug auf die Porosität folgende Zonen unterschieden werden:

Zone Frangart:  $v_e = 20 \div 150$  m/Jahr

Zone Sigmundskron:  $v_e = 150 \div 350$  m/Jahr

Zone Etsch-Eisack:  $v_e = 350 \div 1000$  m/Jahr

Es ist also wichtig zu beachten, dass in der Frangarter Innenzone das Grundwasser fast statisch ist, eine sehr langsame Wiederaufnahme hat und sich nur einige Dutzend Meter pro Jahr fortbewegt, und dass auch in Richtung Sigmundskron die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Grundwassers und somit auch eventueller Schadstoffe nicht über einige hundert Meter pro Jahr hinausgeht.

<sup>11</sup>  $v_e = (K \cdot i) / n_e$ , wobei: K = hydraulische Leitfähigkeit; i = hydraulischer Gradient;  $n_e$  = wirksame Porosität

Auf der Grundlage der oben erläuterten spezifischen Modellierung und der intrinsischen Eigenschaften des betreffenden Wasserleiters ist für uns - da keine anderen einschlägigen aktualisierten Daten vorhanden sind - das angeführte hydrogeologische Schema gültig.

### **5.3 Allgemeine Eigenschaften und hydrochemische Fazies des Grundwassers**

*Die Grundgewässer des Bozner Talkessels haben eine Bikarbonat-Kalzium- und in untergeordneter Weise Sulfat-Magnesium-Fazies.*

*Das untersuchte Gebiet zeigt auch unter dem chemischen Gesichtspunkt, dass sich hier unterirdische Abflüsse mischen, die aus drei verschiedenen Zuführungsflächen stammen, mit unterschiedlichen chemischen Eigenschaften des Grundwassers in Übereinstimmung mit den verschiedenen geochemischen und hydrogeologischen Prozessen.*

*Die geringen Abflussgeschwindigkeiten führen aufgrund der längeren Zeit, in der die Wassermoleküle und die Struktur des Wasserleiterbeckens im Kontakt stehen, zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass Austauschreaktionen stattfinden, was eine stärkere Mineralisierung der Gewässer bedingt. Die Präsenz von Torf in den Feinmaterialien der Filterschicht der Frangarter Zone erhöht deren chemische Kontrollfähigkeit, da dadurch das Redoxpotential in Grenzen gehalten wird und stark reduzierende Bedingungen geschaffen werden.*

*Umgekehrt ergibt sich daraus, dass die Gewässer, die in Grundwasserleiter mit größerer hydraulischer Leitfähigkeit zirkulieren - dies betrifft die Bereiche östlich und nordöstlich von Schloss Sigmundskron - eine geringere spezifische Salinität und elektrische Leitfähigkeit besitzen, da sie von Austauschphänomenen mit den Oberflächengewässern betroffen sind (Flüsse Etsch und Eisack).*

*Vorangehende Fachstudien<sup>12</sup> haben für die hydrogeologische Domäne der Etsch westlich von Sigmundskron und der Frangarter Zone durchschnittliche Werte in Bezug auf die spezifische elektrische Leitfähigkeit gemessen, die - je nach Jahreszeit - zwischen 700-800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  liegen und auf eine starke Mineralisierung des Grundwassers schließen lassen.*

*Die unterirdischen Gewässer, die aus der Zone der Hügel südlich von Frangart stammen, zeigen nur gering niedrigere Werte (600-700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).*

*In der Zone mit stärkerer Durchlässigkeit, die dem westlichen Rand der hydrogeologischen Domäne des Eisackflusses und des Talferbachs (östlich und nordöstlich von Schloss Sigmundskron) entspricht, ist der Anteil an gelösten Salzen signifikant niedriger, was zu entsprechend niedrigeren Werten in Bezug auf die elektrische Leitfähigkeit führt (300-400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).*

*Natürlich gibt es einen hydrogeologischen Übergangsbereich zwischen den Bereichen Etsch und Eisack, in welchem dazwischen liegende Leitfähigkeitswerte gemessen werden. Was die talseitige*

---

<sup>12</sup> Autonome Provinz Bozen, "Studio geologico ed idrogeologico per il risanamento delle discariche di R.S.U. ed industriali di Castelfirmiano (BZ)", Ber. Nr. 102/III/95, September 1995.

*Zuführung aus den oberflächlichen oder unterirdischen Gewässern des Sigmundskroner Felsrückens anbelangt, war deren spezifische elektrische Leitfähigkeit aufgrund der Tatsache, dass sie in Porphyrgesteinen zirkulieren, sehr gering (00-150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mit Werten, die jenen des Regenwassers in dieser Zone ähnlich sind.*

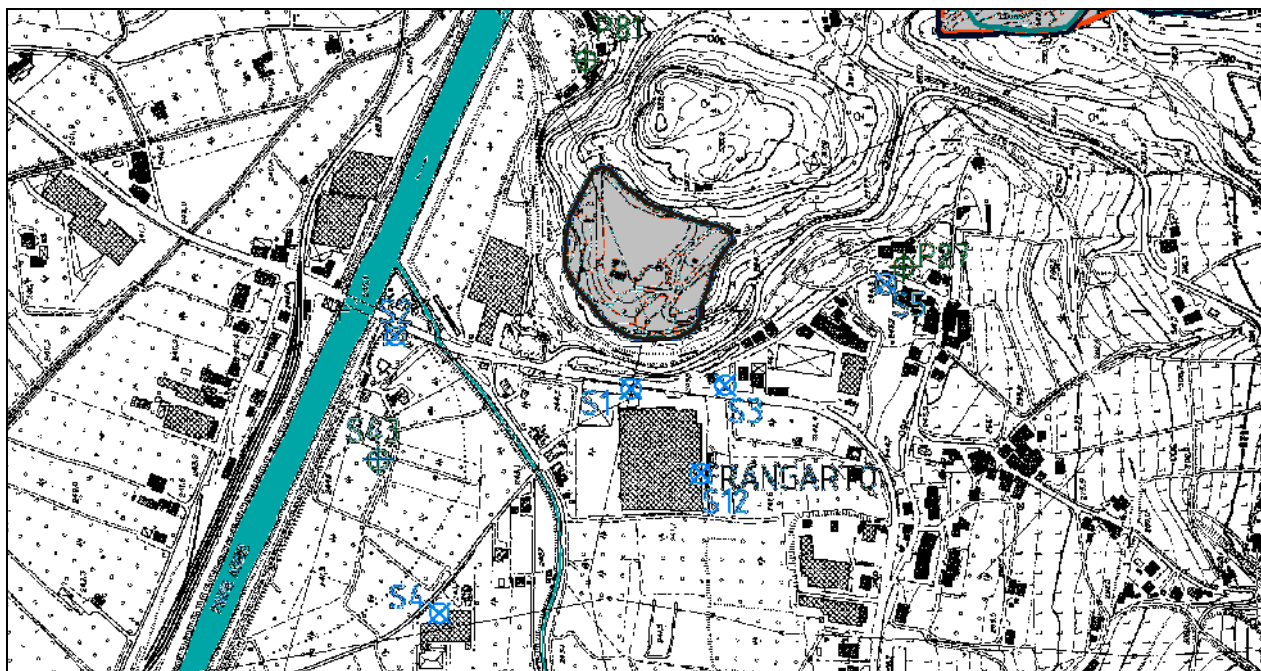
#### 5.3.1 Ökologischer Zustand der Wasserressource im Jahr 2014 - Frangarter Grundwasser

Wie aus dem oben beschriebenen hydrogeologischen Bezugsmodell hervorgeht, muss - angesichts der Tatsache, dass lokal ein frakturiertes Felssubstrat ohne ein echtes Grundwasser vorhanden ist - unter dem technisch-normativen Gesichtspunkt zur Bewertung der ökologischen Auswirkungen der Deponien (alte + neue) auf den Grundwasserleiter das sogenannten "Frangarter Grundwasser" als Umweltmatrix "hydrische Ressource" herangezogen werden. Besagtes Grundwasser wurde in der ersten Phase der Charakterisierung des gesamten Areals der Sigmundskroner Deponien (Alte Deponie und Neue Deponie) vertiefend untersucht.

Man siehe diesbezüglich die zahlreichen dazu verfassten Unterlagen, insbesondere Kap. 3.22 des zweiten Teils des Charakterisierungsplanes des Geländes (2007), auf den für weitere Details verwiesen wird.

Unter dem hydrochemischen Gesichtspunkt müssen hingegen die Daten der ständigen und vertiefenden Beobachtung herangezogen werden, die seit Anfang der 90er Jahre vom Amt für Abfallbewirtschaftung der Umweltagentur Bozen mittels Stichproben und chemischen Analysen der von den nachfolgend namentlich aufgelisteten 9 Kontrollpunkten entnommenen Wasserproben durchgeführt werden: S1, S2, S3, S4, S5, S12, S43, P27, P81 (Standorte gemäß Abbildung 9).





Für jeden oben genannten Punkt werden die zusammenfassenden Tabellen mit den verfügbaren Daten (Amt für Abfallbewirtschaftung der APB) wiedergegeben, gefolgt von spezifischen grafischen Ausarbeitungen, die - in Kontinuität mit vorangegangenen Arbeiten - den Verlauf der wichtigsten Indikatoren für jeden Piezometer zeigen.

[illegible]



PIEZOMETRO S2					Limiti	
					471/99	236/88
Data prelievo		08/10/2014				
Aspetto		limpido				
pH		7,2				6-9,5
Conduc. Elettr. Spec. (20°C)	µS/cm	570				
Durezza totale		°F				
COD (KMnO <sub>4</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l	2,1				5
COD (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l					
Ammoniaci	(NH <sub>4</sub> ) mg/l	0,17				0,5
Nitriti	(N) mg/l	<0,01			0,5	
Nitrati	(N) mg/l	<1				50
Fosfati	(P) mg/l					5
Solfati	(SO <sub>4</sub> ) mg/l	74			250	
Cloruri	(Cl) mg/l	12				200
Fluoruri	(F) mg/l	0,27			1,5	
Alluminio	(Al) µg/l				200	
Arsenico	(As) µg/l	4,6			10	
Cadmio	(Cd) µg/l	<0,5			5	
Cromo	(Cr) µg/l	<1			50	
Rame	(Cu) µg/l	<10			1000	
Ferro	(Fe) µg/l	1000			200	
Manganese	(Mn) µg/l	450			50	
Piombo	(Pb) µg/l	<1			10	
Zinco	(Zn) µg/l	88			3000	
Nichel	(Ni) µg/l	2,6			20	
Mercurio	(Hg) µg/l	<0,2			1	
Antimonio	(Sb) µg/l	<0,5			5	
Selenio	(Se) µg/l	<1			10	
Solventi clorurati		µg/l				
Oli minerali		µg/l			50	

[illegible]



