SANIERUNGEN IN DER PROVINZ BOZEN

RENATO PALAIA

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente

Die Publikation dient zur
Dokumentation der Sanierungen, die von der
Autonomen Provinz Bozen zwischen 1980 und 2010
in den Gewerbegebieten mit ehemaliger
Industrietätigkeit durchgeführt wurden.

Autor

Dr. Ing. Renato Palaia

Dr. Ing. Renato Palaia war von 1974 bis 2008 in der Abteilung für öffentliche Arbeiten tätig. In den letzten 14 Jahren leitete er das Amt für Infrastrukturen in der Funktion als Amtdirektor. Im Zuge der Erschließungsarbeiten für die Gewerbegebiete von Landesinteresse, hat Renato Palaia als Bauleiter und Projektsteurer zwischen 1990 und 2008 die Bodensanierungen auf verschiedenen kontaminierten Flächen ausgeführt, welche aufgrund der ehemaligen industriellen Tätigkeit verunreinigt worden sind.

Herausgeber

Autonome Provinz Bozen - Südtirol
Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt

Stand

März 2015

Grafik

Giulia Palaia für IELLOPEIPER
www.iellopeiper.com

Druck

Druckerei Grafidea
www.grafideabolzano.it
gedruckt auf 100% Recyclingpapier

GRUSSWORTE

Zwischen den 1990er Jahren und dem ersten Jahrzehnt dieses Jahrtausends wurden im Zuge der Erschließung alter Industriegebiete umfassende Bodensanierungen vorgenommen, um Verunreinigungen zu beseitigen. Diese Arbeiten, in die sowohl die Landesagentur für Umwelt als auch das Ressort für öffentliche Bauten sowie das Ressort für Handwerk, Handel und Industrie involviert waren, wurden mithilfe der Ämter für Infrastruktur und für Abfallwirtschaft durchgeführt. Sie sorgten für die sorgfältige Anwendung der staatlichen und der Landesgesetze im Umweltbereich. Neben der Sanierung der Flächen wurde die Grundwasserverunreinigung südlich der betroffenen Gebiete drastisch reduziert mit den daraus resultierenden positiven Folgen für die Bevölkerung.
Bei dieser Gelegenheit möchte ich daran erinnern, dass die Generalversammlung der Vereinten Nationen das Jahr 2015 als das Internationale Jahr des Bodens ausgerufen hat. Das Hauptanliegen besteht darin, die fundamentale Bedeutung des Bodens hervorzuheben, nicht nur für die Nahrungsversorgung und Aufrechterhaltung der Biodiversität, sondern auch aufgrund seiner Pufferfunktion gegenüber Klimaveränderungen. Der Boden stellt eine begrenzte Ressource dar und ist deshalb zu bewahren und zu schützen. Laut aktuellen Berechnungen werden derzeit weltweit etwa 33 Prozent der Böden durch Erosionen, Übersäuerung, Versalzung, Erschöpfung der Nährstoffe, chemische Verunreinigung und Verdichtung mäßig bis stark abgebaut.
Deshalb geht ein Dank an all jene, die es ermöglicht haben, die wichtige Sanierung der Böden in den ehemaligen Industriegebieten zu erreichen und auf diese Weise auch wertvollen Boden für die nächsten Generationen zu bewahren.

Dr. Richard Theiner,
Landesrat für Raumentwicklung,
Umwelt und Energie

INDICE

Vorwort
Rechtsgrundlagen
Allgemeiner Bericht 4

Sanierung des Gewerbegebiets Aluminia 1 und 2 12

Sanierung des ehemaligen Gewerbegebiets Magnesio 18

Sanierung des Gewerbegebiets Aluminia 3 24

Sanierung des Gewerbegebiets Sinich 36

Sanierung des Gewerbegebiets Sinich-Meran
ehemalige Kantine MEMC 42

Sanierung des Müllhügels Bozen Süd 46

Sanierung mit Sicherungsmaßnahmen
der Deponie Sigmundskron 50

Dauerhafte Sicherstellung der Deponie Falschauer 58

Sanierung des zukünftigen Wissenschafts- und
Technologieparks Bozen (ehemaliger Standort Alcoa 1) 62

Auswirkungen der Sanierung 68

VORWORT

In den 1990er Jahren hat die Autonome Provinz Bozen beschlossen, alle Industriegebiete zu kaufen und sie in Gewerbegebiete von Landesinteresse umzuwandeln. Diese Industriegebiete sind aufgelassen worden, da die Tätigkeit zwischen den beiden Weltkriegen eingestellt worden ist. Das Ziel bestand darin, eine Umstellung dieser Flächen zu ermöglichen und sie für die Ansiedlung von Handwerks- und Gewerbebetrieben sowie Kleinindustrie zu nutzen.

Die von den Vorgängerbetrieben hinterlassenen Umweltverschmutzungen hat die neuen Eigentümer zur Durchführung aufwendiger Bodensanierungen gezwungen, in die auch das Amt für Infrastrukturen und das Amt für Entsorgungsanlagen in operativer Funktion sowie das Amt für Abfallwirtschaft in überwachender Funktion involviert waren. Alle Ämter sind Teil der Landesverwaltung.

Ein interessanter und erwähnenswerter Aspekt ist die Tatsache, dass die nationale Gesetzgebung zur Abfallentsorgung im Laufe der etwa zwanzig Jahre, in denen die Sanierungen durchgeführt wurden, eine fortlaufende Entwicklung verzeichnet hat. Dabei ist man anfangs von allgemeinen Vorschriften ausgegangen, die den Umweltunternehmen einen großen Auslegungsspielraum ließen, bis hin zu immer detaillierteren und verbindlicheren Vorschriften. Der Sanierungsansatz hat sich im Laufe der Zeit also von einer Art Urzeit der Sanierung zu einer modernen Angelegenheit entwickelt, die stark unter dem Einfluss des gesellschaftlichen Umweltbewusstseins und der Einführung immer wieder neuer Technologien zur Bodenbehandlung steht.

Die Autonome Provinz Bozen hat sich in diesen Jahren stets an den jeweils neu erlassenen Gesetzen orientiert und auf diesem Gebiet wertvolle technische Resultate erzielt. Neben der Beseitigung von Bodenverunreinigungen hat die Provinz Bozen auch Grundwassersanierungen durchgeführt, welche spürbare Vorteile für die Gesundheit der Bürger mit sich gebracht haben.

Die geringe Sichtbarkeit der Sanierungsarbeiten mindert nicht deren bemerkenswerte Bedeutung für die Wiederherstellung der ökologischen Bedingungen. Diese wurden in der Vergangenheit durch die industrielle Tätigkeit beeinträchtigt, die wenig Rücksicht auf die Umwelt genommen hat, in der wir Bürger leben und arbeiten.

Die vorliegende Publikation wurde als Abschluss dieser intensiven Reihe von Umweltmaßnahmen ausgearbeitet, damit die Öffentlichkeit und alle, die sich für dieses Thema interessieren, in einer leicht verständlichen Sprache informiert werden, in welcher Form die Sanierungseingriffe im Land durchgeführt wurden.

RECHTSGRUNDLAGEN

Die jüngsten Gesetze und Vorschriften geben die operativen Bedingungen für die Durchführung von Sanierungen vor. Mit Inkrafttreten von „GvD Nr. 152 vom 3. April 2006“ (Umweltvorschriften) und dem früheren Ministerialdekret Nr. 471 vom 25. Oktober 1999 wurde Art. 17 des GvD Nr. 22/1997 („Ronchi-Dekret“) mit den Vorschriften zur Sanierung verunreinigter Standorte vollständig umgesetzt. Der von Art. 17 des „Ronchi-Dekrets“ vorgegebene und in Art. 7 des Ministerialdekrets Nr. 471/1999 übernommene Grundsatz besteht darin, dass derjenige, der – auch unbeabsichtigt – eine Überschreitung der in Anlage 1 zum Ministerialdekret Nr. 471/1999 festgelegten Grenzwerte oder die konkrete und gegenwärtige Gefahr einer Überschreitung dieser Grenzwerte verursacht, zum Zwecke der Beseitigung dieser Verunreinigung, dringende Maßnahmen zur Sicherstellung und die Sanierung und Wiederherstellung eines umweltgerechten Zustands durchführen muss. Das bedeutet, dass die Sanierungspflicht nicht nur automatisch infolge rechtswidriger Handlungen eintritt, sondern zwingend auch nach einem „unbeabsichtigten“ Unfall, das heißt, wenn dem Verantwortlichen kein Vorsatz oder keine Fahrlässigkeit vorgeworfen werden kann.
Der gleiche Grundsatz findet seit 2005 durch den „Beschluss der Landesregierung Nr. 1072 vom 4. April 2005“ Anwendung. Dieser regelt die „Bestimmungen über Bodensanierung und Wiederherstellung von verunreinigten Flächen“.

Die Geschichte der Sanierungen in der Provinz Bozen lässt sich in drei Zeitabschnitte einteilen:

vor 1999	also vor Inkrafttreten des Ministerialdekrets Nr. 471/1999, als Sanierungsziele im Rahmen eines Vertrags festgeschrieben wurden
1999-2005	als die Kriterien aus dem Ministerialdekret Nr. 471/1999 für Sanierungen angewendet wurden
nach 2005	seitdem ausschließlich der Beschluss der Landesregierung Nr. 1072/2005 angewendet wird

ALLGEMEINE BERICHT

6

EINLEITUNG

historischer Rückblick

In der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen hat der italienische Staat die Ansiedlung einiger großer Gewerbebetriebe gefördert, die zur Schaffung eines neuen städtebaulichen Gefüges der Stadt Bozen und zum Anstieg des „Arbeiter"-Anteils in der Bevölkerung der Landeshauptstadt beigetragen haben. Dieses Gebiet wurde als „Industriegebiet Bozen" bezeichnet.
Diese Gewerbetätigkeiten haben durch die nationale und europäische Rolle, die sie sowohl in Bezug auf die Menge als auch auf die Qualität der Produktion und deren gute Position im Handel eingenommen haben, eine bemerkenswerte Relevanz erlangt. In gleicher Weise wurde in demselben historischen Zeitraum in Sinich in der Gemeinde Meran vorgegangen. Dieser Standort war Gegenstand einer Trockenlegung von Schwemmlandboden, um die Ansiedlung des Chemiebetriebs Montecatini und gleichzeitig die Gründung einer Arbeitergemeinde zur „Italianisierung" des Gebiets zu ermöglichen.

Art des gewerbegebiets und geografische Lage

In Bozen siedelte sich das „Magnesio"-Werk an, das rechts der Buozzi-Straße eine 15 Hektar große Fläche belegte und mittels Verarbeitung von Dolomit, Magnesium-Legierungen herstellte. Dazu kam das „Alumix"-Werk, das auf einer 20 Hektar großen Fläche links der Buozzi-Straße den Rohstoff Bauxit verarbeitete und daraus Aluminium herstellte, sowie schließlich die noch heute existierenden metallverarbeitenden „Acciaierie", die auf einer 5,5 Hektar großen Fläche nördlich der Volta-Straße ihre Produktion von Spezialstahl angesiedelt hat.
In Sinich stellten zunächst Montecatini und anschließend Montedison Stickstoffdünger her. In jüngerer Zeit spezialisierte sich das Unternehmen Dynamit Nobel auf die Herstellung von Salzsäure und erhielt seinen Betrieb bis zum Eintritt der heutigen MEMC aufrecht.

Umstellung alter Industrieflächen

Zwischen 1990 und 2005 hat ein Großteil der oben beschriebenen Unternehmen seinen Betrieb aufgrund wachsender Konkurrenz aus dem Ausland und gleichzeitigen Anstiegs der Produktionskosten eingestellt oder reduziert.
Aus diesem Grund ist die alte „Magnesio“ aus dem Stadtbild von Bozen verschwunden und „Alumix“ hat ihre eigenen Produktionsflächen verkleinert, während die „Acciaierie“ sich einer technologisch stärker spezialisierten Produktion zugewendet haben.
In Sinich hat die MEMC nur noch etwa die Hälfte der ursprünglichen Gewerbefläche in Anspruch genommen, wobei sie sich an den für ihre (an den modernsten Technologien ausgerichtete) Tätigkeit unbedingt notwendigen Anforderungen orientierte.
Die auf diese Weise frei gewordenen Flächen wurden von der Autonomen Provinz Bozen gekauft, die dann für dieses Areal einen Plan zur vollständigen Umstellung der Gewerbetätigkeiten aufgestellt und die Ansiedlung von Handwerks- und Gewerbebetrieben sowie von kleinen und mittleren Industrieunternehmen ermöglicht hat.

SANIERUNGEN

Umwelthinterlassenschaft der alten Industriebetriebe

Für die Nutzung dieses Gebiets war zunächst eine Sanierung der durch die früheren Betriebe verunreinigten Böden erforderlich, bevor diese Flächen an neue Gewerbebetriebe zugewiesen werden konnten.
Gründe für diese Verunreinigungen waren das mangelnde Umweltbewusstsein, welches während des Bestehens der alten Industriebetriebe herrschte und das Fehlen von Gesetzen zum Schutz des Bodens. Es war in jener Zeit üblich, die unterschiedlichsten Produktionsabfälle auf Außenlagerflächen der Betriebe zu vergraben, umweltschädliche Materialien externer Herkunft zu lagern und Öle in den Untergrund versickern zu lassen.
Die „Magnesio“ hat Dicalciumsilikat teilweise gelagert und teilweise ver-

graben und im Laufe der Zeit nicht unerhebliche Mengen an Rückständen der „Acciaierie“ angesammelt, die praktisch das gesamte Fabrikgelände kontaminiert haben.

Die „Alumix“ hat Fluoride aus den Hochöfen zur Aluminiumherstellung zusammen mit hochgiftigen Asbestrückständen und Kohlenwasserstoffen auf das Gelände verteilt, die bis zum Grundwasser durchgesickert sind.

Die „Acciaierie“ haben Verunreinigungen durch Rückstände, Öle und Schwermetalle verursacht.

„Montedison“ und „Dynamit Nobel“ haben ebenfalls Abfälle aus ihren jeweiligen Produktionen im Gelände entsorgt und so eine starke Verunreinigung des Bodens und des Grundwassers mit Schwermetallen und Ammoniak verursacht.

Neben diesen industriebedingten Umweltverschmutzungen ist mit Beginn der 50er Jahre in Bozen eine Deponie für Abfälle unterschiedlichster Herkunft auf der linken Uferseite des Eisacks entstanden. Dieser „Müllhügel Bozen Süd“ ist im Laufe der Zeit ohne irgendwelche Sicherheitsvorkehrungen und Schutzmaßnahmen fürs Grundwasser weiter angewachsen ist.

In der Zone Sigmundskron wurden ebenso Produktionsabfälle der Industriestandorte auf der alten und neuen Deponie Sigmundskron gelagert und damit verbunden waren Kontaminationen des Untergrundes und die Entstehung von schädlichen Emissionen.

HYDROGEOLOGISCHE UMWELTSTUDIE UND SANIERUNGEN

Sanierungsprojekt: Charakterisierungsplan, Vorpojekt- und Ausführungsprojekt

Seit Inkrafttreten der neuen Umweltgesetze muss eine genaue geologische Umweltstudie mit engmaschigen Bodenuntersuchungen, der Entnahme von Materialproben und deren Analyse für eine Umweltklassifizierung durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde ein Charakterisierungsplan für den Standort ausgearbeitet, indem die Verteilung der unterschiedlichen Verunreinigungen sowohl qualitativ als auch quantitativ in einer Karte erfasst wurde.
Anschließend wurden das Vorprojekt- und das Ausführungsprojekt der Sanierung ausgearbeitet, in denen die erforderlichen Eingriffe für die Sanierung der Böden und des Grundwassers enthalten sind.