## Piezometro S43

PIEZOMETRO S43															Limiti	
		21/06/1995	05/12/1996	04/12/2000	23/05/2003	21/09/2005	05/10/2006	06/06/2007	05/11/2008	11/11/2009	25/11/2010	23/11/2011	28/11/2013	08/10/2014	471/99	236/88
Data prelievo						limpido	legg. torb	limpido	limpido	limpido	limpido	limpido	non	non più		
Aspetto						7,13	7,15	7,24	7,1	7,2	7,1	7,1	accessibile	ritrovato		6-9,5
pH				7,05		1070	1060	1030	1000	1100	1090	1100	causa	causa		
Conduc. Elettr. Spec. (20°C)	µS/cm	1140	1130	1160		1070	1060	1030	1000	1100	1090	1100	causa	causa		
Durezza totale	°F	74	77	82		67	66	68	70	73	68	60	stoccaggio	costruz.		
COD (KMnO <sub>4</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l	2,1	3,3	2,6		2,5	3,1	2,4	2,8	2,2	3,6	2	colonne	edificio		5
COD (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l						<15							Consorzio		
Ammoniaci	(NH <sub>4</sub> ) mg/l	1,8	1	0,27		0,66	1,2	1,3	0,54	0,56	0,8	0,34		di		0,5
Nitriti	(N) mg/l	<0,01	0,01	0,009	0,037	<0,01	<0,01	<0,01	0,021	<0,01	<0,01	<0,01		Bonifica	0,5	
Nitrati	(N) mg/l	<0,5	1,4	4,8		<1	<1	<0,5	<1	<5	<1	<1				50
Fosfati	(P) mg/l	<0,05	0,06	0,11		0,06	0,13			0,06	0,06	0,15				5
Solfati	(SO <sub>4</sub> ) mg/l	245	270	290	326	220	230	180	150	170	160	180			250	
Cloruri	(Cl) mg/l					20	28	29	36	51	60	70				200
Fluoruri	(F) mg/l	0,3		0,35	0,374	0,2	0,39	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4				1,5
Alluminio	(Al) µg/l				56	<10			<4	<4	12					200
Arsenico	(As) µg/l	<5	<10	<20	5	5	6,1	11	3,8	4,8	11	10				10
Cadmio	(Cd) µg/l	1,8		<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,5				5
Cromo	(Cr) µg/l	<5		<20	<1	<1	0,7	0,4	<0,2	<0,2	0,7	<1				50
Rame	(Cu) µg/l	<5		<20	2	<4	<4	<10	13	2	6	<10				1000
Ferro	(Fe) µg/l	18	60	28	489	250	330	1300	230	650	1100	1500				200
Manganese	(Mn) µg/l	865	830	560	1219	720	630	760	610	650	590	800				50
Piombo	(Pb) µg/l	<5		<20	<20	<1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,6	<1				10
Zinco	(Zn) µg/l	<50		<20	19	3	2,2	<10	2,4	1,9	9	5,5				3000
Nichel	(Ni) µg/l		18		24	9	9,1	6,6	2,9	3,1	4,3	3,1				20
Mercurio	(Hg) µg/l	<0,5		<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2				1
Antimonio	(Sb) µg/l				<1	<0,5	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	0,2	<0,5				5
Selenio	(Se) µg/l				<3	<1	<0,5	<0,5	0,8	0,7	0,6	<1				10

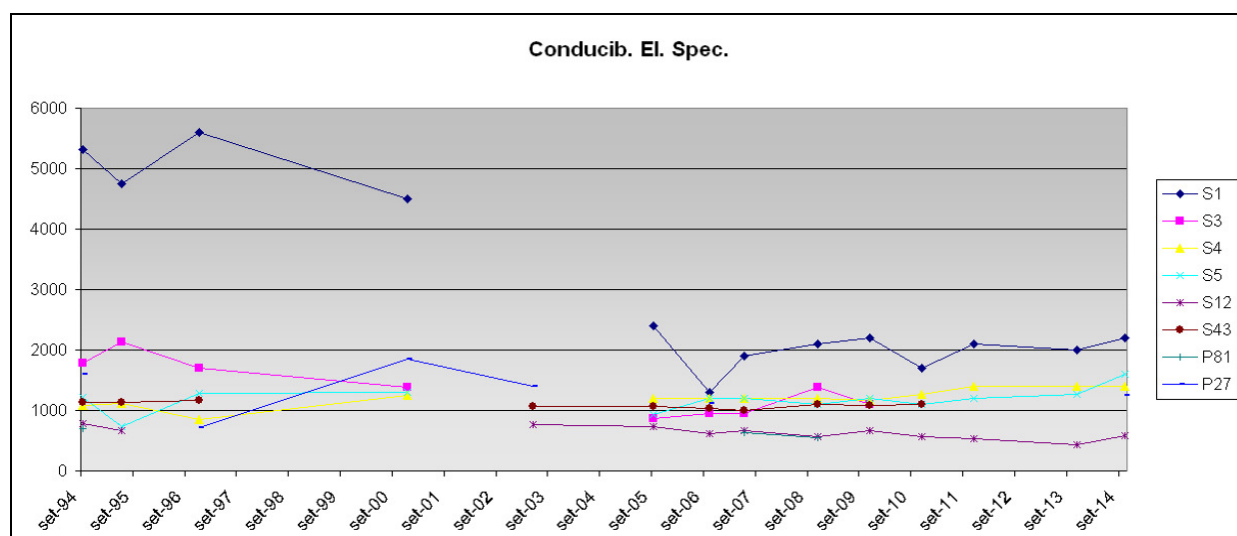
## Schacht P27

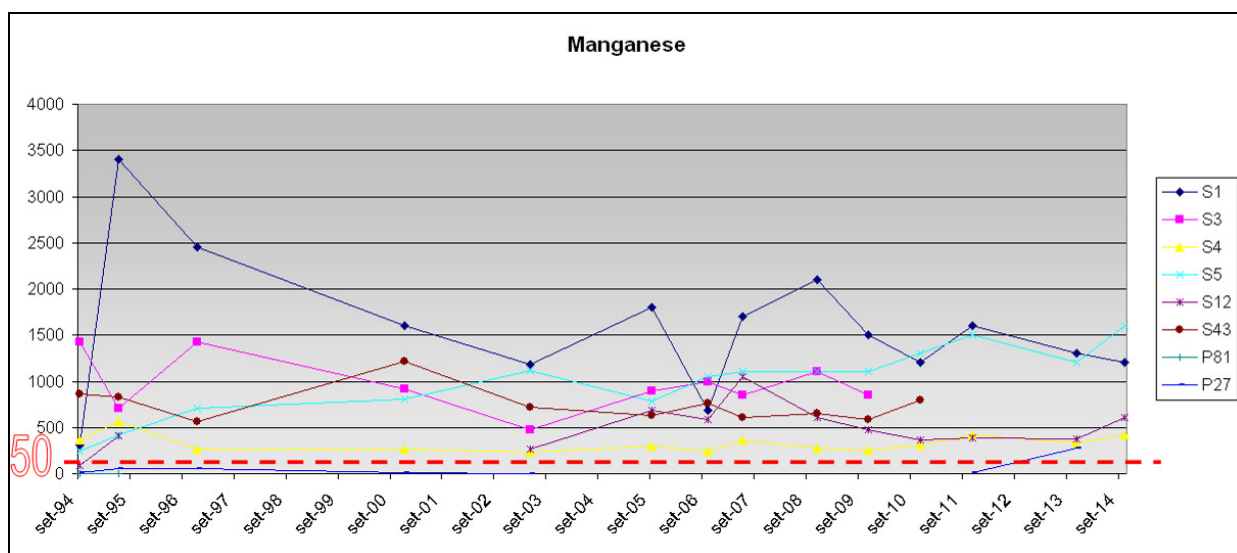
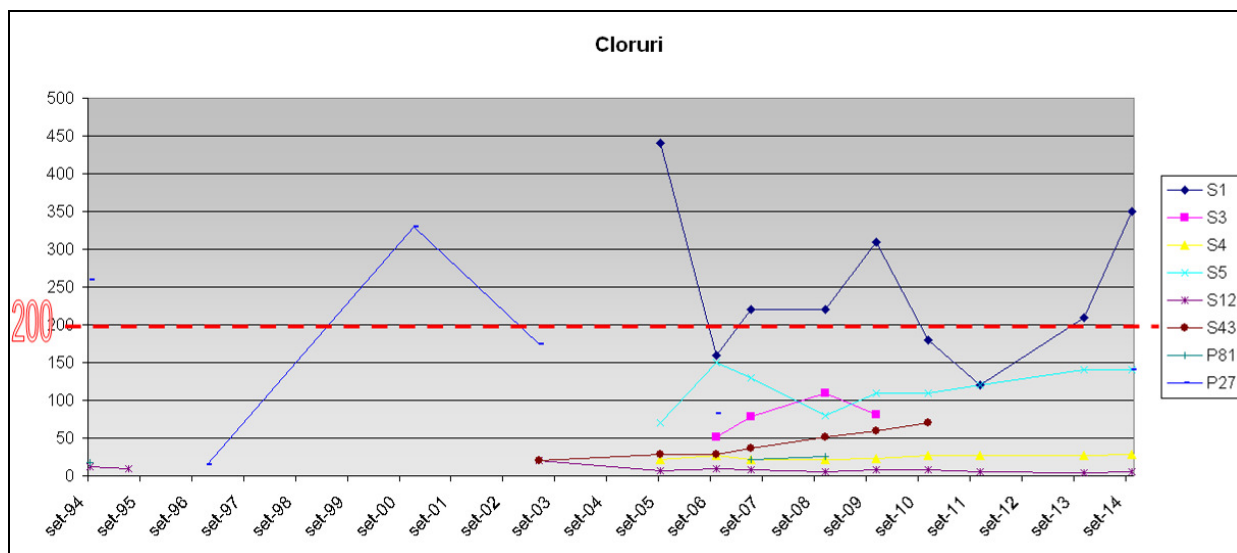
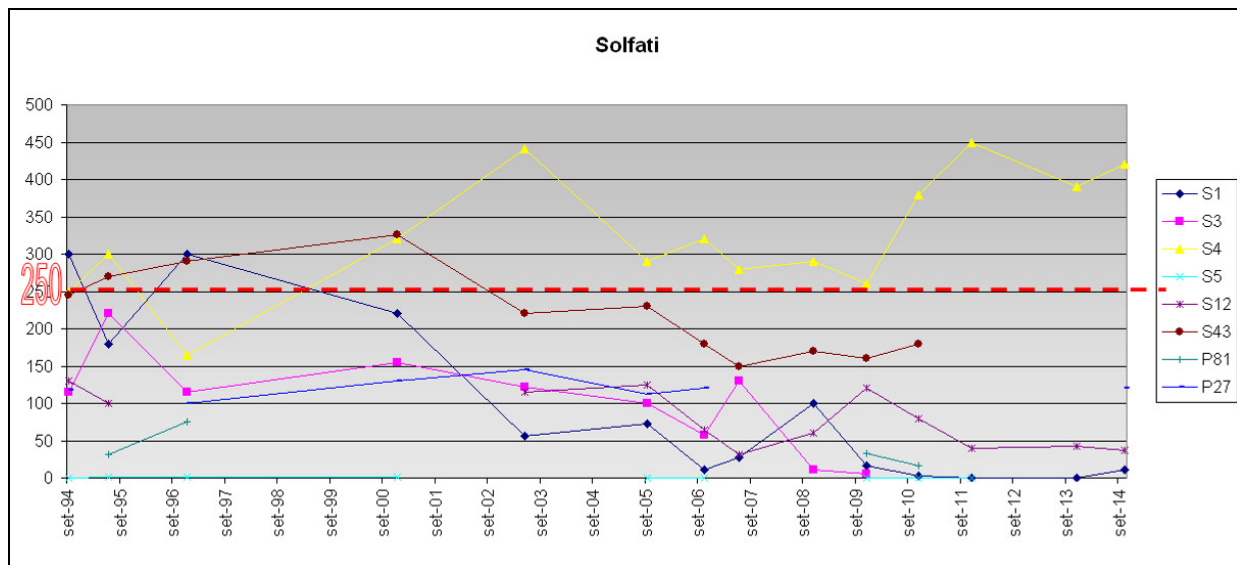
POZZO SPITALER ALFRED - P27											Limiti	
	28/04/1993	21/06/1995	05/12/1996	04/12/2000	14/03/2002	23/05/2003	23/09/2005	28/11/2013	08/10/2014		471/99	236/88
Data prelievo												
Aspetto												
pH		7,06	7,41	7,25	7,09	7,54		6,96	7,2	7,1		6-9,5
Conduc. Elettr. Spec. (20°C)	µS/cm	1 600	720	1850	1 400	870		1110	1250	1600		
Durezza totale	°F	60,9	39	70	56	45		53	53	57		
COD (KMnO <sub>4</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l	3,44	1	3,1	4,8	1,6		1,5	3,1	1,9		5
COD (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	(O <sub>2</sub> ) mg/l											
Ammoniaci	(NH <sub>4</sub> ) mg/l		0,12	<0,1	0,21	0,66		<0,02	0,16	0,08		0,5
Nitriti	(N) mg/l	0,033	0,013	<0,01	0,061	0,019	0,018	<0,01	0,21	0,06	0,5	
Nitrati	(N) mg/l	57	22	82	78	34		53	52	46		50
Fosfati	(P) mg/l	0,26	0,17	0,31	0,55	0,65						5
Solfati	(SO <sub>4</sub> ) mg/l	118	100	130	145	105	113	120	120	130	250	
Cloruri	(Cl) mg/l	260	15	330	175	57		83	140	280		200
Fluoruri	(F) mg/l	0,4	0,2		0,7	0,15	0,7	0,6	0,7	0,7	1,5	
Alluminio	(Al) µg/l			40			54	<10				200
Arsenico	(As) µg/l				<20	<20	2	2	6,1	5,4	10	
Cadmio	(Cd) µg/l	<5	<0,5		<0,5	<2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5	
Cromo	(Cr) µg/l	<5	<0,5		<20	<20	1	<1	1,6	<1	50	
Rame	(Cu) µg/l	13	5		<20	<20	5	<4	<10	<10	1000	
Ferro	(Fe) µg/l	1630	35	<50	<20	<20	65	<4	<10	<10	200	
Manganese	(Mn) µg/l	<2	6	60	53	70	7	<4	15	280	50	
Piombo	(Pb) µg/l	<5			<20	<20	<1	<1	<1	<1	10	
Zinco	(Zn) µg/l		<50		<20	<20	15	12	2,8	3,8	3000	
Nichel	(Ni) µg/l			16			2	6	1	2,3	20	
Mercurio	(Hg) µg/l	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,2	1	
Antimonio	(Sb) µg/l						<1	<0,5	<0,5	<0,5	5	
Selenio	(Se) µg/l						<3	<1	<1	<1	10	
Solventi clorurati	µg/l											
Oli minerali	µg/l										50	

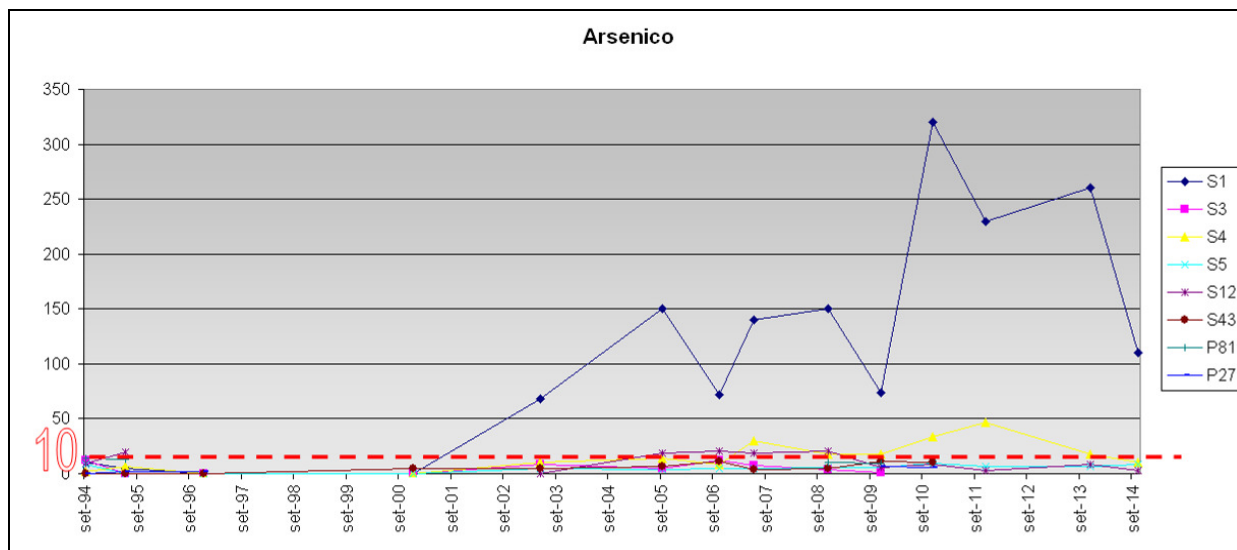
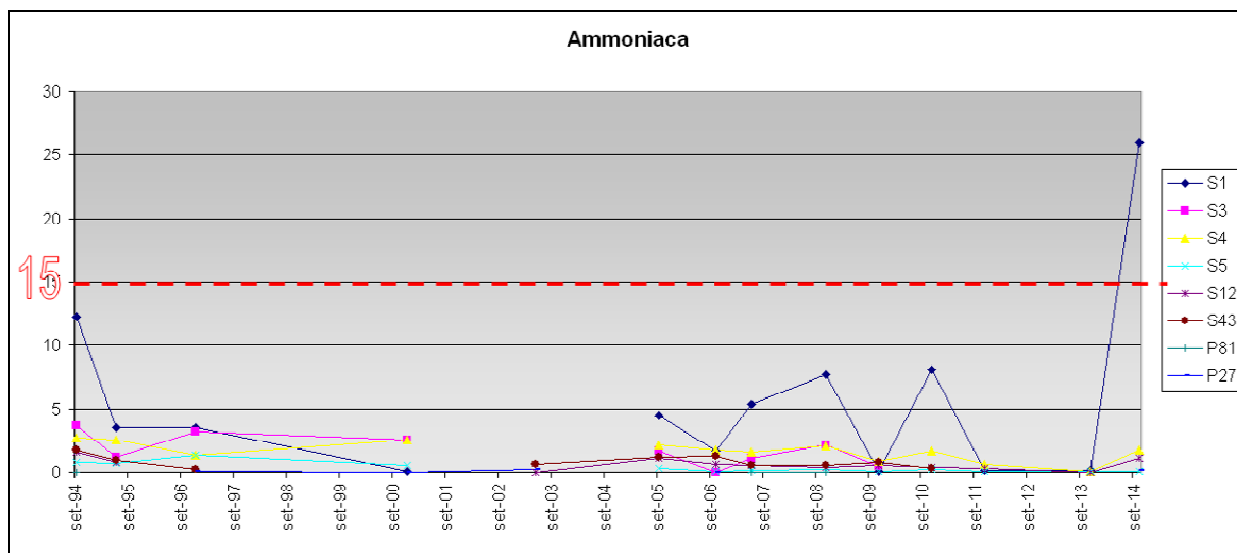
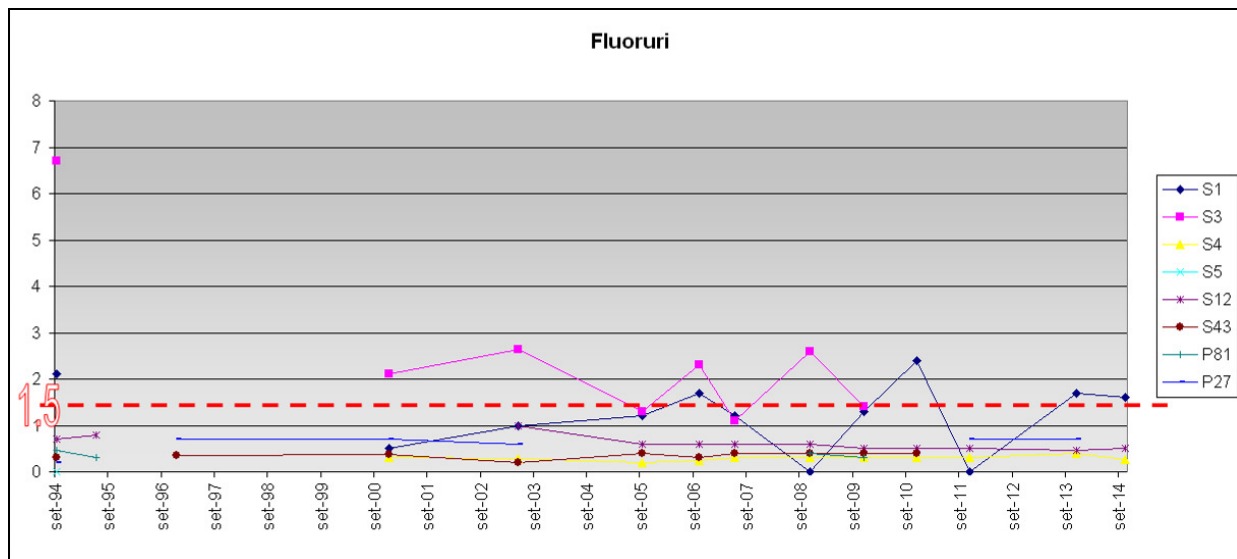
### Schacht P81