Durchführung der Sanierungsarbeiten

An allen oben beschriebenen Standorten, insbesondere auf dem ehemaligen Gelände von „Magnesio“ und „Alumix“, wurden die verunreinigten Böden ausgehoben, je nach Verunreinigungsgrad getrennt gelagert, gesiebt und in feines, kontaminiertes und grobes, gereinigtes und somit wiederverwertbares Material unterteilt. Je nach Toxizität der Restverunreinigung wurden die Materialien zu den unterschiedlichen Deponien transportiert und dort entsorgt. Homogene Böden wurden gegebenenfalls gewaschen und das Grundwasser, soweit erforderlich, durch das „Abfischen“ von Ölen gereinigt.
Da die „Acciaierie“ noch vollständig in Betrieb sind, wurden hier nur Teilsanierungen durchgeführt. Die Kosten dafür wurden zum Teil von dem früheren Eigentümer Falk und zum Teil vom Land getragen.
Im Gebiet von Sinich wurde der verunreinigte Boden bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 m abgetragen und auf einer Deponie vor Ort gelagert. Diese wurde am Fuße der Felsenböschung entlang der nord-östlichen Grenze des Gewerbegebiets errichtet.

Der Müllhügel Bozen Süd wurde vollständig abgetragen. Das verunreinigte Material wurde hauptsächlich zur Deponie Sigmundskron (leicht verunreinigtes Material) und zum Teil nach Deutschland (stark belastetes Material) gebracht.
Bei der Deponie Sigmundskron ist eine Sanierung mit Sicherungsmaßnahmen (mit Drainagearbeiten, Oberflächen-abdichtung und Begrünung der Oberfläche) durchgeführt worden.
Die Deponie Falschauer wurde durch Abdichtung und Oberflächenbegrünung sowie durch Bau einer Biogasabfackelungsanlage sichergestellt.
Für das Gebiet des zukünftigen „Wissenschafts- und Technologieparks Bozen“ wurden verunreinigte Böden abgetragen und entsorgt und Abbrucharbeiten durchgeführt. Eine begrenzte Menge von nur leicht verunreinigtem Boden wurde auf dem Areal Aluminia 3 zur weiteren Verwendung vor Ort gelagert. Der Aushub des Materials für die Sanierung hat zum Teil die Aushubsarbeiten für den Bau der Tiefgarage des Wissenschafts- und Technologieparks vorweggenommen.
Insgesamt wurden in den Gewerbegebieten von Bozen etwa 430.000 m3 Material ausgehoben, von denen zwei Drittel entsorgt wurden und der restliche Teil wiederverwendet wurde. Im Gewerbegebiet Sinich wurden etwa 100.000 m3 Material bewegt, zu denen noch etwa 20.000 m3 aus dem Gebiet der ehemaligen Kantine MEMC hinzukommen. Vom Müllhügel Bozen Süd wurden 300.000 m3 Abfall entsorgt. Bei der Deponie Falschauer wurden keine Abfälle umgelagert.

ERGEBNISSE DER SANIERUNGEN

Für die Standorte, auf denen die oben beschriebenen Eingriffe durchgeführt worden sind, hat das Amt für Abfallwirtschaft eine Bescheinigung zur durchgeführten Sanierung ausgestellt. Diese bestätigt die erfolgte Sanierung unter Berücksichtigung der Grenzwerte für Gewerbe- und Industriezonen, wenngleich an den Standorten Aluminia 2 und Magnesio teilweise sogar die Grenzwerte der Wohnbauzonen erreicht wurden.
Gleichzeitig konnte durch die Überwachung mit Piezometern die Wiederherstellung der Trinkwasserqualität des Grundwassers nachgewiesen werden. Davon ausgenommen ist das Grundwasser von Sinich, dessen Reinigung etwa 100 Jahre benötigen wird.
Die Sanierungsflächen von „Magnesio“ und „Aluminia (1 und 2)“ sind vom Umweltministerium als „Standorte von nationalem Interesse“ ausgewiesen worden. Bei diesen hat das Ministerium alle Sanierungsmaßnahmen, die von der Landesverwaltung am Boden und am Grundwasser durchgeführt worden sind, überwacht und kontrolliert.

GESAMTKOSTEN

In Bozen sind für die Sanierung von etwa 27 Hektar Fläche insgesamt etwa 47.000.000,00 € an Kosten angefallen. Das entspricht einem Quadratmeterpreis von 174,00 €. Hinzu kommen etwa 11.000.000,00 € für die Abtragung des Müllhügels Bozen Süd und 25.000.000 € für die Sanierung mit Sicherungsmaßnahmen der Deponie Sigmundskron. Somit ergeben sich im Raum Bozen Gesamtkosten von ca. 83.000.000 €.
In Sinich sind für die Sanierung einer etwa neun Hektar großen Bruttofläche (einschließlich der Deponie) Kosten in Höhe von etwa 6.500.000,00 € angefallen. Hinzu kommen 750.000,00 €, die für die Sanierung des kleinen Gebiets der ehemaligen Kantine MEMC erforderlich sind. Für die Sicherstellung der Deponie Falschauer sind Kosten in Höhe von rund 2.000.000,00 € entstanden.
Die sich daraus ergebenden Gesamtkosten betragen 92.250.000 €

SANIERUNG DES GEWERBEGEBIETS ALUMINIA 1 und 2 (BOZEN)

Ausführungszeitraum	1996 - 2003
Bruttofläche	8,73 ha
Kosten	17.500.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau: Dr. Ing. Alois Stadler Amt für Tiefbau: Dr. Ing. Renato Palaia Planer: Dr. Ing. Guglielmo Concer Projektverantwortlicher: Dr. Ing. Renato Palaia Bauleiter: Dr. Ing. Renato Palaia Assistent: Geom. Stefano Binelli
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft: Dr. Verena Trockner
AUFTRAGNEHMER	Damonte / ICES Servizi Industriali Baraldi Genossenschaft der Pflasterer
Weblinks	www.ecotecgroup.com (Soil Washing)

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Auf der genutzten Fläche des Gewerbegebietes Aluminia 1 und 2 war bis zum Ende der 80er Jahre das Unternehmen ALUMIX angesiedelt. Mit dieser industriellen Tätigkeit war das systematische Versickern von gefährlichen Substanzen verbunden. Diese sind auf die Produktionsabfälle zurückzuführen, welche bei der Herstellung von Aluminium angefallen sind.
Bei diesen gefährlichen Substanzen handelte es sich im Wesentlichen um Fluorverbindungen aus den Hochöfen, hochtoxische Asbestrückstände und Kohlenwasserstoffe, die bis zum Grundwasser versickert waren.

Projektierung

Es wurde eine genaue geologische Umweltstudie mit engmaschigen Bodenuntersuchungen, der Entnahme von Materialproben und deren Analyse für eine Umweltklassifizierung durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde ein Charakterisierungsplan für den Standort ausgearbeitet, indem die Verteilung der unterschiedlichen Verunreinigungen sowohl qualitativ als auch quantitativ in einer Karte erfasst wurde.
Anschließend wurden das Vorprojekt- und das Ausführungsprojekt der Sanierung ausgearbeitet, in denen die erforderlichen Eingriffe für die Sanierung der Böden und des Grundwassers enthalten sind.

Ausführung der Sanierungen

Am vorliegenden Standort wurden die kontaminierten Böden abgetragen und nach Verunreinigungsart und -grad getrennt gelagert. Gegebenenfalls wurden sie auch mehrfach gesiebt und anschließend in feines, kontaminiertes und grobes bzw. gereinigtes (und somit in wieder verwertbares) Material unterteilt. Je nach Toxizität der Restverunreinigung wurden die Materialien zu den unterschiedlichen Deponien transportiert und dort entsorgt. Homogene Böden wurden gegebenenfalls gewaschen und das Grundwasser, soweit erforderlich, von den durchgesickerten Ölen gereinigt. Die Einstufung der Abfälle mit Vergabe des Abfallcodes erfolgte durch das Amt für

Abfallwirtschaft und somit wurde die Verwendung bzw. Entsorgung des Materials bestimmt. Das Material wurde entweder auf einer Deponie für ungefährliche Abfälle oder auf einer Deponie für gefährliche Abfälle entsorgt oder wurde einer Wiederverwendung zugeführt. Der Einfachheit halber wurden die Materialien in rote, gelbe und grüne Böden unterteilt.

Insgesamt wurde in diesem Gewerbegebiet etwa 200.000 m3 Material bewegt. Von diesem wurden zwei Drittel entsorgt (auf der Deponie Pfatten, auf Deponien in Venetien, auf zugelassenen Deponien für die Wiederverwendung gering belasteter Materialien) und der Rest wurde wiederverwendet.
Für **die Fläche Aluminia 2** wurde im Charakterisierungsplan eine Bewertung des physikalischen Zustands des verunreinigten Materials im Rahmen der Sanierungsarbeiten vorgesehen. Anstelle des erwarteten gelösten Materials wurden in einem größeren Bereich der Fläche Betonblöcke vorgefunden, die vom früheren Abbruch alter Industriehallen stammen, so dass sich die Verunreinigung auf eine dünne Schicht an der Oberfläche der Bodenschicht beschränkte. Das ursprüngliche Sanierungsvorhaben, das vor allen Dingen die Bodenwaschung vorsah, wurde also aufgegeben und durch die folgende Behandlung ersetzt:
Zerkleinerung der Blöcke, Sieben und Einstufung des Materials mithilfe von chemischen Analysen des groben Materials (Siebüberlauf) und des feinen Materials (Siebunterlauf). Die Änderung der Sanierungseingriffe führte zu einer Kostenreduzierung, die ausreichte, um den Anstieg des behandelten Materials aufzufangen, ohne dass ein Abänderungs- und Zusatzprojekt notwendig war.

Für die Flächen, auf denen die oben beschriebenen Eingriffe durchgeführt wurden, hat das Amt für Abfallwirtschaft eine Bescheinigung der durchgeführten Sanierung ausgestellt, welche die erfolgte Sanierung bis zu den Grenzwerten für Industriezonen bestätigt, wenngleich zum Teil sogar die Grenzwerte für Wohnbauzonen erreicht wurden.

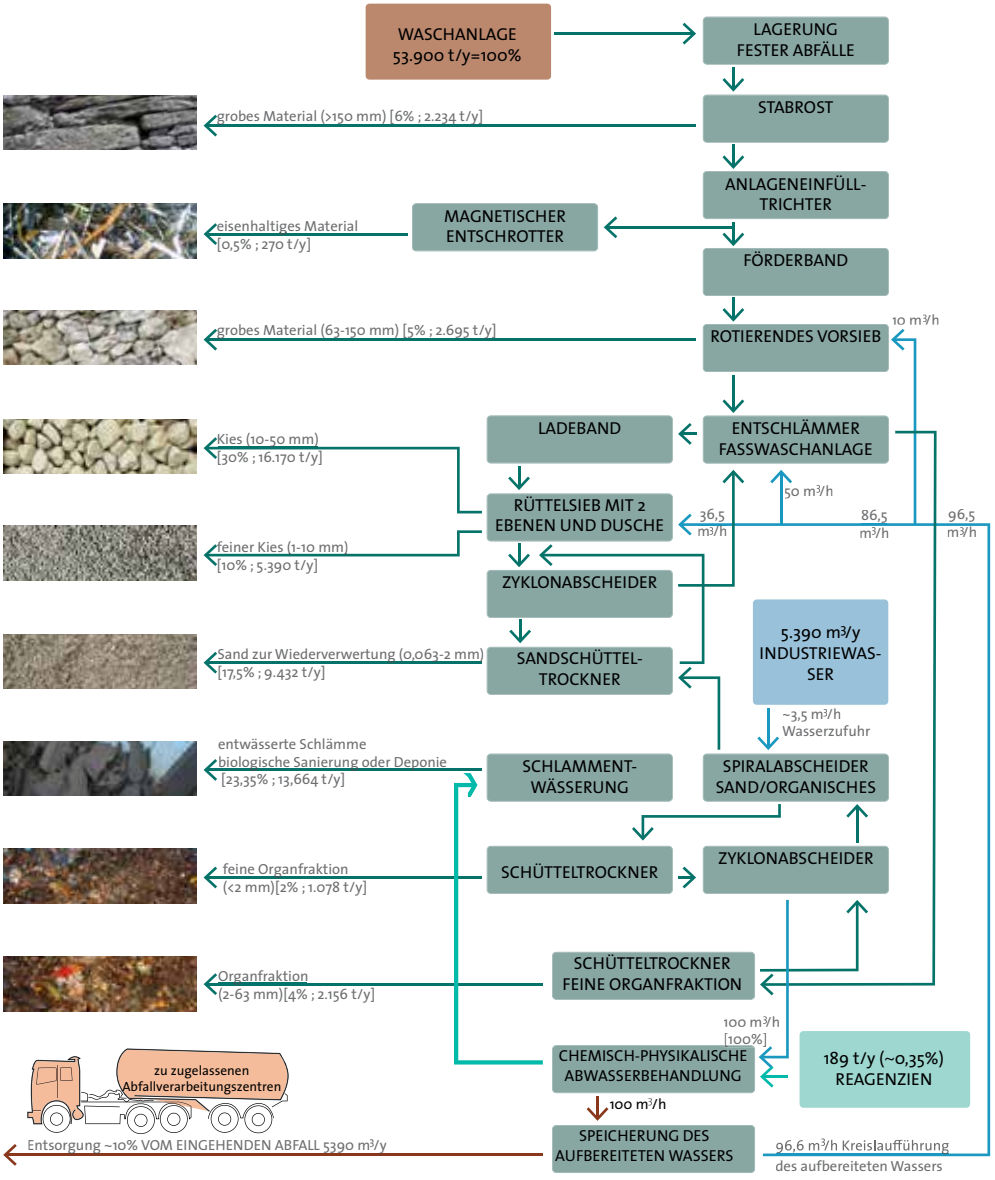
Gleichzeitig wurde durch die Überwachung mit Piezometern die Wiederherstellung der Trinkwasserqualität des Grundwassers gewährleistet.

Etwa 30.000 m3 verunreinigtes Material, das aus der Sanierung **der Fläche Alumi-**

nia 1 stammte, wurde zunächst auf einer vorübergehend freien Fläche südlich des ehemaligen Magnesio-Geländes gelagert und anschließend mithilfe einer dafür vorgesehenen Anlage gewaschen (**Soil Washing**). Die Anlage ist technologisch mit Betonmischanlagen vergleichbar, die Kies und Sand aus Wasserläufen entnehmen. Das Material wurde zunächst gesiebt, wodurch das feine und das grobe Material voneinander getrennt wurden. Beide Materialkörnungen wurden in Wasser mit geeigneten Lösungsmittelzusätzen gewaschen. Grobes Material, das sich in den chemischen Analysen als dekontaminiert herausgestellt hatte, wurde der Wiederverwendung zugeführt.