POZZO OBERRAUCH ANTON - P81					Limiti	
					471/99	236/88
Data prelievo	23/05/2003	23/09/2005	28/11/2013	08/10/2014		
Aspetto						
pH		7,32	7,5	7,2		6-9,5
Conduc. Elettr. Spec. (20°C)	µS/cm	700	640	550		
Durezza totale	°F	40	37	26		
COD (KMnO <sub>4</sub> ) (O <sub>2</sub> )	mg/l	3,5	3	1,6		5
COD (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) (O <sub>2</sub> )	mg/l					
Ammoniacca (NH <sub>4</sub> )	mg/l		<0,02	<0,02	<0,02	0,5
Nitriti (N)	mg/l	0,041	<0,01	0,01	<0,01	0,5
Nitrati (N)	mg/l		32	18	2,3	50
Fosfati (P)	mg/l					5
Solfati (SO <sub>4</sub> )	mg/l	31,8	75	33	17	250
Cloruri (Cl)	mg/l		18	22	26	200
Fluoruri (F)	mg/l	0,453	0,3	0,4	0,3	1,5
Alluminio (Al)	µg/l	78	<10			200
Arsenico (As)	µg/l	14	13	10	9	10
Cadmio (Cd)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5
Cromo (Cr)	µg/l	<1	<1	1,6	<1	50
Rame (Cu)	µg/l	12	<4	<10	<10	1000
Ferro (Fe)	µg/l	56	7	55	23	200
Manganese (Mn)	µg/l	<3	<4	2	3,1	50
Piombo (Pb)	µg/l	<1	<1	<1	<1	10
Zinco (Zn)	µg/l	29	7	15	8,7	3000
Nichel (Ni)	µg/l	3	4	2,5	1,4	20
Mercurio (Hg)	µg/l	<0,1		<0,2	<0,2	1
Antimonio (Sb)	µg/l	2	1,9	1,4	1,3	5
Selenio (Se)	µg/l	<3	1	1,7	<1	10
Solventi clorurati	µg/l					
Oli minerali	µg/l				50	

### DATENVERARBEITUNG in grafischer Form







## ZUSAMMENFASSENDE KRITISCHE ANMERKUNGEN

Die Einsicht in die verfügbaren Daten, für welche es eine gute grafische Aufstellung gibt, die ca. 20 Jahre deckt (1994-2014) und aus denen auch die über die Zeit im Bereich Sigmundskron (Neue und Alte Deponie) durchgeführten Eingriffe (Dichtwände, Dränagen, Abdeckungen usw.) hervorgehen, ermöglicht es, folgende Aspekte hervorzuheben:

- Der Wert der **spezifischen elektrischen Leitfähigkeit** ist in allen Punkten stabiler geworden.
- Der Wert der **Sulfate** zeigt - mit der Ausnahme des Messpunktes S4, der sich in einiger Entfernung von der Porphyryplatte in der Frangarter Zone befindet - einen absteigenden Trend hin zu stabileren niedrigeren Werten. Besagter Wert scheint einen schwachen oder keinen Bezug zu den Schadstoffen des Deponiegelände zu haben (schwache oder keine Kontamination).
- Auch die Werte der **Chloride** und des **Arseniums** zeigen einen Trend hin zur Stabilisierung - mit der Ausnahme des Piezometers S1, der sich am Fuße des Deponiehügels befindet, und zwar auf der Höhe von einer der zwei vorhandenen strukturellen Frakturen (die nachfolgend beschrieben werden), was wahrscheinlich die Ursache für die markanten Konzentrationsschwankungen (Cl) und Wertzunahmen (As) ist.
- Die Konzentrationswerte von **Mangan**, **Fluoriden** und **Ammoniak** zeigen einander ähnliche Trends - es sei denn, es besteht irgendwelche nicht bestätigte Messanomalie - d.h. eine Stabilisierung über die Zeit.

**Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Daten insgesamt einen Trend hin zur Stabilisierung der Werte zeigen, mit der Ausnahme der Messstation S1, die grundsätzlich schwankende Werte aufweist, die auf die Präsenz eines Infiltrationsweges zurückzuführen sind. Der genannte Infiltrationsweg wird nachfolgend vertiefend beschrieben.**

### **5.4 Lokales hydrogeologisches Modell - Alte Deponie**

Unbeschadet der Anmerkungen, die im vorhergehenden Abschnitt 5.3 in Bezug auf das Frangarter Grundwasser gemacht worden sind, muss hinsichtlich des lokalen hydrogeologischen Modells der Alten Deponie darauf hingewiesen werden, dass dieses Thema bereits vertiefend im Rahmen der Charakterisierungsphase 2007 (Dokument in der Anmerkung 2, auf den für weitere Details verwiesen wird) behandelt wurde, und zwar durch die Anschaffung aller morfolologischen und hydrogeologischen Daten, die für die Ausarbeitung des Modells notwendig waren.

Die im Jahr 2014 durchgeführten ergänzenden Untersuchungen haben (auch dank der detaillierten geomechanischen Erkundung der Fläche, s. Kap. 5.1) zur Verfeinerung des hydrogeologischen Bezugsmodells geführt.



Wie aus den nachfolgenden Fotos ersichtlich, ist die Scherzone KK2 in beiden Formationen kontinuierlich vorhanden, während die Scherzonen KK3 und KK1 in der Grieser Formation verschwinden oder abnehmen und zu einer Scherung zweiten Grades werden.

Es ist außerdem wichtig hervorzuheben, dass die Formation von Auer eine weit offene Scherung aufweist und deswegen sehr viel durchlässiger ist als die darunter liegende Grieser Formation, die generell geschlossen ist und deswegen eine geringe oder nullwertige Durchlässigkeit hat.



**Abbildung 10:** *Abbildung der beiden unterschiedlichen Lithologien; wie man sehen kann, sind beide Einheiten von senkrechten Spalten gekennzeichnet. Genau so sichtbar ist der Unterschied im Öffnungsgrad der Brüche, was zu einer unterschiedlichen Durchlässigkeit der beiden Einheiten führt.*

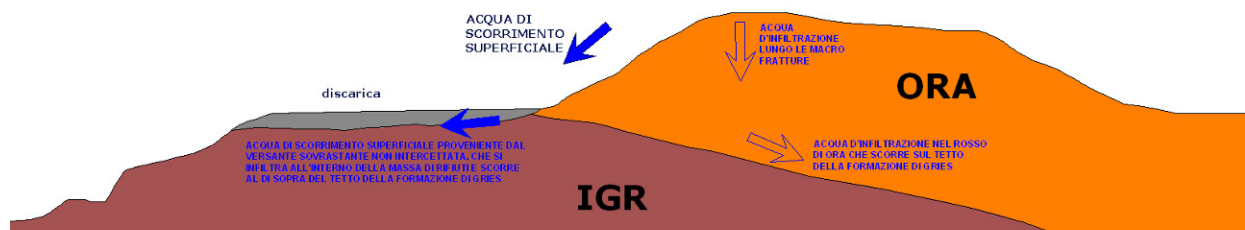
Die ergänzende Untersuchung im Jahr 2014 hat zudem zur Entdeckung von zwei strukturellen Elementen geführt, die zuvor nicht erkannt werden konnten, da damals das Lidar-Modell noch nicht zur Verfügung stand.

Längs dieser Linien findet eine Zunahme der Sickerung von Regenwasser statt, das vom "Hügel" von Schloss Sigmundskron in Richtung des Deponiematerials abfließt. Davon ist später eingehender die Rede.

Zusammenfassend kann die geologisch-geomechanische Situation des Geländes wie folgt beschrieben werden:

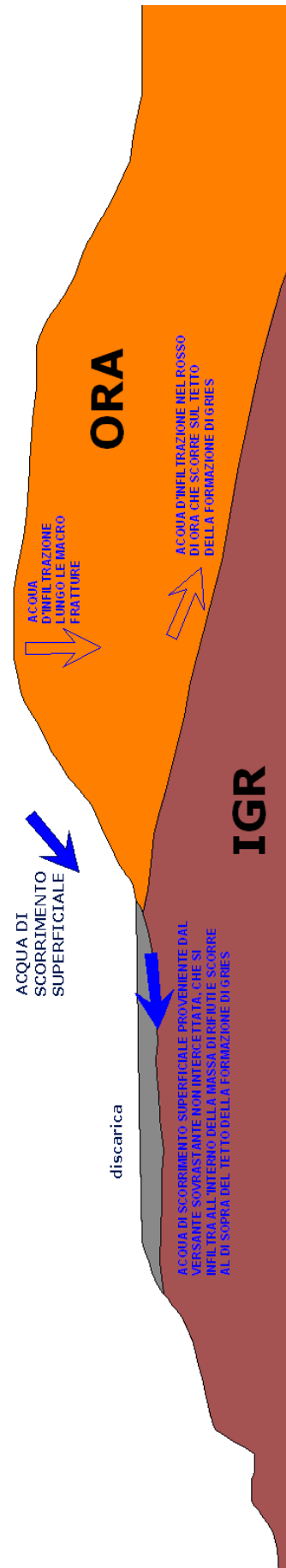
- Es bestehen zwei Tälchen mit Richtung N340 und N300, die das Regenwasser sammeln und in Richtung "Alte Deponie" leiten.
- Es besteht eine Diskontinuitätsfläche zwischen den zwei stratigraphischen Einheiten (ORA-IGR), die in süd-südöstlicher Richtung verläuft und eine Neigung von 20-25° hat.
- Es sind drei Hauptscherzonen vorhanden; die wichtigste verläuft subvertikal (KK2).

Diesbezüglich wird auf die Tafel Nr. 5 verwiesen, die die aktualisierten geomechanischen Erhebungen zusammenfasst.



**Abbildung 11: Vereinfachtes geologisches Modell des Geländes der alten Deponie. Die Richtung des SEZIONE ist 310°N. Die zwei verschiedenen Sickerungswege des Wassers sind hervorgehoben. Sickerwasser: dringt durch die Felsmasse von Auer (durchlässiger) und wird dann von der Decke der Grieser Formation (undurchlässiger) aufgefangen. Oberflächliches Fließwasser: Regenwasser, das nicht in den Boden dringt und durch das Areal der alten Deponie rinnt (Ausfluss in N-NW-Richtung).**

Das verfeinerte lokale hydrogeologische Modell bestätigt, dass an den Nord- und Osthängen der Deponie signifikante Sickerwasseraufkommen zu verzeichnen sind. Das generelle hydrogeologische Modell des Frangarter Grundwassers, das Gegenstand eingehender Untersuchungen und Beobachtungen war und ist, wird dadurch jedoch nicht verändert.



## 5.5 ENDGÜLTIGES KONZEPT

Die Inhalte dieses Kapitels ergänzen und vertiefen die Inhalte des Kapitels 5 des Dokuments "2° Parte del Piano di Caratterizzazione" (2007), das bereits in den vorangehenden Untersuchungsphasen einen Entwurf zum endgültigen Konzept enthielt, das in Bezug auf den Deponiekörper die früheren Hypothesen bestätigte:

*"[omissis]*

- *Deponie mit Industrieabfällen mit einem Gesamtvolumen von ca. 332.000 m<sup>3</sup>*
- *Gesamtfläche der Deponie: 42.000 m<sup>2</sup>*
- *derzeit bedeckte Fläche (Hülle): 13.800 m<sup>2</sup>*
- *durchschnittliche Dicke der Abfälle in der zentralen Zone 15-18 m*
- *Art der Abfälle: signifikante Schichten von Schadstoffen und industriellem Schutt*
- **Kontamination durch PAK, Schwermetalle, Fluoride**
- *keine Pflanzenschutzmittel (Phytopharmaka)*
- *geringer Anteil an Siedlungsmüll"*

Die Anzahl der Mittel (Sondierungen, Gräben, Stichproben), die im Laufe der Zeit (2007-2014) eingesetzt wurden, um das Gelände zu charakterisieren, kann aus der nachfolgenden Übersicht entnommen werden:

- $4+3 = \mathbf{7 \text{ Sondierungen mittels kontinuierlicher Kernbohrungen}}$  mit einer Durchschnittstiefe von 12-15m bis zum Felssubstrat,
- $10+7 = \mathbf{17 \text{ geoökologische Gräben}},$
- $29+15+10+1 = \mathbf{\text{insgesamt 55 analysierte Stichproben.}}$

Obwohl die Abfälle, aus denen sich die "Alte Deponie" zusammensetzt, aufgrund ihrer spezifischen Geschichte (anthropogene Herkunft) im Wesentlichen heterogener Art und chaotisch geordnet sind, geht aus den o.g. Untersuchungen auf einer weiteren Skala hervor, dass die vorhandenen Abfälle eine grundsätzliche "Homogenität" aufweisen: eine lokale Unterteilung der verschiedenen umweltschädlichen Materialien (Kontaminationsquellen) innerhalb des Gesamtvolumens hat somit keinen Sinn.

Es ist offensichtlich, dass die chaotische und zufällige Natur der Abfallzulieferungen keine Unterteilung des Deponiekörpers in Unterzonen (mit spezifischen Eigenschaften) zulässt. Im Gegenteil: gerade die "Summe der Zufälligkeiten" bewirkt die o.g. übergreifende "Homogenität" der Deponie.

Was die Angemessenheit der Anzahl der Untersuchungspunkte im Vergleich zur Fläche der Deponie (42.000 m<sup>2</sup>) anbelangt, wird der Vollständigkeit halber auf den Anhang 2 des bereits genannten DLH Nr. 1072/05 i.g.F. hingewiesen, der folgende Vorgaben enthält:

< 10.000 m<sup>2</sup>: mindestens 5 Punkte

**10.000 - 50.000 m<sup>2</sup>: von 5 bis 15 Punkte**

50.000 - 250.000 m<sup>2</sup>: von 15 bis 60 Punkte

250.000 - 500.000 m<sup>2</sup>: von 60 bis 120 Punkte

> 500.000 m<sup>2</sup>: mindestens 2 Punkte je 10.000 m<sup>2</sup>

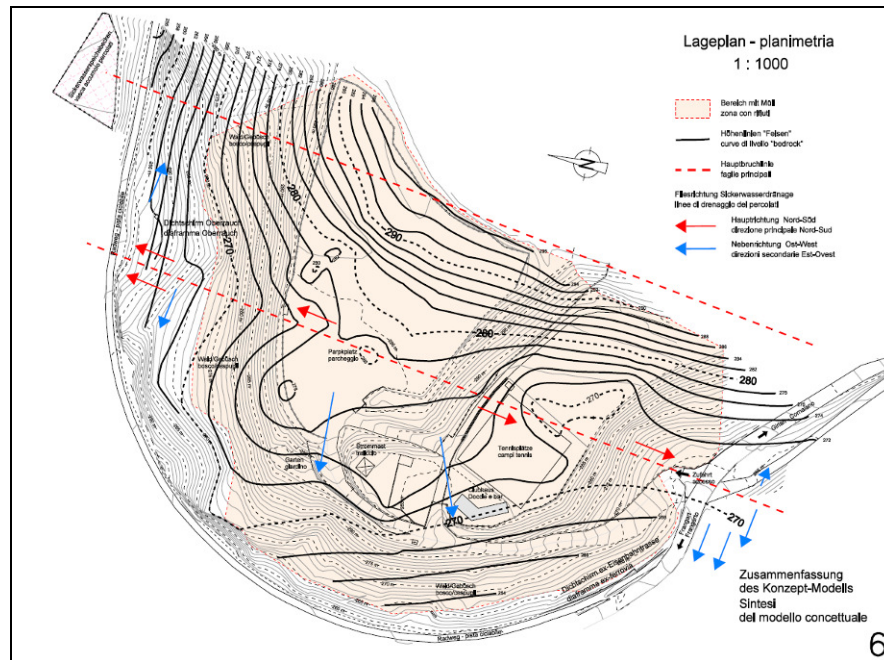
Im Dokument aus dem Jahr 2007 wurde zudem auf der Grundlage der damals verfügbaren Daten und Wissens Elemente eine erste Rekonstruktion des Bedrockverlaufes als Basis für die Bestimmung der Migrationswege der Schadstoffe ausgehend von den Migrationswegen der Sickergewässer vorgenommen:

*"Die Morphologie des Felssubstrats und die Ergebnisse der Untersuchungen haben die Präsenz eines Wasserscheidesystems und von zwei Bruchlinien in Richtung N-S bestätigt.*

- *Die wichtigste davon, die westlicher verläuft und von der bereits in den vorangehenden Arbeiten die Rede war, ist direkt für das Sickerwasser in der Zone des Lagers Oberrauch verantwortlich und indirekt - da das Sickerwasser hier quer durch Brüche rinnt, die durch den Spannungsverlust der Randporphyre entstanden sind - für jenes, das in die Zone beim Anfang der Straße, die zur Deponie hinaufsteigt (in der Nähe der Unterführung für Fahrräder) mündet.*
- *Die andere Bruchlinie verläuft östlicher, in der Nähe des Hanges, der die Nomadensiedlung einschließt, und sie ist für die Sickerungen in der Umgebung des Oberrauchhofes verantwortlich.*
- *Die genannte Wasserscheide kann - da es sich um ein Element relevanter morphologischer Bedeutung handelt - verantwortlich für die Migration von Sickerwasser sein, das im mittleren Teil der Deponie entsteht und westlich abfließt (Zone der Gräben T6 und T7). Dieser Grundverlauf, der dank nicht invasiver Untersuchungen eruiert wurde, ermöglicht es, die Ursachen der Sickerwasservorkommnisse in besagter Zone besser zu verstehen."*

Die Bedeutung der zwei tiefen Bruchlinien, deren Verlauf 2007 entdeckt wurde (sie laufen ca. parallel in Richtung N-S, s. rote Punktlinie), wurde für so stark erachtet, dass man davon ausging, dass sie die Fließrichtung beeinflusse (rote und blaue Pfeile), und zwar gemäß dem nachfolgenden Schema:





**Abbildung 12 - Zusammenfassung des Konzepts (Bedrock), Jahr 2007**

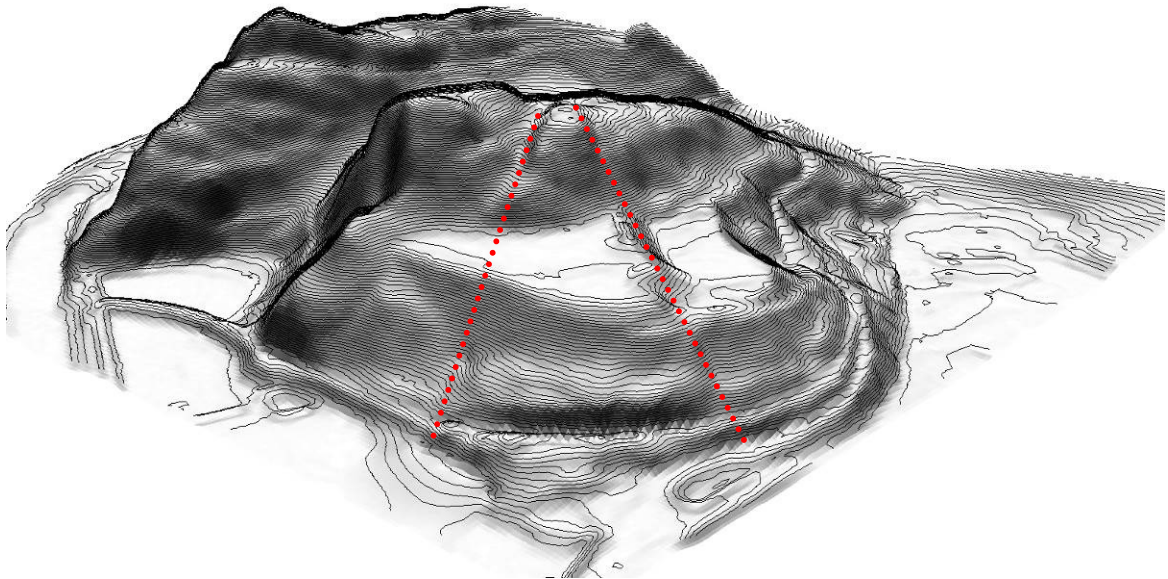
**Angesichts der neuen Elemente, die dank der 2014 durchgeführten Untersuchungen hervorgegangen sind, kann dieses Konzept nun aktualisiert werden.**

Wenn einerseits die Informationen in Bezug auf die räumliche Dimension und auf das Volumen der Deponie ausgehend vom Verlauf des Felssubstrats bestätigt werden konnten - dies gilt auch für die Informationen in Bezug auf die Art und die Natur der Materialien (Abfälle), aus denen der Deponiekörper besteht - so muss andererseits das hydrogeologische Modell auf lokaler Ebene den neuen Erkenntnissen angepasst werden.

Zu berücksichtigen dabei sind insbesondere die korrekte Interpretation der neuen Informationen, die aus den zusätzlichen bodentechnischen Untersuchungen hervorgegangen sind, die Analyse des erst seit Kurzem verfügbaren Lidar-Modells (digitales Modell des Bodens, "bereinigt" von anthropischen Einwirkungen und Vegetationsmantel) sowie die zusätzlich durchgeführten Feldanalysen und Lokalaugenscheine, die es ermöglichen, mit Sicherheit die Details der Bedrockmorphologie und der 2007 berechneten Abflusslinien zu bestimmen, was dazu geführt hat, dass der Verlauf von einer der Hauptbruchlinien (die westliche) der lokalen Porphyryplatte berichtigt wurde.