Anders das feine Material, das weitere Male gewaschen wurde, um die Verunreinigungen zu lösen. Die Siebfraktion, die trotz der Behandlung immer noch einen mittleren Verunreinigungsgrad aufwies oder deren Kontaminierungsgrad unverändert geblieben war, musste auf unterschiedlichen Deponien entsorgt werden. Das für die Waschung des Materials verwendete Wasser bedurfte nach jedem abgeschlossenen Waschgang aufgrund des hohen Gehalts an gefährlichen Stoffen einer spezifischen Entsorgung.
Die Technik der Bodenwaschung, von der sich das Amt für Abfallwirtschaft einen Leistungserfolg von 75 % erwartet hatte, hat leider nicht mehr als 25 Prozent Leistung ergeben. Die Gründe dafür liegen in der Inhomogenität der Verunreinigung und der Körnung des behandelten Erdreichs, die eine kontinuierliche Neukalibrierung der Anlage entsprechend den unterschiedlichen Bedingungen erfordert hätten. Dadurch wären aber die Kosten deutlich angestiegen. Der Auftragnehmer der Arbeiten war technisch nicht in der Lage, diese Schwierigkeiten zu bewältigen, die eine kontinuierliche Anwesenheit von Experten und Facharbeitskräften und eine Auswahl und geeignete Dosierung von Lösungsmitteln erforderlich gemacht hätten. Diese Erfahrung war mit Blick auf einen erneuten Einsatz der Technologie für Bodensanierungsarbeiten außerordentlich nützlich. Die Funktionsweise der Technologie sollte zwar als gesichert gelten, aber man müsste von präziseren Einstellungsparametern ausgehen (Art und Grad der Verunreinigung, Körnung des Waschguts).

Beispiel für eine Bodenwaschanlage (Soil Washing) – Quelle: www.ecotecgroup.com



Fluss-Schema Bodenwaschanlage – Quelle: www.ecotecgroup.com

Das vorliegende Schema und die entsprechenden Durchsatzdaten stellen das Modell einer Anlage zur Behandlung kontaminierter Böden dar, die bereits mehrfach gebaut wurde und exzellente Ergebnisse erzielt hat. Die Anlage kann verändert und den spezifischen Projektanforderungen angepasst werden.

SANIERUNG DES EHEMALIGEN GEWERBEGEBIETS MAGNESIO (BOZEN)

Ausführungszeitraum	2000 - 2003
Bruttofläche	15,46 ha
Kosten	16.500.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Alois Stadler Amt für Tiefbau Dr. Ing. Renato Palaia Planer Dr. Ing. Siegfried Unterberger Projektverantwortlicher Dr. Ing. Giuseppe Morello Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Siegried Unterberger Dr. Ing. Federico Pasquali
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Verena Trockner
AUFTRAGNEHMER	Bonnati (1. Phase) Bietergemeinschaft ATI Oberosler Cav. Pietro, Wipptaler Bau, Pasquazzo. (Abschlussarbeiten)
Weblinks	www.ropf.net/ (Bandskimmer)

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Zum Zeitpunkt des Ankaufs der Fläche, bei der es sich um ursprünglichen Schwemmlandboden handelt, war diese aufgrund der früheren Industrietätigkeit der „Gesellschaft für Magnesium und Magnesiumlegierungen“ stark belastet. Dabei wurde der bei der Magnesiumproduktion anfallende Reststoff Dicalciumsilikat zum Teil gelagert und zum Teil vergraben. Gleichzeitig befanden sich dort auf nahezu dem gesamten Fabrikgelände und insbesondere im südlichen Teil vergraben nicht unerhebliche Mengen von Schlacken der „Acciaierie“ und Haushaltsabfälle unbekannter Herkunft. (Der Rohstoff für die Herstellung von Magnesium ist Dolomit, das in Magnesiumoxyd und anschließend durch chemische Reduzierung mithilfe von Silizium in reines Magnesium umgewandelt wird. Ein Abfallprodukt dieser Verarbeitung ist das Dicalciumsilikat.)
Die im Boden vorhandenen Verunreinigungen bestanden daher aus reinem Dicalciumsilikat, mit Erde oder mit Schlacken vermischtem Dicalciumsilikat, aus Schlacken und aus Haushaltsabfällen und Altölen. Für alle Materialien waren eine Bestimmung des Abfallcodes und chemische Analysen erforderlich. Anschließend erfolgte die Entsorgung auf den entsprechenden Deponien.
Da die Magnesio als Verantwortliche für die Kontaminierung nicht mehr herangezogen werden konnte, musste die Autonome Provinz Bozen die festgelegte Pflicht zur Durchführung der erforderlichen Sanierung mit dem folgenden Programm selbst übernehmen.

Projektierung

Es wurde eine genaue geologische Umweltstudie mit engmaschigen Bodenuntersuchungen, der Entnahme von Materialproben und deren Analyse für eine Umweltklassifizierung durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde ein Charakterisierungsplan für den Standort ausgearbeitet, indem die Verteilung der unterschiedlichen Verunreinigungen sowohl qualitativ als auch quantitativ in einer Karte erfasst wurde. Da eine große Maschenweite für die Bodenprobenentnahme gewählt wurde, stellte sich der Plan als unzuverlässig heraus. Der tatsächliche Umweltzustand des Standortes war deutlich schlechter als von den Geologen angenommen.

Anschließend wurden das Vorprojekt- und das Ausführungsprojekt der Sanierung ausgearbeitet, in denen die erforderlichen Eingriffe für die Sanierung der Böden und des Grundwassers enthalten sind.

Ausführung der Arbeiten

Für jede Maschenweite des Planes der Verunreinigungen erfolgte die Sanierung anhand der folgenden Schritte: Abtragung der verunreinigten Böden, getrennte Lagerung dieser Böden je nach Art und Grad der Verunreinigung, Sieben der Böden und Trennung von feinem, kontaminiertem Material (Siebunterlauf) und grobem, gereinigtem (Siebüberlauf) und somit wieder verwertbarem Material. Diese Materialien wurden dann getrennt gelagert und abtransportiert und schließlich auf den entsprechenden Deponien je nach Toxizität und Abfallcode entsorgt. Diese Arbeitsschritte erfolgten nach der Durchführung regulärer Stichprobenentnahmen aus den Böden und systematischer chemischer Analysen je 1.000 m3 Material. Die nach der Methode des CNR-IRSA (Nationaler Forschungsrat - Institut für Wasserforschung) erfolgten Analysen wurden an der Probe als solche und/oder am Eluat (Auschwaschverfahren in Essigsäure) nach den Anweisungen des Amts für Abfallwirtschaft durchgeführt. Der zweite Analysetyp (Eluat) ergab stets einen höheren Kontaminierungsgrad als der erste.

Von besonders technischer Bedeutung war die **Reinigung des belasteten Grundwassers durch Kohlenwasserstoffe** in der Umgebung des Gebiets. Diese erfolgte anhand eines spezifischen Projekts, das von Dr. Geol. Alessandro Bozzani ausgearbeitet wurde und aus folgenden Arbeitsschritten bestand:

Abtragung des Erdreichs bis zu einer Tiefe von 3 m unterhalb des Grundwasserspiegels (mit einem Durchmesser von etwa 25 m, um die Projektionsfläche der Kontaminierung zu erfassen);

Erstellung einer schwimmenden Barriere aus „Polypropylenrollen“, Bezugsniveau des Grundwassers ist der Grundwasserspiegel im südlichen Abstrom;

Teilabsorbierung der gelösten Öle von der Grundwasseroberfläche mit wasserabweisenden Tüchern;

Gleichzeitiges „Abfischen“ der Öle mit einem Förderband (**Bandskimmer**), an dem die Öle von einer Tauchpumpe in Richtung Band getrieben werden. Bei

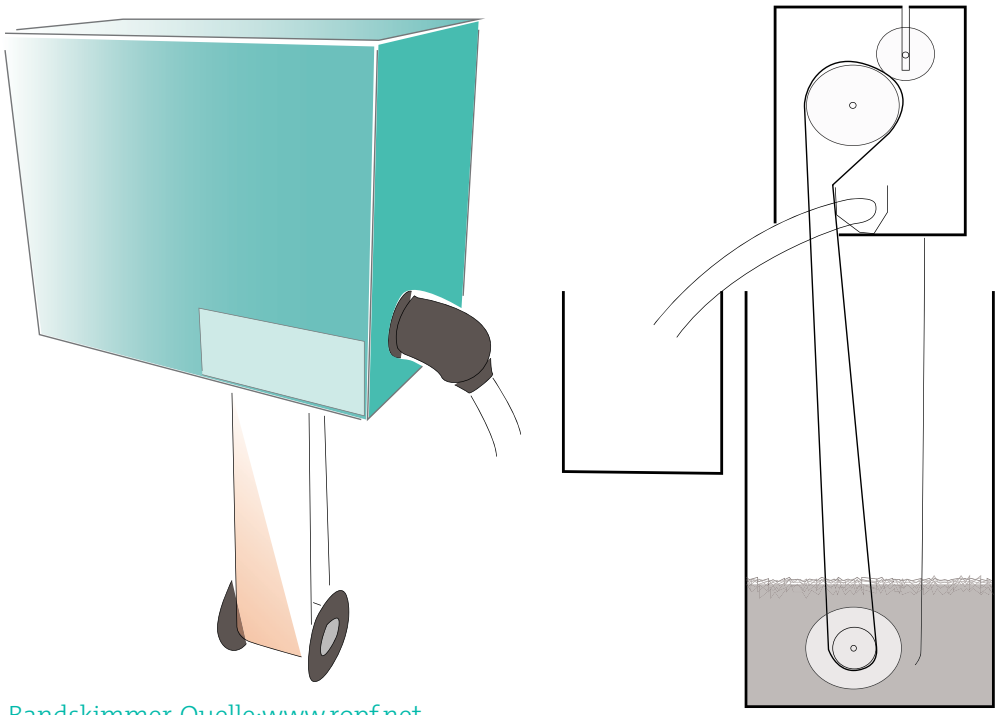
> Eintritt des Bands in das Grundwasser bleiben die Öle haften. Anschließend werden die Öle mithilfe einer schweren Rolle abgestreift, in einen Sammeltrichter und von dort in spezielle Behälter gefüllt, um anschließendordnungsgemäß entsorgt zu werden.

Diese Operation hat zwar nicht die tiefliegenden Schichten des Grundwassers betroffen, aber unter Berücksichtigung des experimentellen Charakter zu einem recht guten Ergebnis geführt, auch wenn sie einen Anstieg der Sanierungskosten um etwa eine Milliarde Lire verursacht hat. Die Sanierung des Grundwassers wurde nicht tiefer als 3 m, wie vom Projekt vorgesehen, fortgesetzt, um weitere Kosten zu vermeiden. Es wurde nämlich festgestellt, dass die geringe Grundwassergeschwindigkeit nicht ausreichte, um den Ölfilm von den Partikeln zu lösen, an denen er aufgrund seiner hohen Viskosität haftete und dass ein Mitschleppen durch die Strömung physikalisch nicht möglich war.

Nach Abschluss der Sanierung stellte das Amt für Abfallwirtschaft eine Bestätigung der durchgeführten Sanierung aus und es ergab sich Folgendes:

> Maschenfelder bzw. Flächen, welche bis zu den Grenzwerten der Tabelle 1, Spalte A (Grenzwerte für Wohnbauzonen) saniert wurden
>
> Maschenfelder bzw. Flächen, welche bis zu den Grenzwerten der Tabelle 1, Spalte B (Grenzwerte für Industriezonen) saniert wurden

Die geringe Zuverlässigkeit des Charakterisierungsplans, die durch ein zu grobmaschiges Netz für die Untersuchungen entstanden war, und die sich daraus unweigerlich ergebende Ungenauigkeit des Sanierungsprojekts führten zu einem Anstieg der Sanierungskosten im Vergleich zu den angenommenen Kosten. Dadurch wurde eine Aufteilung des Sanierungs- und Infrastrukturprojekts in zwei unterschiedliche Baulose erforderlich.



Bandskimmer-Quelle:www.ropf.net

Entfernt ausgetretenes, schwimmendes Öl, Ölschaum, Bakterien usw. aus Wasser und von Kühleinrichtungen.
Das Band zur Entfernung des Öls wird in das Wasser getaucht. Das Wasser wird verdrängt, und das Öl bleibt an der Oberfläche des Bands hängen. Durch eine leichte Drehbewegung des Bands wird das Öl mithilfe einer schweren Rolle abgestreift.

Sanierung von Ölverunreinigungen durch den Einsatz eines Skimmers
Foto: Dr. Geol. Alessandro Bozzani

SANIERUNG DES GEWERBEGEBIETS ALUMINIA 3 (BOZEN)

Ausführungszeitraum	2005 - 2009
Bruttofläche	2,50 ha (ausgenommen Gießerei SAPA)
Kosten	8.500.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Valentino Pagani Amt für Tiefbau Dr. Ing. Renato Palaia Planer Dr. Ing. Guglielmo Concer Projektverantwortlicher Dr. Ing. Renato Palaia Bauleiter Dr. Ing. Renato Palaia Assistent Geom. Stefano Binelli
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Giulio Angelucci
AUFTRAGNEHMER	Bietergemeinschaft ATI Unieco, Baraldi
Weblinks	Soil vapor extraction/bioventing – Creawater (Bodenluftabsaugung) www.youtube.com - (Rotationssieb)

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Der Boden, bei dem es sich ursprünglich um Schwemmlandboden handelt, ist stark kontaminiert, da die Industrieabfälle aus der früheren Aluminiumproduktion des Unternehmens Alumix im Untergrund entsorgt wurden. (Rohstoff Bauxit oder Tonerde, aus denen Aluminiumoxyd und über Elektrolyse anschließend Aluminium gewonnen wurde.) Bei den Schadstoffen handelt es sich um:

> Lösliche und nicht lösliche Fluoride im Kryolith, das zur Senkung der Schmelztemperatur des Bauxits oder der Tonerde (aus denen das Aluminium gewonnen wurde) verwendet wurde.
>
> Kohlenwasserstoffe (Infiltration von Schwerölen in das Erdreich und das Grundwasser) aufgrund undichter Zisternen.
>
> Asbestmaterial, hauptsächlich in Form von Splittern, aus dem die Dachrinnen der Fabrikgebäude sowie verschiedene Rohrleitungen und Dichtungen bestanden.

Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung der Kontamination wurde anhand der erhobenen Bodenverunreinigung ein Netz mit einer Maschenfeldgröße von 10 m Seitenlänge (und in einigen stärker belasteten Bereichen von 5 m Seitenlänge) erstellt. Auf der Grundlage der Schadstoffbelastung wurde zusätzlich in jedem Maschenfeld die Schadstoffverteilung über die Höhe ermittelt und charakterisiert (mit einer Schichtstärke von 2 m ab Geländehöhe bis zu einer Tiefe von maximal 8 m).

Projektierung

Nach der Erstellung des Charakterisierungsplans wurde das Vor- und Ausführungsprojekt für die Sanierung ausgearbeitet, das am 26.01.2005 von der Dienststellenkonferenz genehmigt wurde.
Dieses Projekt sah eine Unterteilung des Standortes in drei Längsstreifen vor. Der am weitesten innen liegende (etwa 35 m lang) sollte vollständig saniert werden. Für den mittleren (etwa 39 m langen) Streifen war eine Sanierung mit Sicherungsmaßnahm-

en bzw. eine Einkapselung des leicht kontaminierten Materials (32.000 m3 <3.000 mg/kg F) durch den Bau einer angemessen Ummantelung vorgesehen.

Der äußere parallel zur Brida-Straße verlaufende (etwa 15 m lange) Streifen sollte das mittelstark belastete Material (15.000 m3 < 9.000 mg/kg F) aufnehmen und eine vollkommen dichte und ebenfalls mit Monitoring ausgestattete Sicherungsmaßnahme erhalten. Die drei Streifen konnten städtebaulich unterschiedlich genutzt werden. Das am stärksten belastete Material war unausweichlich zur Entsorgung auf Deponien für gefährliche Abfälle bestimmt.

Ausführung

Während der Durchführung der Arbeiten kam man von den beiden Streifen, wo eine Sanierung mit Sicherungsmaßnahme vorgesehen war, wieder ab und die Sanierung des Standortes wurde aufgrund der aktuellen Gegebenheiten grundlegend geändert, wodurch eine freie Nutzung der fast gesamten Fläche möglich wurde. Diese Alternative war, durch die Behandlung und teilweise Rückgewinnung der belasteten Böden, mithilfe der vom Auftragnehmer eingesetzten neuen Technologien, entstanden.
Die Maschenfelder wurden je nach Grad und Art der tatsächlichen Belastung, die im Laufe der fortschreitenden Abtragungsarbeiten festgestellt wurden, zusammengefasst oder geteilt.

Auf der Fläche vor der Gießerei und zu einem späteren Zeitpunkt auf einer eigens dafür asphaltierten Fläche nord-östlich der Gießerei wurde ein Materiallager mit getrennten Hügeln eingerichtet. Ein Großteil des Bodens wurde mit einem mobilen und rotierenden Sieb, auch mit zwei Durchgängen, vorgesiebt. Durch das Sieben entstanden weitere Haufen verschiedener Körnung, die mit Schildern versehen wurden. Auf denen waren der Belastungsgrad, die vom Amt für Abfallwirtschaft vergebenen Abfallcodes und somit auch die mögliche Verwendung des Materials angegeben.

Diese Arbeitsschritte erfolgten nach der Durchführung regelmäßiger Stichprobenentnahmen von den Böden und in Folge von systematischen chemischen Analysen je 1.000 m3 Material. Die nach der Methode des CNR-IRSA (Nationaler Forschungsrat - Institut für Wasserforschung) erfolgten Analysen wurden an der Probe als solche

und/oder am Eluat (Auswaschverfahren) nach den Anweisungen des Amts für Abfallwirtschaft durchgeführt. Der zweite Analysetyp ergab stets einen höheren Kontaminierungsgrad als der erste.
Das Material wurde anhand der Fluoridbelastung folgendermaßen unterteilt:

Sauber < 2.000 mg/kg und < 133 mg/kg (IRSA).
Leichte Verunreinigung 2.000 - 3.000 mg/kg
Mittlere Verunreinigung 3.000 - 9.000 mg/kg
Starke Verunreinigung > 9.000 mg/kg

Mögliche Verwendungen:

Das saubere Material konnte uneingeschränkt in Industriestandorten wiederverwendet werden.

Das leicht bzw. mittel verunreinigte Material konnte auf der Deponie Pfatten im Rahmen einer unentgeltlichen Vereinbarung mit dem ECO-Center zur Wiederverwendung (mit bis zu 3.000 mg/kg in Böschungen und mit bis zu 9.000 mg/kg zur Abdeckung) eingesetzt werden. Alternativ konnte das Material für das Fahrsicherheitszentrum Pfatten nach chemischer Inertisierung vor Ort durch den Einsatz von Kalk in einer angemessenen Dosierung und vorangehender Kontrollanalyse des Amts für Abfallwirtschaft verwendet werden (Insbesondere das Abbruchmaterial aus den Hallenfundamenten etwa 12.000 m3).

Das stark verunreinigte Material mit Fluoridkonzentrationen über 9.000 mg/kg wurde auf Deponien 2/B oder 2/B super oder 2/C entsorgt. (Hauptsächlich: Eisenbahntransport zu Deponien in Deutschland für die Verfüllung stillgelegter Bergwerksstollen.)

Als Eingriff für die Grundwassersanierung wurde eine 31 m tiefe Schachtbohrung als hydraulische Barriere stromabwärts der kontaminierten Fläche (auf Höhe der süd-östlichen Ecke der Gießerei) durchgeführt. Weiters wurden zwei Entwässerungspumpen zur Entfernung des eventuell mit Kohlenwasserstoffen kontaminierten Wassers (und

fürs Monitoring) installiert. Dieses verunreinigte Wasser wurde in die Abwasserkanalisation in der Volta-Straße eingeleitet.

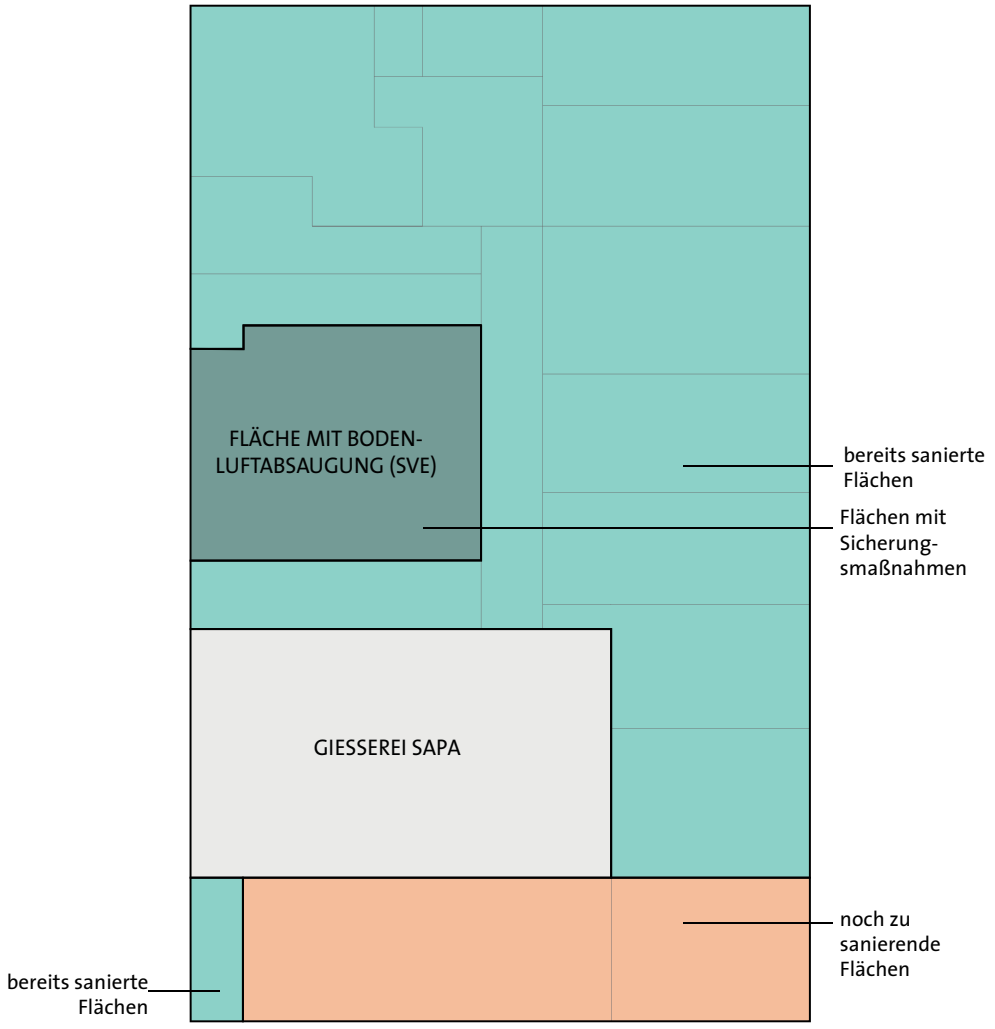
Der mit Kohlenwasserstoffen verunreinigte ungesättigte Boden hinter der Gießerei Alcoa wurde einer „Biobelüftung" mit Bodenluftabsauganlagen unterzogen. Deren Funktion besteht darin, über insgesamt sechs Schächte Luft in den Unterboden zu blasen, um eine Verflüchtigung der Kohlenwasserstoffe (Freisetzen der flüchtigen Bestandteile) und biologische Abbauprozesse der Schadstoffe auszulösen.

Die dadurch entstehenden Gase oder Dämpfe werden dann über weitere (insgesamt zwölf) Schächte abgesaugt, es erfolgt die anschließende Aufnahme durch Aktivkohle und der restliche Teil wird in der Luft freigesetzt. Die Funktion der Anlage wurde in wöchentlichen Abständen überwacht. Der flüchtige Anteil und das CO_2 wurden an den zwölf Ansaugschächten systematisch gemessen und die Adsorption der Kohlenwasserstoffe durch Probenentnahmen an der Aktivkohle monatlich überprüft. Da die Schadstoffe aus Schwerölen bestanden, handelte es sich um komplexe Bedingungen, so dass im Jahr 2009 keine bemerkenswerten Sanierungsergebnisse damit erzielt wurden.

Während der Überwachungsphase wurden die Ergebnisse einer Versuchsstudie bekannt, die von der Universität Innsbruck an einer Probe unseres Bodens durchgeführt worden war. Die Studie hatte ergeben, dass durch die Kombination einer chemischen mit einer biologischen Oxidation der Prozess zur Beseitigung der schweren Kohlenwasserstoffe aus dem Erdreich merklich beschleunigt werden kann. Die Menge an chemischen Reagenzien, die für diese Technologie erforderlich ist, wäre jedoch so groß und teuer, dass ihre Anwendung angesichts der Überwachungsergebnisse nicht praktikabel gewesen wäre. Aufgrund des Fehlens spezifischer Fachliteratur hätte man für die Berechnung Spezialunternehmen beauftragen müssen, die leider über keine offiziellen Zertifizierungen verfügen.

Durch den Einsatz der Bodenluftabsauganlage wurde jedoch das wichtige Ziel erreicht: das Gleichgewicht der Faktoren Boden, Luft und Wasser in dem verunreinigten Standort zu ermitteln und in Bezug darauf die Möglichkeit einer Sicherstellung auf diesem Baulos zu beurteilen.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten waren etwa 110.000 m3 Material bewegt worden und der Boden (mit Ausnahme einiger Flächen, für die eine Sicherstellung vorzusehen ist) wurde nahezu vollständig saniert. Die zukünftige Ansiedlung des „Wissenschafts- und Technologieparks" kann somit ohne wesentliche Bauauflagen bis auf einige begrenzte Bereiche des Standortes umgesetzt werden.
Die Flächen südlich der Gießerei wurden von der Sanierung ausgeschlossen, da auf-



Karte der Sanierungseingriffe– Quelle: Dr. Ing. Renato Palaia

grund einer ausdrücklichen Entscheidung des Ressorts für Industrie und Handel, keine sofortigen weiteren Finanzierungen bereitgestellt wurden, da die Kostengrenze bereits erreicht war.

Die abschließende durchschnittliche Quote des Bodens, liegt 4 m unterhalb der ursprünglichen Geländeoberkante. Für die Böden, die der oben beschriebenen Sanierung unterzogen wurden, hat das Amt für Abfallwirtschaft eine Bescheinigung der durchgeführten Sanierung ausgestellt, in der die Sanierung bis zu den Grenzwerten für Industriestandorte bestätigt wurde. Beziehungsweise wurde in dieser festgelegt, dass ein Baulos wie oben beschrieben einer Sicherungsmaßnahme unterzogen werden muss.

Bodenluftabsaugung

BESCHREIBUNG

Die **Bodenluftabsaugung** dient der Behandlung von Böden und ermöglicht dank eines kontrollierten Luftstroms die Beseitigung flüchtiger organischer Schadstoffe, die sich in dem ungesättigten Teil des Bodens befinden. Der ungesättigte Teil des Bodens ist der Teil, in dem die Wasserbewegung hauptsächlich in Form von Versickerung erfolgt. Bei der Technik handelt es sich um ein In-Situ-Verfahren (siehe Anmerkungen). Mithilfe der Bodenluftabsaugung werden im Unterboden Leerräume geschaffen, die die Beseitigung der Schadstoffe durch deren Verflüchtigung begünstigen. Es entsteht somit ein Unterdruck, durch den die flüchtigen Bestandteile des im Boden enthaltenen Schadstoffs extrahiert werden.

Das Ansaugen eines kontrollierten Stroms aus dem Unterboden zieht neue Luft von der Oberfläche an und fördert so den biologischen Abbau der Schadstoffe. Die abgesaugten Gase werden an der Oberfläche behandelt, bevor sie endgültig in die Luft eingeleitet werden.
Die Zeiteinheit pro extrahierte Schadstoffmenge nimmt während der Belüftung schnell ab.

Die einzige Schwierigkeit bei der Anwendung dieser Methode besteht in der Komplexität der unterirdischen Bodenmassen, die keine vollständige Kontrolle der Arbeitsumgebung ermöglicht und so das Risiko nicht feststellbarer ungewollter Diffusionen mit sich bringt. Um dieses

Risiko zu senken, wird die Methode zusammen mit Systemen zur Kontrolle der Schadstoffmigration eingesetzt.

Aus anlagentechnischer Sicht betrachtet, besteht das Belüftungssystem vor Ort aus:

Schächten oder Drainagerohren zur Dampfextraktion; (Aluminia 3, 12 Stk.)
Schächten oder Dränagerohren zur Lufteinleitung (gegebenenfalls); (Aluminia 3, 6 Stk.)
Überwachungsschächten

Die Hauptphasen der Bodenluftabsaugung bestehen in:

der Belüftung des Bodens über einen oder mehrere Schächte, in denen mithilfe geeigneter Pumpen ein Vakuum erzeugt wird. Durch die Einleitschächte kommt ein Druckluftstrom zum Einsatz, der die Schadstoffe mit sich führt und sie in Form von Dampf oder Gas zu den Extraktionsschächten leitet;

der Kanalisierung der extrahierten Gase zu einem Sammelsystem für die weitere Behandlung;

dem Anziehen von Luft aus der Oberfläche, durch die die natürlichen biologischen Schadstoffabbauprozesse gefördert werden.

ANMERKUNGEN

Die Beseitigung der Schadstoffe erfolgte anschließend mithilfe anderer Behandlungsverfahren, wie die Adsorption mit Aktivkohle, katalytische Oxidation oder Kältefallen und in bestimmten Fällen mithilfe eines Verbrennungssystems.
Die Art der Behandlung hängt vom Schadstoff und dessen Konzentration ab.

Die Implementierung des Prozesses erfordert die Durchführung einer Reihe von vorbereitenden Tests vor Ort, um die Hauptparameter des Projekts zu bestimmen:

Anzahl, Verteilung und Größe der Belüftungsschächte;

Menge und Qualität der extrahierten Schadstoffe;

Größe und Art der Einheit zur Behandlung der extrahierten Luft.

Eine wesentliche Bedeutung kommt insbesondere den folgenden Proben vor Ort zu:

Luftdurchlässigkeitsprobe des Bodens (K), durch die der Einflussbereich des einzelnen Luftkanals bestimmt werden kann;

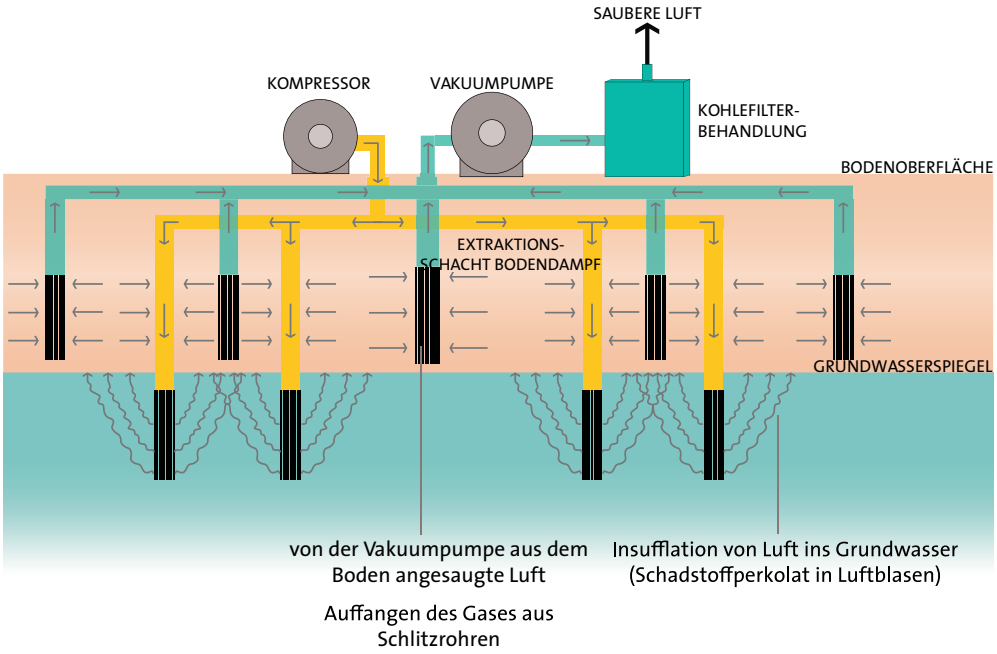
Grundwasser-Pumpprobe, durch die die Transmissivität und der Einlagerungskoeffizient des Grundwassers bestimmt werden können.