Das Lidar-Modell hat sichtbar gemacht, dass mindestens zwei wichtige tektonische Strukturen vorhanden sind, die am Berghang der Deponie in Richtung Schloss Sigmundskron gut sichtbar sind,

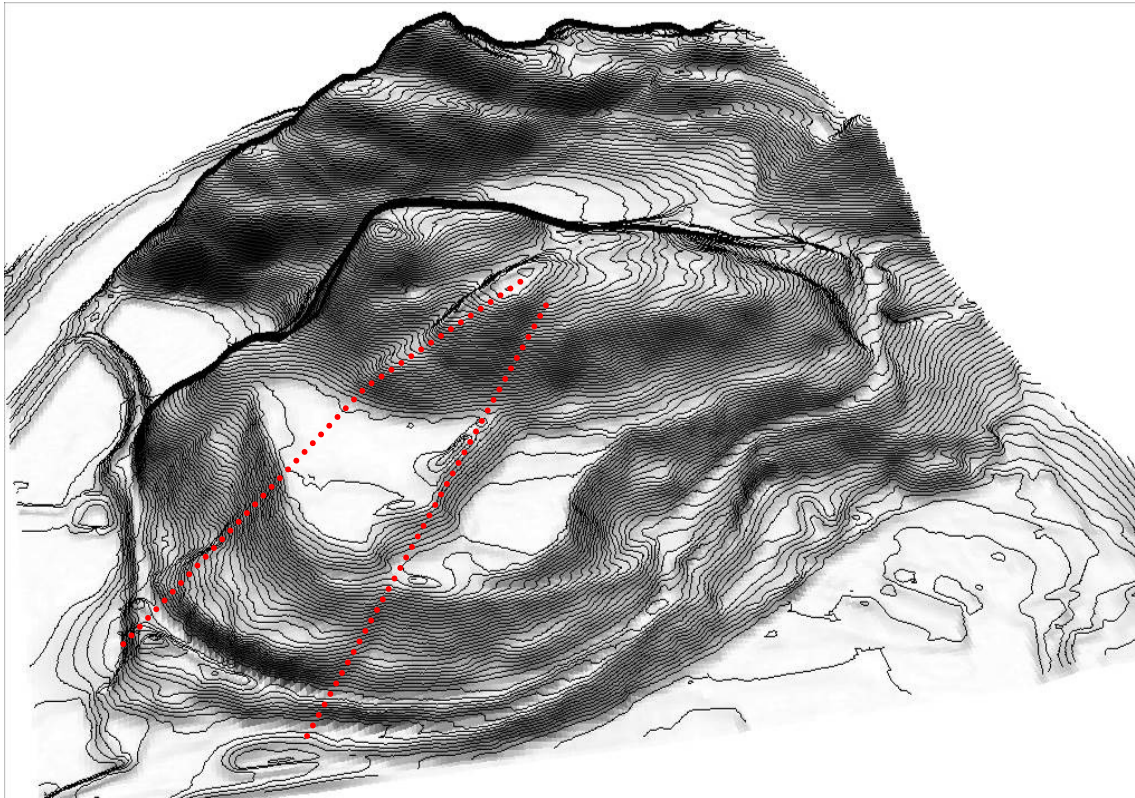
während sie bei der ehemaligen Nomadensiedlung durch die dicke Abfallschicht des Deponiekörpers teilweise verdeckt sind.



**Abbildung 13a - Alte Deponie Sigmundskron - Wichtigste strukturelle Anordnungen (von Westen her)**

Besagte Strukturen tauchen am Fuße der Deponie wenig über dem Radweg wieder auf; die erste längs der Nord-Nordwest-Seite und die zweite längs der Westseite. Sie sind - auf einer tiefen Ebene - für die signifikanten Regenwasserzuflüsse verantwortlich, die in den Deponiekörper einsickern und auf bedeutsame Weise zur Bildung von Sickerwasser beitragen, das von der Deponie Richtung Frangarter Eben abfließt.





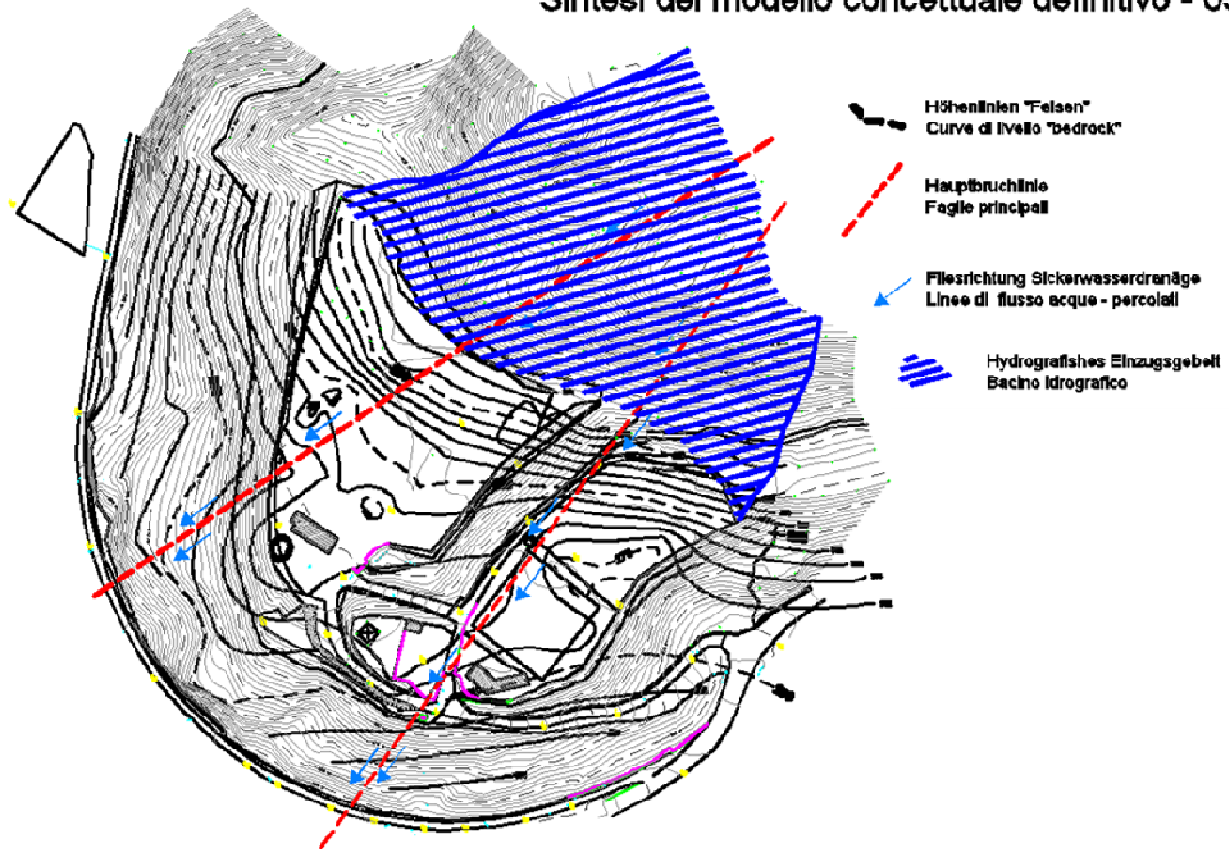
**Abbildung 13a - Alte Deponie Sigmundskron - Wichtigste strukturelle Anordnungen (von Südwesten her)**

Es ist deswegen äußerst wichtig, diese Migrationswege durch geeignete BERGSEITIGE Auffangeinrichtungen zu unterbrechen, damit das Regenwasser aufgehalten wird, noch bevor es in die Abfälle sickert.

Dieser Eingriff wird nach Fertigstellung der Versiegelung mittels Mehrschicht-Capping der gesamten Deponieoberfläche zur fast gänzlichen Beseitigung der Einsickerung von Wasser in die Abfälle und somit zur drastischen Reduzierung der Sickerwasserbildung führen.

Die zwei vorherigen Abbildung sind darstellender Art. Eine detaillierte grafische Wiedergabe des aktualisierten endgültigen Konzepts findet sich in der einschlägigen Tafel 05.

## Sintesi del modello concettuale definitivo - 05



*Abbildung 14 - Zusammenfassung des endgültigen Konzepts 2015*

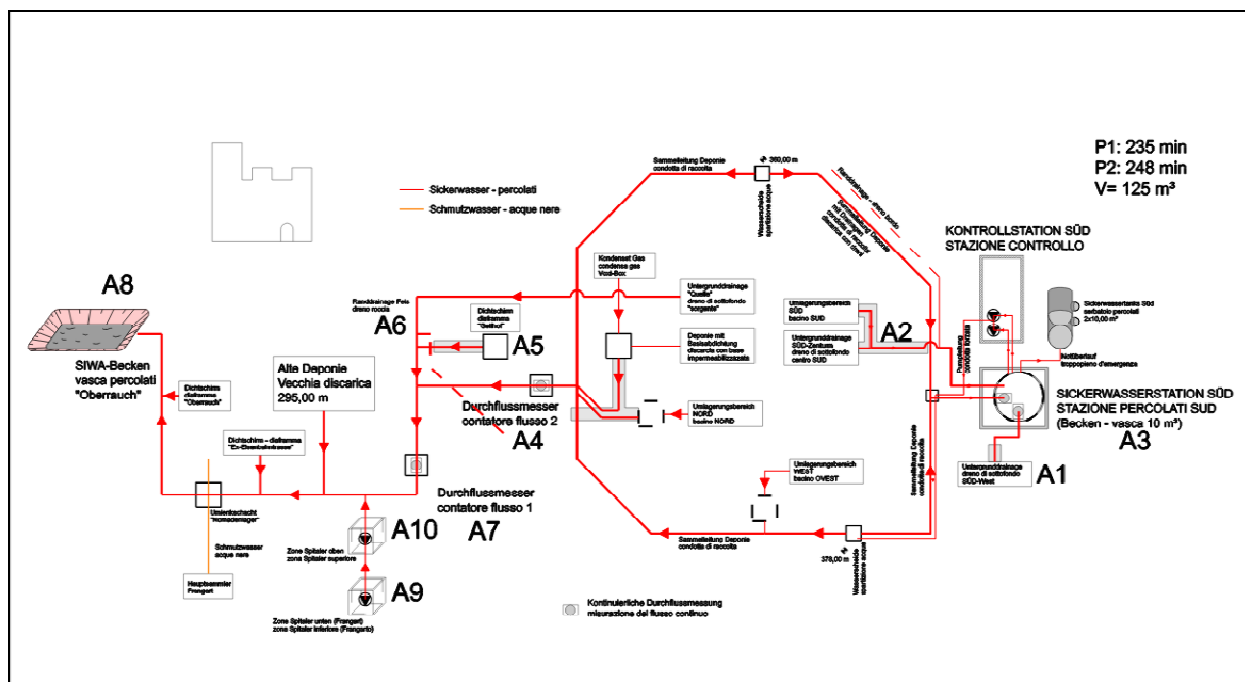
### 5.6 Quantitative Bemerkungen zur Sickerwasseraufnahme/-entsorgung

Ein wichtiger Aspekt des endgültigen Konzepts betrifft die Kontamination des Frangarter Grundwassers. Durch die verschiedenen Sammelsysteme, die in den Becken der "Neuen Deponie" und der "Alten Deponie" installiert wurden, konnten - auch in Verbindung mit dem wichtigen Capping-Eingriff zur Versiegelung der Neuen Deponie - die Sickerwassermengen über die Jahre gemessen werden.