Die Dauer der Behandlung kann je nach durchgeführten Eingriff der Sanierung, zwischen zehn Tagen und einigen Jahren variieren.

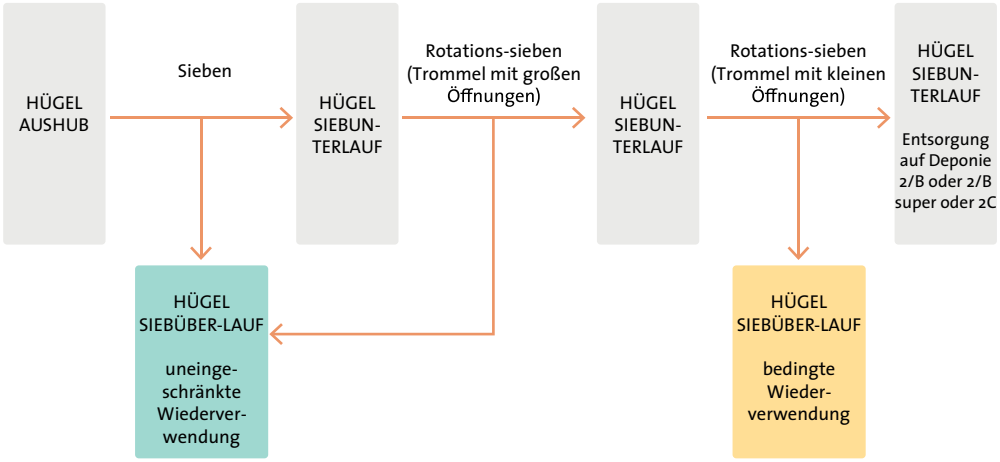
In-Situ: Maßnahmen ohne Abtragung oder Bewegung des verunreinigten Bodens. Das heißt, der Eingriff erfolgt direkt vor Ort.

On-Site: Maßnahmen, die eine Bewegung und Abtragung von Material und verunreinigtem Boden erfordern. Die Behandlung erfolgt jedoch am Standort selbst. In der Regel kostengünstiger als die Off-Site-Lösung.

Off-Site: Maßnahmen, die eine Abtragung und Bewegung des Materials und des verunreinigten Bodens erfordern, um das Material und den Boden auf einem anderen Standort und auf zugelassenen Anlagen weiterzubehandeln oder auf einer Deponie zu entsorgen.



Bodenluftabsaugung – Quelle: www.riverreporter.com



Siebkreislauf - Quelle: Dott. Ing. Renato Palaia

Die Hügel wurden zum Zweck der weiteren vollständigen oder teilweisen Wiederverwendung oder Entsorgung auf der Deponie nach Verunreinigungsgrad und Körnung getrennt.

Aufschütten des Materials aus der Siebung – Foto: Geom. Stefano Binelli

Drei Hügel mit unterschiedlicher Körnung, von der feineren zur gröberen Körnung hin abnehmende Verunreinigung

Behandlung der Böden mit Sieb und Rotationssieb – Foto: Geom. Stefano Binelli

Getrennte Hügel aus der Siebung je nach Körnung und Klassifizierung der Verunreinigung- Foto: Geom. Stefano Binelli

Hügel aus Kies – Foto: Geom. Stefano Binelli

SANIERUNG DES GEWERBEGEBIETS SINICH MERAN

Ausführungszeitraum	1992 - 1998
Bruttofläche	9,08 ha (einschließlich Deponie)
Kosten	6.500.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Alois Stadler Amt für Tiefbau Dr. Ing. Giuseppe Morello Planer Dr. Ing. Enrico Lee Projektverantwortlicher Dr. Ing. Giuseppe Morello Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Enrico Lee
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Verena Trockner
AUFTRAGNEHMER	Cav. Pietro Oberosler

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Das Gewerbegebiet erstreckt sich über die Fläche, auf der sich die früheren Industriestandorte der Montecatini und Dynamit Nobel befanden. Die Umweltuntersuchungen der Böden, die geologisch als Schwemmlandboden einzuordnen sind, haben eine starke Verunreinigung des Unterbodens mit giftigen und schädlichen Metallen (Kupfer, Blei, Arsen, Kadmium) ergeben. Deren Ursache waren die vor Ort durchgeführten Aufschüttungen und Entsorgungen von Produktionsabfällen. Es wurde eine Kontaminationstiefe von 2,50 - 3,00 m ermittelt. Bei der Grundwasseruntersuchung wurde zudem eine so hohe Belastung mit Schadstoffen wie Ammonium, Kadmium, Zink, Eisen und Mangan festgestellt, dass von einem natürlichen Sanierungszeitraum des Grundwassers von nicht weniger als 100 Jahren auszugehen ist.

Projektierung

Aufgrund des Fehlens spezifischer Umweltgesetze, welche erst in den darauffolgenden Jahren erlassen wurden, musste kein Charakterisierungsplan erstellt werden. Es reichte aus, die von den Geologen bereit gestellten Untersuchungsdaten zu nutzen und die von ihnen nahe gelegten Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Das Amt für Abfallwirtschaft sollte zuvor noch sein Einverständnis dazu abgeben.

Die Sanierung des Sinicher Gewerbegebietes hatte im Vergleich zur Vergangenheit schon einen sehr innovativen Charakter, da innerhalb des verunreinigten Standorts das Kriterium der vollständigen Sanierung angewendet wurde.

Bodensanierung

Die vom Amt für Abfallwirtschaft überwachte Sanierung bestand in der Abtragung der verunreinigten Böden und deren Transport zu einer Deponie, die am Fuße des Berges entlang der östlichen Grenze des Gewerbegebiets (über eine Gesamtlänge von 400 m) errichtet worden war. Weiters wurde die Aushubfläche mit Aufschüttungsmaterial verfüllt, welches die passenden mechanischen Eigenschaften besaß. Die Kapazität der Deponie ergibt sich aus dem Volumen zwischen der am Fuße der Bös-

chung errichteten Stahlbetonwand und der Felsböschung selbst. Die so entstandene enorm große Wanne ist in vier Bereiche unterteilt und erreicht ein Fassungsvermögen von etwa 75.000 m3.

Die (1 m dicke) Oberflächenabdeckung dieser Deponie besteht aus einer undurchlässigen Polyäthylenmembran (zur Sicherstellung der Wasserdichtheit), einem Vliesstoff (mit Drainageeffekt), der mit passenden Drainagevorrichtungen verbunden ist, einer Schicht aus elektroverschweißten Planen (als mechanischer Schutz, 15 cm), einem weiteren Vliesstoff wie oben, einer Schicht aus ausgewähltem Aufschüttungsboden (60 cm) sowie einer Schicht Mutterboden (25 cm), die mit einem Biogewebe mit Saatgut überzogen ist. Entlang der Felsböschung besteht die getroffene Schutzmaßnahme aus einer isolierenden Betonitmatte, die mit einer Schicht aus Planen überzogen ist.

Entlang der Innenwand der Begrenzungsmauer besteht der Schutz aus einer Polyäthylenmembran, einem Vliesstoff und einem isolierenden Anstrich. Entlang des Mauerfußes verlaufen zwei PVC-Drainagerohre Ø 125. Die Rohre, von denen sich eins innerhalb der Membran und das andere außerhalb davon befindet, sind mit einem Überwachungsschacht verbunden, der sich auf der Außenseite der Mauer befindet.

Der gesamte Aufbau hat die Aufgabe die Deponie mit einer Ummantelung zu versiegeln und er schützt gegen den Eintritt von Niederschlagswasser und mechanischen Beanspruchungen. Die Verteilung von LKW-Planen auf dem oberen Teil der Deponie hat den Zweck, die Schlagkraft eventuell vom Gebirgsabhang herab fallender Felsbrocken noch besser abfangen zu können.

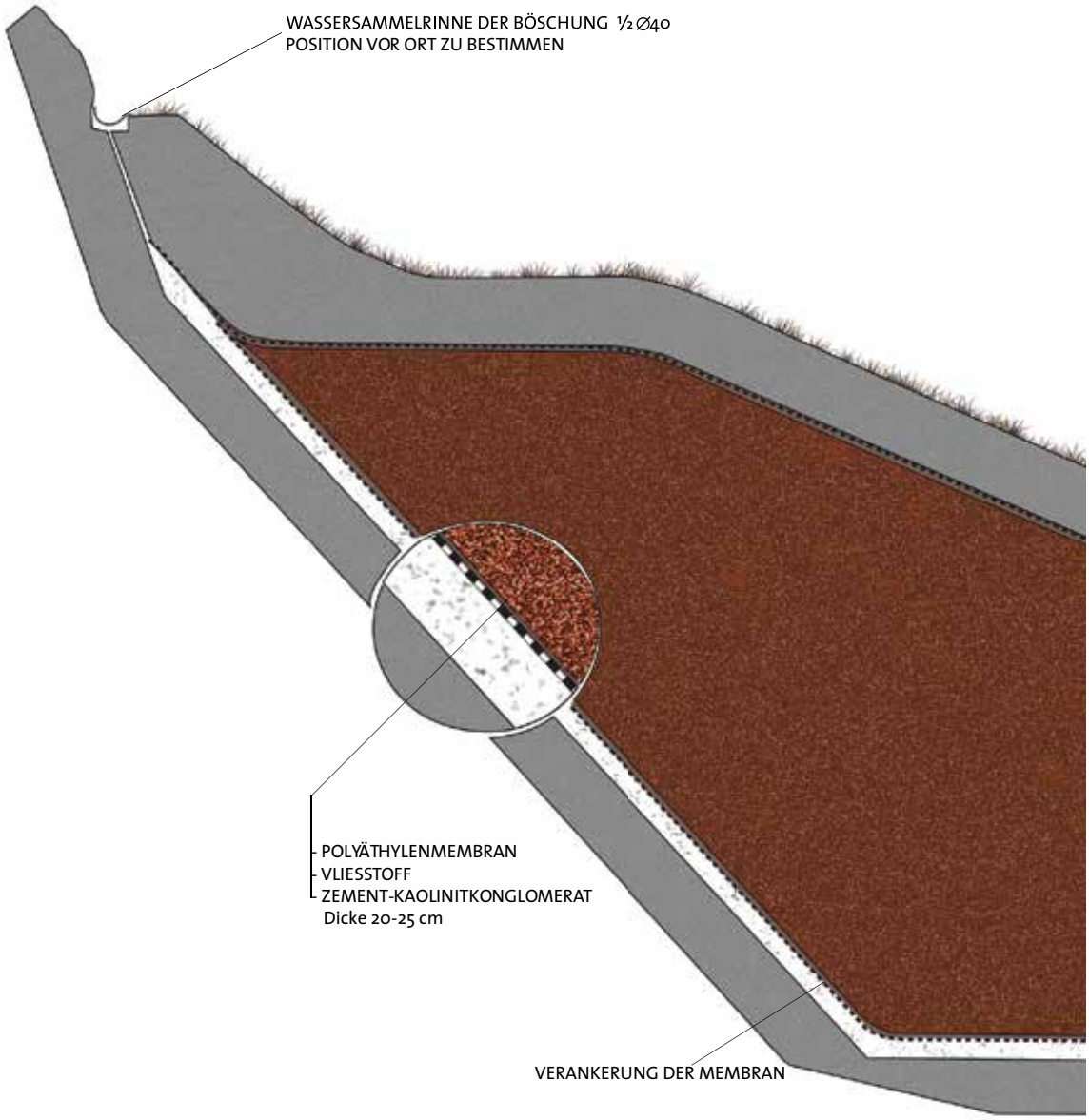
Die Instabilität des vorhandenen Felsens, die auf eine starke Rissbildung zurückzuführen ist, hat zudem sofortige Felsabräumungen und Konsolidierungsmaßnahmen mit entsprechenden Verankerungen an der Wand erfordert. Es wurde eine Einzäunung entlang der oberen Wand der Begrenzungsmauern errichtet, um zu verhindern, dass Felsbrocken auf die darunter liegende Fläche fallen.

Entlang der Kontaktlinie zwischen Deponie und Felsen (bzw. parallel zu der oberen Wandfläche der Mauern) wurden in Beton zwei Rinnen ausgeführt, über welche das von der Böschung herab laufende Oberflächenwasser gesammelt und anschließend über dazu eingerichtete Sammelbrunnen entsorgt wird. Diese münden in Sicker-

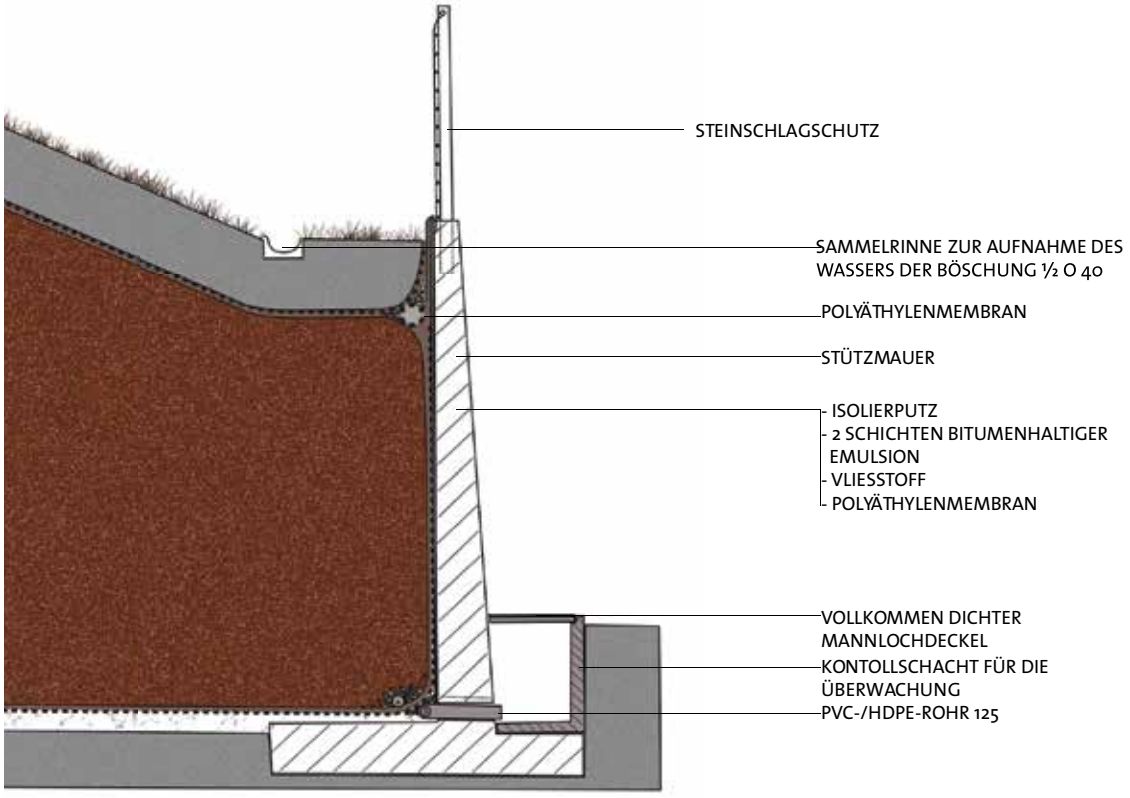
schächte, die in geeigneten Abständen am Fuße der Deponie verteilt sind.
Zum jetzigen Zeitpunkt sind aufgrund der wetterbedingten kontinuierlichen Erosion des Felsens weitere Räum- und Konsolidierungsmaßnahmen an der Felswand erforderlich.

Gleichzeitig wird die Deponie über vier Schächte überwacht, die für jede der vier Wannen eingerichtet wurden. Diese dienen zur Überprüfung der Dichtheit gegen das Eindringen von Wasser und somit werden mögliche Grundwasserverunreinigungen verhindert.

Luftbildaufnahme der Deponie am Fuße des Berges - Foto: Geobrowser



Regelquerschnitt durch die Deponie am Fuß des Berges – Quelle: Dr. Ing. Enrico Lee


STEINSCHLAGSCHUTZ
SAMMELRINNE ZUR AUFNAHME DES WASSERS DER BÖSCHUNG ½ O 40
POLYÄTHYLENMEMBRAN
STÜTZMAUER
- ISOLIERPUTZ
- 2 SCHICHTEN BITUMENHALTIGER EMULSION
- VLIESSTOFF
- POLYÄTHYLENMEMBRAN
VOLLKOMMEN DICHTER MANNLOCHDECKEL
KONTOLLSCHACHT FÜR DIE ÜBERWACHUNG
PVC-/HDPE-ROHR 125

SANIERUNG DES GEWERBEGEBIETS SINICH-MERAN – EHEMALIGE KANTINE MEMC

Ausführungszeitraum	2001
Bruttofläche	0,50 ha
Kosten	750.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Valentino Pagani Amt für Tiefbau Dr. Ing. Renato Palaia Planer Dr. Ing. Enrico Lee Projektverantwortlicher Dr. Ing. Renato Palaia Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Enrico Lee
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Verena Trockner
AUFTRAGNEHMER	IDES

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Die Fläche der ehemaligen Kantine MEMC ist Teil des Gewerbegebiets Sinich, und von diesem durch die ehemalige Stilfserjochstraße (SS 38) getrennt. Auch hier handelt es sich um eine Fläche, auf der sich die früheren Industriestandorte der Montecatini und Dynamit Nobel befanden. Die Umweltuntersuchungen der Böden, die geologisch als Schwemmlandboden einzuordnen sind, haben eine starke Verunreinigung des Untergrunds mit giftigen und schädlichen Schadstoffen (Kupfer, Blei, Arsen, Kadmium) ergeben. Auch hier liegt die Ursache, in den vor Ort aufgeschütteten und entsorgten Produktionsabfällen. Es wurde eine Tiefe der Verunreinigung von durchschnittlich 1,5 m ermittelt. Im Zuge der Grundwasseruntersuchung wurde zudem eine so hohe Belastung mit Schadstoffen wie Ammonium, Kadmium, Zink, Eisen und Mangan festgestellt, dass von einem natürlichen Sanierungszeitraum des Grundwassers von nicht weniger als 100 Jahren auszugehen ist.

Projektierung

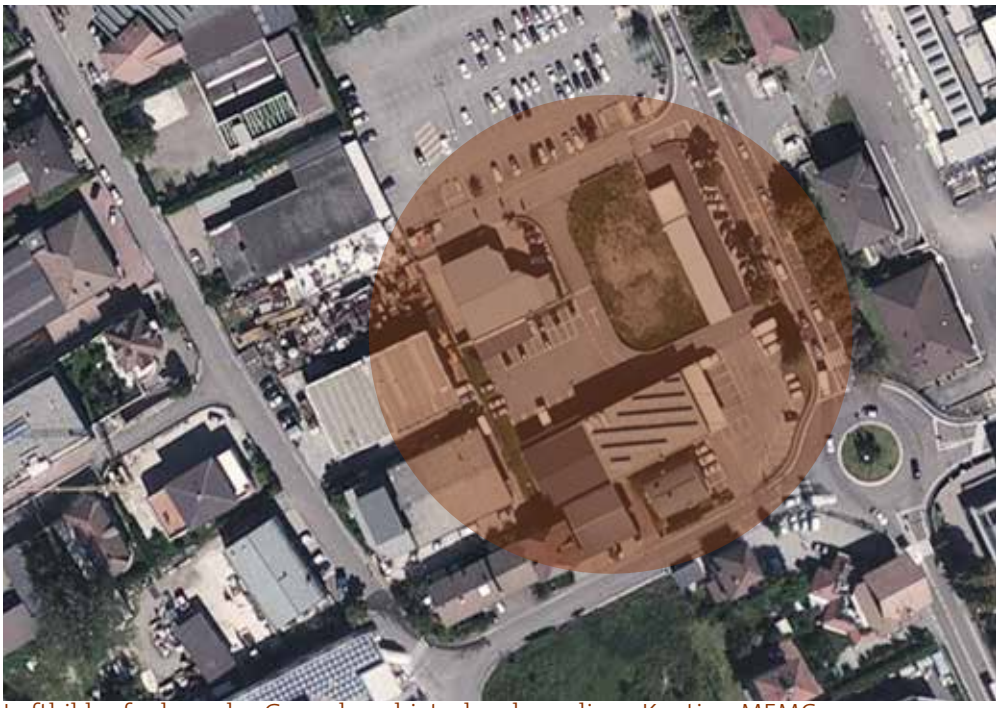
Das Amt für Abfallwirtschaft und die Gemeinde Meran haben die Art des Sanierungseingriffes festgelegt, dessen Ziel die Erreichung der damals von der Region Toskana bestimmten Grenzwerte war. Sie entsprachen im Wesentlichen den Grenzwerten aus der Spalte A (für Wohnbauzonen) des späteren Ronchi-Dekrets Nr. 471 vom 25. Oktober 1999 und waren also strenger wie die Grenzwerte, welche für industriell genutzte Standorte (Spalte B) gelten. Diese Vorgehensweise diente vor allen Dingen einer Anpassung an die bereits für das nahe gelegene Gewerbegebiet Sinich erfolgte Sanierung, wo die Grenzwerte für Wohnbauzonen (Spalte A) erreicht wurden.

Die MEMC, die als Voreigentümerin des Standortes für die Kontaminierung verantwortlich war, hat sich bereit erklärt, die Kosten für die Sanierung bis zu den vorgegebenen Grenzwerten für Industriestandorte (Spalte B) zu übernehmen. Das Land hingegen hat die erforderlichen Zusatzkosten für das Erreichen der Grenzwerte der Wohnbauzone (Spalte A) bereit gestellt. Unter diesen Voraussetzungen wurde die MEMC mittels einer Vereinbarung beauftragt, die gesamten Sanierungsarbeiten durchzuführen.

Bodensanierung

Der verunreinigte Boden wurde bis zu einer Tiefe von 2 m abgetragen und die Sanierung vom Amt für Abfallwirtschaft überwacht. Dem Material wurde ein Abfallcode von Seiten des Amtes für Abfallwirtschaft zugeordnet und dieses wurde auf den dafür zugelassenen Deponien entsorgt. Aufgrund des erschöpften Fassungsvermögens der Deponie am Fuße des Berges entlang der östlichen Grenze des Sinicher Gebiets, war es nicht möglich, das Material vor Ort zu entsorgen.

Insgesamt wurden etwa 20.000 m3 Material bewegt, wobei die Sanierung des Streifens zur Stilfserjochstraße hin ausgelassen wurde. Von besonderer Relevanz war die Kontamination aufgrund von Asbest, die durch das Zerkleinern der Regenrinnen der ehemaligen Kantine MEMC im Rahmen des Abbruchs entstanden war.



Luftbildaufnahme des Gewerbegebiets der ehemaligen Kantine-MEMC
Quelle: bing.com/maps

SANIERUNG DES MÜLLHÜGELS BOZEN SÜD

Ausführungszeitraum	2006 - 2008
Bruttofläche	1,5 ha (gehört zum Standort Bozen 1)
Kosten	11.000.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Valentino Pagani Amt für Entsorgungsanlagen P.I. Georg Simeoni Planer Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro Projektverantwortlicher Dr. Ing. Federico Pasquali, Rausa Engineering GmbH Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Giulio Angelucci
AUFTRAGNEHMER	ATI Ladurner Bonifiche Srl, Oberosler Cav. Pietro SPA, Cosbau SPA

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Der so genannte „Müllhügel Bozen Süd" war eine Mülldeponie auf der linken Uferseite des Eisacks und ist Teil des gleichnamigen Gewerbegebiets von Landesinteresse. Die Deponie wurde seit 1950 als Sondermülldeponie für Bauschutt aus Abbrüchen und Aushubmaterial verwendet, ohne dass dabei die in heutiger Zeit gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheits- und Umweltschutzmaßnahmen ergriffen worden wären. Das gilt insbesondere für die Abdichtung der Auflagefläche, die Erfassung des Sickerwassers einschließlich der entsprechenden Entsorgung und die Überwachung des Grundwassers. Im Laufe der Jahre sind die anfänglichen Nutzungsbeschränkungen der Deponie abgeändert worden, weil zu der vorgesehenen Lagerung von Bauschutt nach und nach auch Rückstände aus den Betrieben des Gewerbegebiets (Rückstände aus den Hochöfen der Stahlwerke, Dicalciumsilikat der Magnesio-Betriebe und Fluoride aus den Alumix-Werken) hinzukamen. Ebenfalls wurde auf diesem Areal Sondermüll aus den Gaswerken der Gemeinde Bozen entsorgt, wie gallertartige PAK-Schlämme. Die Entsorgung auf dieser illegalen Deponie wurde Ende der 90er Jahre abgeschlossen, nachdem das Aushubmaterial aus dem Bau des Kompostwerks Bozen Süd zu diesem Areal gebracht wurde und das Gesamtvolumen von 300.000 m3 erreicht worden war. Anfang der 90er Jahre wurde eine erste Boden- und Umweltprüfung vom Studio Geol. Marini mit Bodengrabungen und -bohrungen sowie Piezometern zur Überprüfung des Grundwasserzustands durchgeführt. Eine zweite Untersuchung erfolgte durch das Studio Geol. Nobile e Cadrobbi mit Beratung durch Dr. Ing. Martin Weiss.

Projektierung

Für die Sanierung wurde ein Sanierungsprojekt erstellt, das den vollständigen Abtransport der Abfälle vorsah. In Abhängigkeit des Kontaminationsgrades wurden die Materialien ausgewählt und unterteilt und einer entsprechenden Verwendung bzw. Entsorgung zugeführt. Im Projekt war vorgesehen, dass das Material mit der geringsten Verunreinigung auf der alten Deponie Sigmundskron in den dafür vorgesehenen Wannen verfüllt wurde, deren Wände entsprechend den geltenden gesetzlichen Bestimmungen abgedichtet worden sind, um jegliches Risiko einer Verunreinigung des umliegenden Gebiets zu verhindern. Für das Material mit mittlerer Verunreinigung wurde eine Siebung in einer passenden Anlage vorgesehen, um das grobkörnigere und weniger stark belastete Material von dem feinkörnigeren und stärker verunreinigten Material zu trennen.

Ersteres wurde entsprechend den oben beschriebenen Modalitäten zur Deponie Sigmundskron gebracht, zweiteres wurde für eine Weiterbehandlung und zur Entsorgung auf Deponien außerhalb der Provinz befördert. Beim Abbau der Deponie wurden strenge Sicherheitsmaßnahmen ergriffen, die insbesondere die Zwischenlagerung des mittelmäßig verunreinigten Materials vorsah. Dieses wurde auf einer abgedichteten und von einem Zelt überdachten Fläche gelagert. Um ein Freisetzen von schädlichen Substanzen in die Luft zu verhindern, musste in diesem Zelt ein ständiger Unterdruck herrschen und die wieder nach außen abgegebene Austauschluft mit Aktivkohle gefiltert werden. Durch diese Vorkehrungen wurden Staubemissionen in die Umgebung des Lagers verhindert. Die Wirksamkeit dieser Vorkehrungen wurde mithilfe von vier Luftüberwachungsstationen auf der Baustelle und in der Umgebung kontrolliert. Auch eine konstante Überwachung des Grundwassers mithilfe von Piezometerschächten wurde vorgesehen, um eine etwaige Verunreinigung des Grundwassers im Laufe der Arbeiten feststellen zu können. Zudem wurden geeignete Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Arbeiter ergriffen.

Ausführung der Arbeiten

Die Sanierungsarbeiten konnten nahezu vollständig gemäß Projekt umgesetzt werden. Die Abtragung des Materials erfolgte mit einer Maschenfeldgröße von 10 m Seitenlänge und Schichten von 2 m Höhe, so dass 200 m3 große Kuben entstanden. Von jedem Kubus wurden Proben entnommen und chemische Analysen durchgeführt, um die Abfälle nach dem Grad ihrer Verunreinigung klassifizieren zu können. Eine zweite Auswahl von mittelmäßig verunreinigtem Material erfolgte, nachdem es durchgesiebt worden war. (Das Sickerwasser wurde in abgedichteten Becken gesammelt, um dessen eventuelle Toxizität analysieren zu können.) Auf diese Weise wurden etwa 89 % der gesamten Kubatur der Ablagerung nach Sigmundskron gebracht, da es sich nur um leicht verunreinigtes Material handelte. Das stark verunreinigte Material, das 11 % vom gesamten Material ausmachte, wurde vom Güterbahnhof Bozen (Umschlagbahnhof Siberia) per Eisenbahn zu Deponien in Deutschland transportiert. (Auch hier wurde über den Gleisen ein Zelt wie oben beschrieben errichtet, in dem das giftigste Material zwischengelagert wurde, um es anschließend auf besonders ausgerüstete Waggons laden zu können.) Nach Abschluss der Arbeiten stellte sich heraus, dass der Anteil an stark verunreinigtem Material geringer war als zunächst angenommen. Die Grundwasserkontrollen haben keine Verunreinigung aufgrund der durchgeführten Arbeiten ergeben.