Die Daten betreffend die Sickerwassermengen wurden ausgehend von verschiedenen, nicht immer homogenen Elementen (z.B. die entsorgten Mengen, die Anzahl der Betriebsstunden der Pumpen, der Stromverbrauch der Pumpen usw.) verarbeitet. Es handelt sich um Daten, die teilweise abgeleitet und teilweise direkt von den mit der Instandhaltung/Kontrolle des Sammelnetzes beauftragten Personen geliefert wurden. Obwohl sie nicht ganz frei von Ungenauigkeiten sind, geben sie trotzdem hinreichend Aufschluss über das Gesamtverhalten des Systems.

Unter dem konzeptuellen Gesichtspunkt muss berücksichtigt werden, dass einigen Daten zwar direkt und mit Sicherheit entweder auf das Becken der "Neuen Deponie" (ND) oder auf jenes der "Alten Deponie" (AD) bezogen sind, andere hingegen differentiell abgeleitet wurden.

Nachfolgend geben wir die konzeptuellen Bezüge hinsichtlich des gesamten Sammelnetzes wieder, sowie eine Tabelle der gesammelten Mengen im Verhältnis zu den technischen Eingriffen, die zwischen 2001 und 2014 durchgeführt wurden, und zu den durchschnittlichen Niederschlägen pro Jahr.



**Abbildung 15 - Schema des Nestzes, das der Aufnahme des Sickerwassers der Alten und Neuen Deponie dient**

\*) stimato in quanto probabile danno della rete di raccolta sulla vecchia discarica

Gerade aus diesem Grund werden die vorgesehenen Capping-Eingriffe und die Arbeiten zur Unterbrechung der bergseitigen Sickerwege zu einer signifikanten Reduzierung auf 2-4% der Regenwassermenge führen, die in den Deponiekörper einsickert und Ursache des Sickerwassers ist, das das Frangarter Grundwasser verunreinigt.

## 6. VERFAHREN ZUR EINSCHÄTZUNG DES GESUNDHEIT- UND UMWELTRISIKOS

Wie bereits im Kapitel 1 - Einführung angedeutet, müssen im Falle einer "Bonifizierung mit Sicherstellung" die einschlägigen gesetzlichen Vorgaben berücksichtigt werden, die eine Einschätzung des nach dem Eingriff verbleibenden Gesundheits- und Umweltrisikos mittels einem anerkannten Verfahren zur Risikoanalyse (RBCA) vorschreiben.

Im vorliegenden Fall wurde besagtes Verfahren <sup>(13)</sup> bereits in den vergangenen Jahren hinsichtlich des Frangarter Grundwassers abgewickelt, da sich dort die Auswirkungen der gesamten Deponie Sigmundskron (Alte und Neue Deponie) konzentrieren und in diesem Kontext die Kontaminationsquelle nicht in zwei unterscheidbaren "Unterkategorien" getrennt werden kann.

Da die genannte Arbeit gegenwärtig immer noch gültig ist, weil Kontext und Umweltbedingungen gleich geblieben sind, scheint es nicht richtig, ein neues Verfahren zur Einschätzung des Gesundheits- und Umweltrisikos einzuleiten. Es wird deshalb vorgeschlagen, den hydrochemischen Zustand des Grundwassers von Frangart auch in den nächsten Jahren weiterhin unter Beobachtung zu halten (Monitoring), im Einklang mit den Vorgaben des zuständigen Amtes für Abfallbewirtschaftung der Landesumweltagentur.

Der Vollständigkeit halber geben wir nachfolgend die Schlussbemerkungen wieder, die im technischen Bericht enthalten sind, den die Umweltagentur im Rahmen des Streitfalls betreffend die "Neue Deponie Sigmundskron" erarbeitet hat und der de facto auch für die Umweltproblematik der Alten Deponie gilt.

### "Abschließende Bemerkungen"

*Das Projekt schlägt angesichts der Besonderheiten des Grundwasserleiters und des Ausmaßes des kontaminierten Volumens sowie der Reduzierung der Kontaminationsquelle aufgrund der durchgeführten Bonifizierungsarbeiten vor, den Zustand des Frangarter Grundwassers unter regelmäßiger Kontrolle zu halten und eventuell ein System von hydraulischen Barrieren einzurichten, doch nur, wenn sich die Lage signifikant verschlechtern sollte. Die obigen Bemerkungen wurden im Genehmigungsdokument des Amtes für Abfallbewirtschaftung wieder aufgegriffen und umformuliert.*

*Das Amt hat zudem eine regelmäßige Beobachtung des Grundwassers durchgeführt und so festgestellt, dass die Situation seit Jahren stationär ist und deswegen gegenwärtig keine weiteren Eingriffe (Einrichtung hydraulischer Barrieren) notwendig sind.*

- Weitere Bemerkungen betreffend die Risikoanalyse mit Anwendung auf das Frangarter Grundwasser
  - Beim Software RBCA angewandtes Modell



Das Modell, das für die Berechnung der Verteilung der Schadstoffe im Grundwasser angewandt wurde (Domenico P.A. An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species; 1987), ist ein Standardmodell für Risikoeinschätzungen (es ist Teil der RCBA-Software und wird auch vom Amt für Abfallbewirtschaftung benutzt), das sich für ein Grundwasser mit freiem Spiegel gut eignet. Es ist jedoch nicht imstande, die Eigenschaften eines Grundwassers wie jenes von Frangart, das einem eingeschlossenen Grundwasser ähnlich ist, optimal wiederzugeben. Die Verteilung der Schadstoffe entspricht schon allein aus diesem Grund nicht genau der zu überprüfenden Wirklichkeit.

- Die Grenzwerte für Arsenium

Ein weiterer Aspekt betrifft die Grenzwerte, die im Falle von Grundwasser bei einer Risikoanalyse in Bezug auf den Parameter Arsenium anzuwenden sind. Die für die Einschätzung des Risikos benutzte Software ist sehr vorsichtig, insbesondere was die krebserregenden Parameter anbelangt. Wiederholt man die Risikoanalyse aus dem Jahr 2003, um Zielwerte für die Bonifizierung des Grundwassers festzulegen, erreicht man einen objektiven Wert (SSTL) von  $5,70E-05$  mg/l, der weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwert für Trinkwasser liegt ( $1,00E-02$  mg/l) und sehr viel geringer als die Durchschnittswerte ist, die in Südtirol bei Trinkwasser, das mit Sicherheit nicht verseucht ist, üblich sind.

Wendet man einen anderen Ansatz an und legt man für die Bonifizierung des Grundwassers den Grenzwert (SSTL) von  $3,00E-03$  mg/l fest, verkleinert sich die Zone mit Trinkwasserverbot von 3.800 m auf zirka 400-500 m.

Diese Vertiefungen wurden von der Umweltagentur selbst durchgeführt. Dem vorliegenden Projekt sind beide Risikoanalysen beigelegt (Anlage 7 und 8).

Run 1): Diese Risikoanalyse wurde anhand der selben Parameter und mit dem selben Software durchgeführt, das im Juni 2003 benutzt wurde. Sie dient der Festlegung der Zielwerte der Bonifizierung, die ein akzeptables Risikoniveau gewährleisten würden.

Run 2): Diese zweite Analyse setzt im Vergleich zur ersten Bonifizierungszielwerte fest, die 1/3 des Arseniumgrenzwerts bei Trinkwasser sind. Es handelt sich um einen Wert, der oft bei Trinkwassern vorkommt, die mit Sicherheit nicht kontaminiert sind. Es wird somit der Grenzwert von 3 Mikrogramm pro Liter angewandt.

➤ **All dies vorausgeschickt ist die Antwort auf die eingangs gestellte Frage folgende: Die Kontamination des Grundwassers beschränkt sich auf einen Teil des Frangarter Grundwassers und ist aller Wahrscheinlichkeit nach an die noch bestehende Sickerung von Schadstoffen aus der Alten Deponie gebunden. Das Land wartet zur Zeit darauf, dass die Gemeinde Bozen das Einreicheprojekt für die Bonifizierung dieser Fläche (die nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts ist) ausarbeitet. Es besteht keine Gefahr für das Bozner Grundwasser. Die Auflagen der Genehmigung vom 29.11.2005 sind bislang ausreichend."**

<sup>13</sup> Geologia e Ambiente KG (2003): "PROGETTO DI RISANAMENTO DELLA DISCARICA DI CASTELFIRMIANO - ADEGUAMENTO AL D.M. 471/99 – PROCEDURA DI ANALISI DI RISCHIO - Rel. 800/2/03 - Auftraggeber: Autonome Provinz Bozen

## 7. VORANMERKUNGEN FÜR DIE PROJEKTIERUNG

### 7.1 *Territoriale Einordnung des Standortes*

Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln mehrmals wiederholt, ist es nach der Sicherstellung der sogenannten "Neuen Deponie Sigmundskron" (abgeschlossen im Jahr 2011) notwendig, auch die "Alte Deponie Sigmundskron", die grundsätzlich mit der Fläche der ehemaligen Nomadensiedlung, dem gegenwärtigen Tennisplatz und den anliegenden Zonen (Privatparkplatz "Dallo Specchio") bis zum Radweg zu bonifizieren. Es handelt sich um Flächen, die sich zum Großteil im Eigentum der Gemeinde Bozen befinden.

Auch dieser Eingriff entspricht einer "Bonifizierung mit Sicherstellung", genauer einer "dauerhaften Sicherstellung" der gelagerten Abfälle. Es bedarf dieser Art von Eingriff, da eine gänzliche Bonifizierung des Geländes nicht möglich ist und deswegen technische Lösungen angewandt werden müssen, die die Konatmination unter Kontrolle halten und die negativen Auswirkungen auf die Umwelt minimieren.

Wie bereits im Abschnitt 3.3 "Kurzer zeitlicher Überblick über die Geschichte der Alten Deponie" erläutert, wurden in Bezug auf das gegenständliche Gelände bereits ab den 80er Jahren lokal begrenzte Eingriffe zur Sammlung von Niederschlägen und Sickerwasser an den nordwestlichen und südlichen Rändern der Fläche durchgeführt.

Seit ein paar Jahren wird eine ständige Zunahme der Sickerwassermengen verzeichnet, die am Fuße des Hügels der "Alten Deponie" gesammelt und dem "Oberrauchbecken" zugeführt werden. Die Spitzenwerte werden dabei längs der Nordseite der Deponie verzeichnet, wo sich bergseits auch eine Art Kehlrinne der Terrasse mit der ehemaligen Nomadensiedlung befindet. Dieses Thema wurde bereits im Kapitel 5.6 behandelt, auf dem hier verwiesen wird.

Nun aber zurück zur Situation der "Alten Deponie": Vor der Niederlassung der Gäste (Nomadensiedlung) gab es dort eine Grünwiese - wo sich damals ein Schießstand befand - die über dem Capping (Abdichtungsmantel, ca. 1 m Tiefe) verwirklicht worden war. Die Niederschläge und das Sickerwasser drangen durch die Erde bis zu den Drainagen oberhalb der Bodenabdichtungsmembrane, die mit einem Sammelbecken für Niederschlagswasser verbunden waren, der sich talwärts an der Nordseite der Deponie befand.

Anlässlich der Einrichtung der Nomadensiedlung im Jahr 2000 wurde der o.g. Deckmantel (Capping) während der Verwirklichung verschiedener Fundamente und Zubehördienste manipuliert. Zudem fand im Jahr 2004 ein Brand statt, der zur Zerstörung eines Großteiles der Holzbaracken führte. Wahrscheinlich wurde dabei auch das Abdichtungs- und Wassersammlungssystem weiter beschädigt.

Die Annahme liegt nahe, dass einige der oben genannten Ereignisse und/oder ihre gemeinsame Auswirkung zur derzeitigen Situation beigetragen haben, die sich durch eine beträchtliche Produktion von Sickerwasser auszeichnet, deren Bewirtschaftung mit hohen Kosten für die Gemeinde Bozen verbunden ist. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die gegenständliche ehemalige Deponie eine signifikante Menge von flüssigen Emissionen mit bedeutsamen Auswirkungen auf die Umwelt, die Umgebung und den Fuß des Hügels verursacht.

Um dieses Umweltproblem zu bewältigen, wurden in der Vergangenheit drei verschiedenen projektmäßige Lösungsvorschläge analysiert und bewertet.

## **7.2    *Bereits bewertete Bonifizierungs-/Sicherstellungsvorschläge***

### **7.2.1    Zusammenfassung der evaluierten Eingriffshypothesen**

Im Laufe der Ausarbeitung des Dokuments "STUDIO VARIANTI DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA" wurde die Machbarkeit folgender Hypothesen überprüft:

➤ **HYPOTHESE 1 - Gänzliche Bonifizierung mit Entfernung der gesamten Abfälle**

Diese Hypothese sieht den übergreifenden Aushub der Fläche, die eventuelle chemische-physikalische-thermische Behandlung der Abfälle vor Ort, ihren Abtransport und ihre Entsorgung (mit teilweisem Recycling der Materialien) an einem anderen Ort vor (Beispiel: Hügel Bozen Süd) vor.

Der Eingriff kann wie folgt zusammengefasst werden:

- betroffene Abfallmenge: ca. 332.000 m<sup>3</sup>, entspricht ca. 597.600 Tonnen;
- starke Auswirkung auf die Umwelt während der Ausführungs- und Transportphase, hinterlässt ein landschaftliches "Vakuum";
- nach Abschluss der Arbeiten stünde eine Freifläche von ca. 29.000 m<sup>2</sup> ohne Umweltauflagen zur Verfügung.

➤ **HYPOTHESE 2 - Bonifizierung mit dauerhafter Sicherstellung (mit geringfügiger interner Remodellierung des Abfallkörpers)**

Diese Hypothese sieht die Sicherstellung der Abfälle mittels Aushub und Reprofilierung der instabilen Flanken mit Verschiebung der Abfälle in der Baustelle; Abdichtung der Deponiefläche einschließlich der Flanken.

Der Eingriff kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Regulierung und Entfernung des unterirdischen Wassers, das von Außen kommt;
- Umlagerung einer kleineren Menge von Abfällen und teilweise kontaminierter Erde;
- begrenzte Auswirkung auf die Umwelt während der Ausführung der Arbeiten;

- nach dem Eingriff stünde eine renaturierte Oberfläche auf verschiedenen flachen, terrassierten Ebenen zur Verfügung.

➤ **HYPOTHESE 3 - Bonifizierung mit dauerhafter Sicherstellung (mit signifikanter Verschiebung der Abfälle)**

Diese Hypothese sieht die Sicherstellung der Abfälle mittels übergreifendem Aushub und interner Verschiebung des Mülls innerhalb der Baustelle, Anhäufung desselben und oberflächliche sowie seitliche Abdeckung der verschobenen und angehäuften Materialien.

Der Eingriff kann wie folgt zusammengefasst werden:

- betroffene Abfallmenge: ca. 70.000-80.000m<sup>3</sup>, entspricht ca. 100.000 Tonnen;
- signifikante Asuwirkung auf die Umwelt während der Ausführung der Arbeiten;
- nach dem Eingriff stünde eine renaturierte Oberfläche auf einer einzigen, flachen Ebene, mit einer Größe von ca. 17.000 m<sup>2</sup> zur Verfügung.

### 7.2.2 Fazit und damalige Vorentscheidung

Wie aus dem Sitzungsprotokoll vom 04.07.2013 hervorgeht, der von Dr. Geol. Mauro Platter der Gemeinde Bozen verfasst wurde, befürwortete der Stadtrat folgende Eingriffshypothese:

#### **BONIFIZIERUNGSHYPOTHESE Nr. 2**

### 7.3 **Begründung der endgültigen Projektauswahl**

Auch innerhalb des "Bonifizierungshypothese 2" waren verschiedene Lösungen möglich, die teilweise in Bezug auf die nach Abschluss der Arbeiten erzielte Morphologie (Form und Volumen) voneinander abwichen.

Bei der Ausarbeitung des Projektes wurde versucht, die verschiedenen Aspekte zusammenzufassen, die bei dieser Art von Eingriffen zusammenspielen: Es handelt sich um technische, wirtschaftliche, umweltbezogenen und landschaftliche Aspekte, die nachfolgend vertieft werden. Das Grundkonzept geht davon aus, dass das gesamte zu bonifizierende Areal zwar Gegenstand eines übergreifenden, einheitlichen Umweltproblems ist, aber Katasterparzellen unterschiedlicher Art (öffentliche und private Parzellen) mit teilweise voneinander abweichenden Abfallansammlungsgeschichten beinhaltet.

Aus diesem Grund wurden die Projektlösungen, die das gesamte Gelände (öffentliche + private Flächen) betreffen, unter besonderer Berücksichtigung der Formoptimierung ausgearbeitet: Das

Erzielen von kompakten Endformen bietet die meisten Vorteile - sowohl während der Ausführungsphase als auch während des "Lebens" des Bauwerks; dabei ist die Minimierung des Verhältnisses zwischen Oberfläche und Volumen besonders vorteilhaft.

Nachfolgend werden die verschiedenen Begründungen technischen, wirtschaftlichen, umweltechnischen und landschaftlichen Charakters aufgelistet, die zur angewandten Lösung geführt haben. Für Details in Bezug auf die Projektentwicklung wird auf den technischen Projektbericht - R3 verwiesen.

#### **> Technische Begründungen**

Unter den verschiedenen möglichen Projektlösungen wurde jene bevorzugt, die folgende Möglichkeiten bietet:

- keine zu steilen oder zu hohen Erdwände;
- geringere Anzahl an Zwischenbermen/Terrassen;
- gute Zugänglichkeit des gesamten Areals, sowohl während der Arbeiten (Baustelle) als auch langfristig während der Instandhaltungen;
- Vermeidung von kritischen Punkten wie Rändern und Kanten, die typischerweise zu lokalisierten Stabilitäts- und Abdichtungsproblemen führen.

#### **> Technische Begründungen**

- kleinstmögliches Ausmaß an abzudichtenden Flächen (die Abfälle sollen von den Randzonen bis zu einer Dicke  $\text{vin} < 1,5 \text{ m ca.}$  abgetragen werden) zur Reduzierung der Kosten des Abdichtungsmantels;
- so wenige Terrassen wie möglich, um Probleme an der Abdichtung zu vermeiden: Reduzierung der Kosten für die Verwirklichung der Baustellenwege und entsprechende Reduzierung eventueller Instandhaltungs-/Wiederherstellungskosten betreffend den Abdichtungsmantel an Stellen mit Neigungswechsel;
- zu stark bewegte Flächen werden vermieden (geringes Verhältnis Oberfläche/Volumen): Gesamtreduzierung der Eingriffskosten;
- gute Zugänglichkeit und optimale Arbeitsbedingungen für die Fahrzeuge und Maschinen, Vermeidung von Konfigurationen mit komplexer Verwirklichung, die die Endkosten steigen lassen würden: Minimierung der Gesamtkosten;
- vollständige Nutzbarkeit der bestehenden Sportanlage (Tennisplätze mit entsprechenden Zubehörflächen); die entsprechende Teilfläche soll auf einer gleichen, ebenen Höhe gehalten



werden: optimaler Ertrag für die Gemeinde unter dem Gesichtspunkt der Bereitstellung eines relevanten öffentlichen Dienstes (Sport).

#### > **Umwelttechnische Begründungen**

- es soll vermieden werden, die Abfälle an einen anderen Standort zu transportieren, um weniger umwelt- und gesundheitsbezogenen Probleme, die mit dem Auf- und Abladen und dem Transport des Materials auf öffentlichen Straßen verbunden sind, zu schaffen und den entsprechenden Mehrverkehr sowie die daran gebundenen Unannehmlichkeiten zu vermeiden;
- effizienter Abfluss des Regenwassers, insbesondere jenes, das von den Hängen abfließt, um so das Einsickern in den Abfallkörper sowie Stauungen oder extrem feuchte Zonen zu vermeiden;
- gute Anklebung des Abdichtungsmantels an den Felsgrund sowohl bergseits als auch an den Seiten, um den Abfallkörper endgültig vom Außenumfeld abzuschotten;
- umgebender Wall zur Abstützung des neuen Fußes des Deponiekörpers mit verstärkender Wirkung und seitlicher Einschließung des Abfallkörpers.

#### > **Landschaftliche Begründungen**

- keine zu starke Erhöhung der neuen morphologischen Spitze, größere halbebene Fläche, verfügbar für andere Zwecke;
- keine zu offensichtliche Kegelstumpfform: morphologischer und landschaftlicher Vorteil;
- Nachahmung der natürlichen Form des Hügels mit Reprofilierung des oberen Teils der Fläche durch Aufdämmung ("Eselsrückenform") zur Anpassung an die natürliche Morphologie des Hintergrunds.

Angesichts der Ergebnisse der Untersuchungen und des entsprechenden endgültigen Konzepts wird es für wesentlich erachtet, **DIE BONIFIZIERUNGSARBEITEN IN MEHREREN PHASEN AUFZUTEILEN**, um durch die DRINGENDE Verwirklichung des Systems zur Sammlung des Ober- und Unterflächenwassers, das von der Bergseite abfließt, sowie durch die Eingriffe an der Nordseite des Geländes, wo die gefährlichsten Wasseraufkommen verzeichnet werden, die Sickerungen und die Bildung von Sickerwasser insgesamt gleich in der ersten Phase auf signifikante Weise zu reduzieren.

Bozen, im Mai 2015