Blick auf die Baustelle – Foto: Geom. Jürgen Wieser

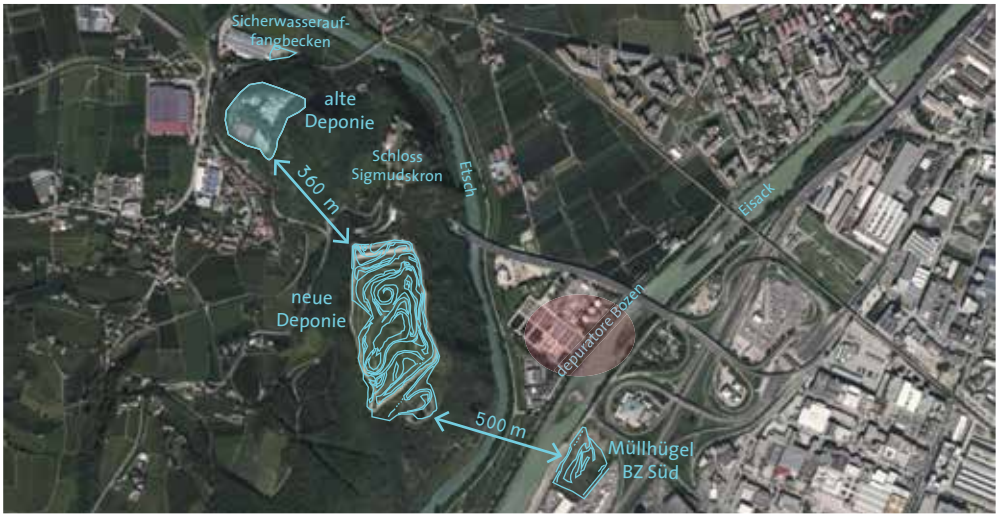
Zelt mit Unterdruck – Foto: Geom. Jürgen Wieser

SANIERUNG MIT SICHERUNGSMASSNAHMEN DEPONIE SIGMUNDSKRON

Ausführungszeitraum	1998 – 2011
Bruttofläche	8 ha (gehört zum Standort Bozen 1) (ugewiesen)
Kosten	ca. 25.000.000 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Alois Stadler Dr. Ing. Valentino Pagani Planer Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro Geologische Assistenz: Büro Geologie und Umweltschutz Dr. Michele Nobile Dr. Lorenzo Cadrobbi Dr. Stefano Paternoster Projektverantwortlicher Dr. Ing. Federico Pasquali, Rausa Engineering GmbH Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr.ssa Verena Trockner Dr. Giulio Angelucci Geom. Manfred Nagler
AUFTRAGNEHMER	Bietergemeinschaft ATI Oberosler Cav. Pietro S.p.A, De.Co.Bau S.r.l., Alpenbau GmbH, Rauchbau AG, Cosbau AG, Sigmundskron Konsortial GmbH, Alpenbau GmbH, Gasser GmbH, Rottensteiner Heinrich & Co. OHG und Costruzioni Repetto GmbH

Historischer Rückblick

Mehrere Jahrzehnte lang befanden sich auf dem „Kaiserberg“ zwei verunreinigte Standorte, die auf die Vorgeschichte der Abfallentsorgung der Stadt Bozen zurückgehen: die „alte Deponie“ auf der Höhe des ehemaligen Tontaubenschießplatzes und die „neue Deponie“ südlich von Schloss Sigmundskron. Die so genannte „neue Deponie Sigmundskron“ wurde von 1969 bis 1992 von der Gemeinde Bozen betrieben. In diesem Zeitraum wurden dort etwa 1,5 Mio. m3 gemischte Abfälle städtischer, industrieller und gewerblicher Herkunft sowie Aushub- und Abbruchmaterial angeliefert. Seit 1992 wurde die Entsorgung der Abfälle auf dieser Deponie eingestellt.
Seit 1982 hat die Landesagentur für Umwelt einige begrenzte Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, um die negativen Auswirkungen der Deponie auf die Umwelt vorläufig und lokal, wenn auch nicht substantiell, einzudämmen.

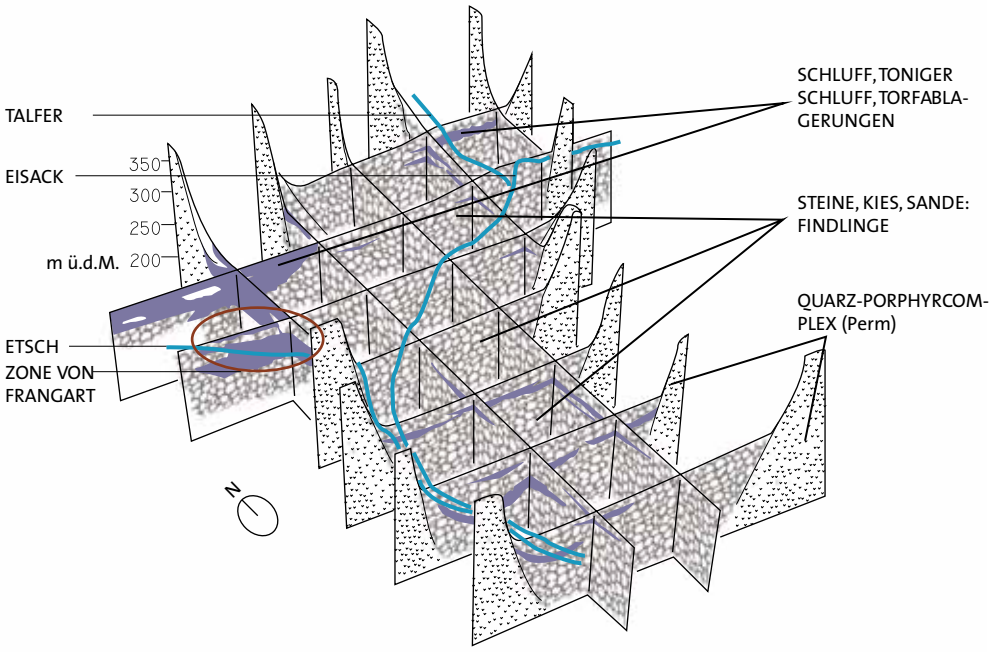


Topografische Beschreibung der zwei kontaminierten Standorte – Quelle: Amt für Abfallwirtschaft

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Ausgehend von der Untersuchung von Molfetta und Bortolami (siehe Grafik) wurden die Karten mit den Tiefenlinien/Höhenlinien des Oberflächenschlicks, die Karte mit den Tiefenlinien des Oberflächengewässers und die Karte mit den Tiefenlinien der Deckschicht der zweiten wasserführenden Schicht rekonstruiert. Anschließend sind die hydrodynamischen Eigenschaften

des Oberflächengewässers am Talboden und die allgemeinen Eigenschaften und hyodrochemischen Fazies des Grundwassers bestimmt worden.
Faktisch zeigt diese Rekonstruktion, dass es sich bei der wasserführenden Schicht, in der die verunreinigenden Substanzen festgestellt wurden, um einen Aquifer handelt, der die Eigenschaften eines geschlossenen Grundwasserleiters mit sehr niedrigen Transmissivitäts- und somit sehr niedrigen Mobilitätswerten aufweist. Der gleiche Chemismus zeigt auf, wie das Oberflächengrundwasser von Frangart nach Verunreinigung als geschlossener Grundwasserleiter anzusehen ist.
Entwicklung der Verunreinigung: Nach der Entnahme neuer Proben wurde eine Reihe thematischer Tafeln erstellt, die die tatsächliche Ausdehnung der Verunreinigung zeigen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Risikoanalyse auf einem vereinfachten und hypothetischen Modell basiert, das teilweise nicht dazu geeignet ist, die Komplexität des vorliegenden Falls abzubilden.
In den ausgearbeiteten thematischen Tafeln wurde angegeben, dass die vorhandene Verunreinigung „wahrscheinlich auf das Eindringen von Sickerwasser aus der alten Deponie Sigmundskron“ und nicht aus der neuen Deponie zurückzuführen ist.



Dreidimensionale Rekonstruktion des lithostratigraphischen Aufbaus des Untergrunds im Bozner Talkessel – Quelle: Studie von Molfetta und Bortolami (1993)

Zudem ist anzumerken, dass die Ausdehnung der Verunreinigung im Vergleich zur Situation im Jahr 1995 zurückgegangen ist, was mit den verschiedenen bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen in Verbindung zu bringen ist.

Projektierung

Aufgrund der Komplexität und hohen Kosten der Arbeiten wurde die Sanierung des „Müllhügels Bozen Süd" und der „neuen Deponie Sigmundskron" im Jahre 1992 von der Gemeinde auf die Landesagentur für Umwelt übertragen. Diese hat wiederum Dr. Ing. Martin Weiss vom Planungsbüro H&T mit dem Projekt beauftragt. Auf der Grundlage der von diesem Büro vorgeschlagenen Maßnahmen wurden 1996 folgende technische Lösungen durchgeführt:

a) Die so genannte „neue Deponie" in Sigmundskron musste einer grundlegenden **Umgestaltung** unterzogen werden, um sowohl die technische Sanierung als auch die Wiederherstellung des Landschaftsbilds und eine rationale Neunutzung des Gebiets zu ermöglichen.

b) Die technische Sanierung erfolgte **gemeinsam mit der Sanierung des Müllhügels Bozen Süd** durch Auffangen und Entsorgung der flüssigen und gasförmigen Emissionen, durch eine möglichst vollständige und dauerhafte Einkapselung (Oberflächenabdichtung) und durch eine regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit der Sicherungsmaßnahmen.

c) Als rational sinnvollste Endbestimmung wurde die Schaffung eines Erholungsgebiets für die Stadt Bozen angedacht.

Aus dieser vorläufigen Entscheidung entstanden 1997 das Vorprojekt Nr. 96/37 und die anschließenden Ausführungsprojekte, die in Baulosen eingereicht und genehmigt wurden.
Die Arbeiten wurden in Übereinstimmung mit dem Umweltverträglichkeitsgutachten durchgeführt, und am 25.05.2012 stellte das Amt für Abfallwirtschaft die Bescheinigung der durchgeführten Sanierung aus.
Schlussfolgerungen: Angesichts der Beschaffenheit der wasserführenden Schicht, der Ausdehnung der Kontaminationsfahne und der Eindämmung der Quelle der Verunreinigung durch die Sanierung sieht das Projekt Folgendes vor: der Zustand des Oberflächengrundwassers von Frangart wird regelmäßig kontrolliert und eine etwaige hydraulische Barriere wird in jenem Moment eingesetzt, sobald eine merkliche Verschlechterung der Situation eintritt. Das Amt für Abfallwirtschaft führt zudem eine regelmäßige Überwachung des Grundwassers (Monito-

rings) durch und hat dabei festgestellt, dass sich die Situation mit den Jahren stabilisiert hat.
Arsengrenzwerte: Dieser Aspekt wurde von der Landesagentur für Umwelt intern vertieft. Es wurden verschiedene Risikoanalysen durchgeführt, von denen zwei zusammenfassend wie folgt beschrieben werden:
Run 1) Für diese Risikoanalyse werden dieselben Parameter und dieselbe Software verwendet wie im Juni 2003. Sie ist darauf ausgerichtet, ein hypothetisches Sanierungsziel zu erhalten, mit dem die Gefährdung auf ein akzeptables Niveau käme.
Run 2) In dieser zweiten Analyse wird im Vergleich zur ersten das Sanierungsziel mit einem Drittel der für Trinkwasser geltenden Arsengrenzwerte vorgegeben. Es handelt sich dabei um einen Wert, der häufig im Bozner Trinkwasser gemessen wird und als nicht verunreinigt gilt. Es wird demnach ein Grenzwert von 3 Mikrogramm/Liter angewandt.
Folgerungen: Die Verschmutzung des Grundwassers beschränkt sich auf einen Teil des Oberflächengrundwassers von Frangart und steht vermutlich im Zusammenhang mit noch erfolgenden Versickerungen aus der alten Deponie. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Grundwasser von Bozen dadurch nicht gefährdet ist.

Ausführung der Sanierung

Das Sanierungsprojekt der Deponie Sigmundskron wurde nach dem Kriterium der technischen Priorität in zwei Sanierungseingriffe unterteilt:
Dringende Sanierungseingriffe für ein verbessertes Auffangen des Sickerwassers und der Gase auf der gesamten Fläche: Durch gezielte Eingriffe, wie die Durchführung von Injektionen in die Felsen oder das Einsetzen von isolierenden Wänden wurde das unterirdische Ablaufen der Sickerwasser blockiert und die Möglichkeit, sie aufzufangen, verbessert. Darüber hinaus wurden die vorhandenen Auffangleitungen gereinigt oder erneuert. Um die Geruchsbelästigung auf ein Minimum zu reduzieren bzw. die Luftqualität zu verbessern, wurden auf dem gesamten Areal Gasbrunnen für die Erfassung der Deponiegase realisiert. Die Gase werden in einer zentralisierten Anlage behandelt, die Emissionen unterhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte garantiert.
Durchführung der Eingriffe in den Jahren 1998/1999

Stützkegel und Infrastruktur: Die Nord- und Südseite der Deponie wurden für die Umgestaltung der Deponieoberfläche mit einem neuen Profil versehen. Um die erforderlichen Umschichtungen und weitere Anlieferungen von Abfällen zu ermöglichen, war es unverzichtbar, neues Volumen zu schaffen, ohne dabei jedoch die vorgegebenen Abstände zum Bozner Trinkwasserschutzgebiet zu unterschreiten (ehemalige Zone C). Zu diesem Zweck war es erforderlich, am nördlichen und

südlichen Ende Begrenzungskeile aus Inertstoffmaterial zu errichten (Stützkegel). Darüber hinaus wurde eine neue Trasse für die Zufahrtsstraße zur Deponie gebaut und es wurden Becken und Sammelspeicher für das Niederschlagswasser vorgesehen.
Durchführung der Eingriffe in den Jahren 1999/2000 (Infrastruktur Süd) und 2004 (Infrastruktur Nord)

Basisabdichtung der Bereiche für die Abfallumschichtung: Im Rahmen der Umgestaltung der Deponie sind im Vergleich zu den aktuellen Plänen drei neue Erweiterungszonen entstanden: im Süden mit 7.100 m2, im Norden mit 3.600 m2 und im Westen mit 8.400 m².. Diese mussten natürlich mit einer Basisabdichtung ausgestattet werden. Die neuen Zonen sollten teilweise mit dem Material aus der Sanierung des Müllhügels Bozen Süd aufgefüllt werden, um dann an der Oberfläche abgedichtet und zusammen mit dem Rest der Deponie begrünt zu werden. In allen Bereichen wurde eine kombinierte Basisabdichtung aus einer Kombination von mineralischen Schichten und HDPE-Folien vorgenommen.
Durchführung der Eingriffe in den Jahren 2001/2002 (südliches Becken) und 2005/2006 (nördliches Becken)

Umschichtung/Anlieferung der Abfälle: Für die Umgestaltung der Deponie mussten intern etwa 220.000 m3 Abfälle umgeschichtet werden, die insbesondere in den nördlichen und westlichen Bereichen der Deponie konzentriert waren. Mithilfe von Radladern wurde das verschobene Material in den neuen abgedichteten Zonen eingelagert. Die Abfallumschichtung betraf die Lagerung von Material aus der Sanierung des Müllhügels Bozen Süd der Deponiekategorie IIB und dieses wurde in den neuen abgedichteten Füllbereichen im Süden eingebaut. Im Rahmen dieser Arbeiten wurde eine schrittweise Anpassung des Gasauffangsystems vorgenommen, während die Anlage zur Gasbehandlung weiterhin in Funktion bleibt.
Durchführung der Eingriffe in den Jahren 2006/2007

Oberflächenabdichtung: Ziel dieser Maßnahme war es, die festen, flüssigen und gasförmigen Emissionen innerhalb der Deponie einzukapseln, das Eindringen von Niederschlagswasser zu verhindern und die Oberfläche der Deponie für ihre zukünftige Nutzung als Erholungsgebiet neu zu begrünen.
Durchführung der Eingriffe in den Jahren 2009/2010

Nachsorge, Überwachung, Monitoring und Nutzung: Die Überwachung der Umweltparameter, die Kontrolle und Wartung der technischen Anlagen, die Entsorgung des Sickerwassers etc. müssen

auch nach Abschluss der technischen Sanierung fortgeführt werden. Zudem muss der Betreiber (Gemeinde Bozen) die für die vorgesehenen Freizeitaktivitäten vorgesehene Ausstattung im Hinblick auf eine natürliche, nicht intensive Nutzung vornehmen.
Laufende Arbeiten: Reale Situation der Verunreinigung des Grundwassers von Frangart laut den bisher durchgeführten Untersuchungen (einschließlich Risikoanalyse): Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung wurde eine Bewertung des gesundheitlichen Risikos vorgenommen (Juni 2003). In den Schlussfolgerungen dieser Risikoanalyse ist folgender Satz zu lesen: „Das Verbot der Nutzung der lokalen Wasserquelle als Trinkwasser innerhalb eines Umkreises von etwa vier Kilometern (3.800 m) vom Quellgebiet ist aufrecht zu erhalten."

„Sicherstellungsmaßnahmen für den Standort Bozen 1, bestehend aus der Deponie Sigmundskron und dem Müllhügel Bozen Süd, nach Art. 10 des Beschlusses der Landesregierung Nr. 1072 vom 4. April 2005": Zweck dieser Studie, ausgearbeitet vom Büro Geologie und Umweltschutz, war die Bewertung der Umweltauswirkungen und die Ausdehnung und Verteilung der Schadstoffe im Grundwasser unterhalb des betroffenen Areals am Standort Bozen 1. „In der vorliegenden Studie wurden anhand der geplanten Entwicklungen zudem die Kriterien für den eventuellen Bau einer hydraulischen Barriere mit Kontrollfunktion im Gebiet Frangart festgelegt."

Angewandtes Abdichtungssystem und dessen technische Bewertung: Das Abdichtungssystem wurde sowohl durch die Kontrollbehörden als auch extern (durch Dr. Gartung LGA) auf den technischen Zustand bewertet.
Es wurden der Wassergehalt der Deponie und mögliche Abbau- und Stabilisierungsprozesse der vorhandenen Abfälle berücksichtigt.
Aufgrund fehlender Informationen zum Wassergehalt der Abfälle war es erforderlich, das freigesetzte Biogas (oder eventuell die Menge des aufgefangenen Methans) und strukturelle Absenkungen anhand qualitativer und quantitativer Parameter des Sickerwassers (BSB, CSB) zu bewerten. Es wurde auch die Möglichkeit geprüft, Biogasmessungen an den einzelnen Brunnen auszuwerten.

Für die Bereiche der Deponie Sigmundskron, in denen der Anteil an anorganischen Abfällen überwiegte (mittlere Zone und südliches Becken), wurde die Angemessenheit der Oberflächenabdichtung bewertet. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf potenziellen löslichen Substanzen und die Zusammensetzung des Biogases. In diesem Zusammenhang war die langjährige Erfahrung des „Instituts für Abfallwirtschaft" dienlich, welches sich mit dem Alterungsprozess von Rückständen und Feinstaub auseinandersetzt. Ebenfalls bewertet wurden die Temperaturentwicklung, das Senkungsverhalten und allgemein die Prinzipien der Reaktionen zwischen organischen und anorganischen Verbindungen.

Die Bewertung von aktuell vorhandenen Daten zur Sicherwassermenge, Sickerwasserzusammensetzung und zur Menge an Biogas und Biogaszusammensetzung ermöglicht eine weitere Optimierung der Sickerwasserführung und der Überwachung (Monitoring).

Blick auf die Baustelle im Laufe der Sanierungsarbeiten – Foto: Amt für Abfallwirtschaft

Blick auf die Baustelle nach Abschluss der Sanierungsarbeiten – Foto: Amt für Abfallwirtschaft

DAUERHAFTE SICHERSTELLUNG DER DEPONIE FALSCHAUER IN SINICH

Ausführungszeitraum	1997
Bruttofläche	2,5 ha
Kosten	2.000.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Abteilung 10 Tiefbau Dr. Ing. Alois Stadler Amt für Abfallentsorgungsanlagen P.I. Georg Simeoni Planer Dr. Ing. Klaus Plattner, Baubüro Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Klaus Plattner, Baubüro
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Verena Trockner
AUFTRAGNEHMER	Oberosler Cav. Pietro AG

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Die Deponie Falschauer besteht aus zwei Hügeln, die durch die Verbindungsstraße zwischen Sinich und Lana getrennt werden, und liegt innerhalb eines Biotops, das den gleichen Namen trägt. Der Hügel seitlich des Verbindungsstücks zur MEBO Richtung Süden ist durch die Verfüllung von Kiesgruben mit Hausmüll entstanden. Die verfüllten Kiesgruben (mit einer Tiefe bis unterhalb des Grundwassers) lagen im Mündungsgebiet der Falschauer in die Etsch. Die Entstehung dieses aufgeschütteten Hügels reicht in jene Zeit zurück, in der unterschiedlich verunreinigtes Material einfach deponiert wurde, ohne dass irgendwelche Umweltschutzmaßnahmen ergriffen wurden. Für diesen Hügel wurden keine Sanierungseingriffe von der Provinz Bozen vorgenommen, da dieser durch Witterungseinflüsse und Sedimentierung immer stärker inertisiert wurde und somit sein Gefahrenpotential auf ein Minimum reduziert werden konnte. Der zweite Hügel, der parallel zur Verbindungsstraße zwischen Sinich und Lana liegt, besteht zu einem Teil aus der alten Deponie und zu einem anderen Teil aus jüngerem Material. Dieser Hügel wurde von den Gemeinden des Burggrafenamts als vorläufige Deponie genutzt. Seine Entstehung geht auf die 80er Jahre zurück, als auf der linken Uferseite der Falschauer eine vorläufige Grube ausgehoben wurde, die mit einer undurchlässigen Folie abgedichtet und anschließend nach und nach mit Hausmüll verfüllt wurde. Ende der 90er Jahre, als die neue Deponie Tisner Auen in Betrieb genommen wurde, hat die Autonome Provinz Bozen beschlossen, diese Deponie zu schließen und anschließend zu sanieren.

Projektierung

Dr. Geol. Ambrogio Dessì hat für die Sicherstellung dieser Deponie eine Boden- und Umweltprüfung vorgenommen, die für die Erstellung des entsprechenden Sanierungsprojekts erforderlich war. Anschließend erfolgte die Ausschreibung der Arbeiten und die Eröffnung der Baustelle. Es wurde eine Verdichtung der Deponieoberfläche und das Verlegen einer undurchlässigen Oberflächenabdeckung vorgesehen. Diese besteht aus einem betonithaltigen Geokomposit (trockenes, körniges Betonit, das zwischen zwei Geogewebeschichten eingeschlossen ist, die wiederum von einer kräftigen Vernadelung gehalten werden). Weiters wurde eine Drainageschicht und eine 1 m dicke Mutterbodenschicht vorgesehen, die anschließend begrünt und mit Zierpflanzen bepflanzt wurde. Entlang der Deponieböschung wurde die Kiesdrainage durch die Verlegung von Autoplanen (welche durch ein Metallgitter miteinander verbunden waren) stabilisiert, bevor

sie mit Mutterboden bedeckt wurde. Die Böschungen werden durch eine Begrenzungsmauer aus Stahlbeton gehalten, mit Ausnahme der nördlichen Seite, wo entlang der Grenze zu der früheren Zerkleinerungsanlage für Bauschutt eine Mauer aus Felsblöcken errichtet wurde. Ein Netz aus Drainagerohren fängt das Niederschlagswasser auf und leitet es in Sammelbrunnen. Von dort aus wird es in die Wasserläufe der Umgebung eingeleitet..

Ausführung der Arbeiten

Die Arbeiten wurden Ende der 90er Jahre durchgeführt und vollständig gemäß Sanierungsprojekt umgesetzt. Innerhalb des Gewerbegebiets von Lana wurde entlang der Straße eine Anlage zur Abfackelung des Biogases aus der Deponie gebaut. Zu diesem Zweck wurden einige Drainagebrunnen gebohrt, die bis in eine Tiefe von etwa 20 m von der Deponieoberfläche aus reichen, die durch horizontal verlaufende Rohre miteinander verbunden wurden. Das Biogas wird durch dieses Netz angesaugt und zu der Anlage geleitet, wo es mithilfe entsprechender Vorrichtungen kontinuierlich abgefackelt wird. Über eine Rampe (oder alternativ dazu über zwei Treppen, die entlang der inneren Begrenzungsmauer errichtet wurden) erreicht man eine kleine Straße, die um die Deponie herum bis zum höchsten Punkt nach oben führt. Dort befindet sich eine Aussichtsplattform zur Beobachtung des nahegelegenen Biotops Falschauermündung. Zusätzlich wurde vor einigen Jahren eine Fotovoltaikanlage angebracht. Aus Umweltgesichtspunkten, wurde hier ein bemerkenswertes Ergebnis erzielt.

Blick auf die ehemalige Deponie Falschauer – Foto: Geom. Jürgen Wieser

Oberflächenabdichtung - Foto: Geom. Jürgen Wieser

Anlage zur Biogasabfackelung - Foto: Geom. Jürgen Wieser

SANIERUNG DES ZUKÜNFTIGEN WISSENSCHAFTS- UND TECHNOLOGIEPARKS BOZEN

Ausführungszeitraum	2013
Bruttofläche	0,78 ha
Kosten	ca. 1.300.000,00 €
AUSFÜHRENDE DER SANIERUNG	Auftraggeber BLS Dr. Ulrich Stofner Amt für Hochbau Ost Dr. Arch. Paolo Bellenzier Generalplaner Dr. Arch. Claudio Lucchin Geologischer Berater Dr. Geol. Alessandro Bozzani Planer der Sanierungen Dr. Ing. Guglielmo Concer Projektverantwortlicher Dr. Arch. Paolo Bellenzier Bauleitung und Assistenz Dr. Ing. Guglielmo Concer
KONTROLLORGAN	Amt für Abfallwirtschaft Dr. Giulio Angelucci
AUFTRAGNEHMER	Misconel S.r.l. di Cavalese (TN)

Geologische Situation und vorgefundene Bodenverunreinigung

Der Boden, bei dem es sich ursprünglich um Schwemmlandboden handelt, ist stark kontaminiert, da die Industrieabfälle aus der früheren Aluminiumproduktion des Unternehmens Alumix im Untergrund entsorgt wurden. (Rohstoff Bauxit oder Tonerde, aus denen Aluminiumoxyd und über Elektrolyse anschließend Aluminium gewonnen wurde.)
Da es sich um die Fläche der Waschräume handelte, ist die Verunreinigung nicht so hoch wie bei den bereits sanierten Flächen der umliegenden Industriebetriebe.
Bei den Schadstoffen handelt es sich um:

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, die in der obersten Schicht verteilt sind und punktuell in die Tiefe vorgedrungen sind (mittlere Verunreinigung).

Hauptsächlich lösliche Fluoride in der obersten Schicht auf der ganzen Fläche verteilt, mit Ausnahme des westlichen Bereichs, wo die ersten drei Tiefenmeter betroffen sind. Die Konzentration entspricht einem mittleren Verunreinigungsgrad, wobei im südlichen Bereich höhere Kontaminationen erreicht werden.

Schwere Kohlenwasserstoffe bis zu einer Tiefe von einem Meter auf der westlichen Seite und entlang der nördlichen und südlichen Grenze des Areals mit einem mittleren Kontaminationsgrad.

Quecksilber ist in der oberen Schicht als auch in der Tiefe vorhanden und beschränkt sich auf den westlichen Teil der Fläche, auf die Mitte (wo die Konzentration höher ist) und auf den südlichen Bereich.

Blei, Zink und Kadmium verteilen sich in begrenzter Tiefe über den westlichen Bereich.

Die Sanierung wurde im Rahmen von Ausschachtungen für den Bau der Tiefgarage des zukünftigen Wissenschafts- und Technologieparks durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Boden- und Umweltprüfungen waren 69 % der zu bewegenden Böden nicht verunreinigt (als grüner Boden klassifiziert), etwa 28,5 % mittelmäßig verunreinigt (als gelber Boden klassifiziert) und etwa 2,5 % stark verunreinigt (als roter Boden klassifiziert).

Planung und Ausführung

Nachdem Dr. Geol. Alessandro Bozzani den Charakterisierungsplan erstellt hatte, wurde von Dr. Ing. Guglielmo Concer das Vor- und Ausführungsprojekt ausgearbeitet, das von der Dienststellenkonferenz genehmigt wurde. Im Rahmen einer Ausschreibung wurde das Unternehmen MISCONEL aus Cavalese (TN) mit den Arbeiten beauftragt.

Bei der Ausführung der Arbeiten wurde das Areal gemäß Sanierungsprojekt in Maschenfelder von 20 m x 20 m unterteilt und jedem dieser Felder je nach Tiefe ein unterschiedlicher Verunreinigungsgrad zugewiesen. Es wurden Schichten von jeweils einem Meter Tiefe bis zu einer Ausschachtungstiefe von 5,5 m ab Geländeoberkante vorgesehen.
Folgende Gesamtvolumen an Material wurden je nach Verunreinigungsgrad ausgehoben.

Grüner Boden	18.164,66 m3
Gelber Boden	9.971,65 m3
Roter Boden	914,14 m3
Bereits sanierter Boden	5.350,42 m3
insgesamt	34.220,87 m3

Verwendung der Böden

Für die Verfüllung der zukünftigen Gebäude des Wissenschafts- und Technologieparks auf der Rückseite wurden etwa 6.000 m3 des gelb klassifizierten Materials wiederverwendet.

Für die Wiederverwendung des restlichen Materials wurde die Fläche südlich des Aushubes (mit der Bezeichnung Gewerbegebiet Aluminia 3) genutzt, die bereits in den letzten Jahren vom Amt für Abfallwirtschaft des Landes saniert und dabei in drei Lagerflächen unterteilt wurde:

FLÄCHE A: Da diese asphaltiert ist, wurde sie zur Aufnahme des roten bzw. stark verunreinigten Materials bestimmt. Diese Fläche ist mit einer undurchlässigen Oberflächenabdeckung versehen, um Auswaschungen und eine dadurch verursachte Verunreinigung des Bodens zu vermeiden.

FLÄCHE B: Diese ist teilweise asphaltiert und dient der Aufnahme des mittelmäßig verunreinigten Materials und somit des gelb klassifizierten Bodens.

FLÄCHE C: Sie dient der Lagerung von sauberem Material und somit des grün klassifizierten Bodens.

Die auf der Baustelle durchgeführten Arbeiten beschränkten sich auf die Zerkleinerung des Abbruchmaterials und auf die Aussortierung des Bewehrungseisens aus den Stahlbetonbauten. Die Aufbereitung des rot und des gelb klassifizierten Materials erfolgte durch Sieben außerhalb der Baustelle. Die hoch oder mittelstark verunreinigten Siebfraktionen wurden fachgerecht auf den entsprechenden Deponien entsorgt. Das grün klassifizierte Material konnte sofort und ohne Einschränkungen wieder verwertet werden.

Während der Ausgrabungsarbeiten wurden auch Asbestrohre gefunden, die bei der Bodenuntersuchung nicht festgestellt worden waren. Sie wurden fachgerecht nach den Anweisungen der zuständigen Ämter entsorgt.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten haben die Zuständigen des Amtes für Abfallwirtschaft Bodenproben der Baugrubensohle entnommen, um die Sanierungseingriffe zu überprüfen und anschließend die Bescheinigung zur durchgeführten Sanierung auszustellen.

Zusätzliche Arbeiten, die auf ein Abänderungsprojekt während der Arbeiten zurückgehen

Während der Arbeiten mussten die Fundamente des Wasserturms konsolidiert werden, der für die Versorgung des nahe gelegenen SAPA-Betriebs mit Industriewasser sorgt. Dazu wurden eine Reihe von Pfählen zur Verankerung des Fundaments im Boden eingesetzt und somit ein Kranz im Düsenstrahlverfahren errichtet. Diese Pfähle reichen bis in eine Tiefe von 5 m unter der Quote der zukünftigen Tiefgarage. In diesem Zusammenhang wurden die alten Wasserleitungen entfernt, die den Turm aus dem alten Brunnen mit Wasser versorgen und vom Wasserturm zum Betriebsgebäude führen. Sie wurden durch Rohre ersetzt, die nicht mit der Tiefgarage interferieren und unterhalb der Quote der Tiefgarage verlaufen.
Entlang der Grenze zum SAPA-Betriebsgebäude wurde eine armierte Wand mit Pfählen und Spritzbeton sowie Querträgern errichtet, um die interne Straße auf dem Betriebsgelände zu stützen.

Sanierungsbaustelle mit Wasserturm – Foto: Dr. Ing. Renato Palaia

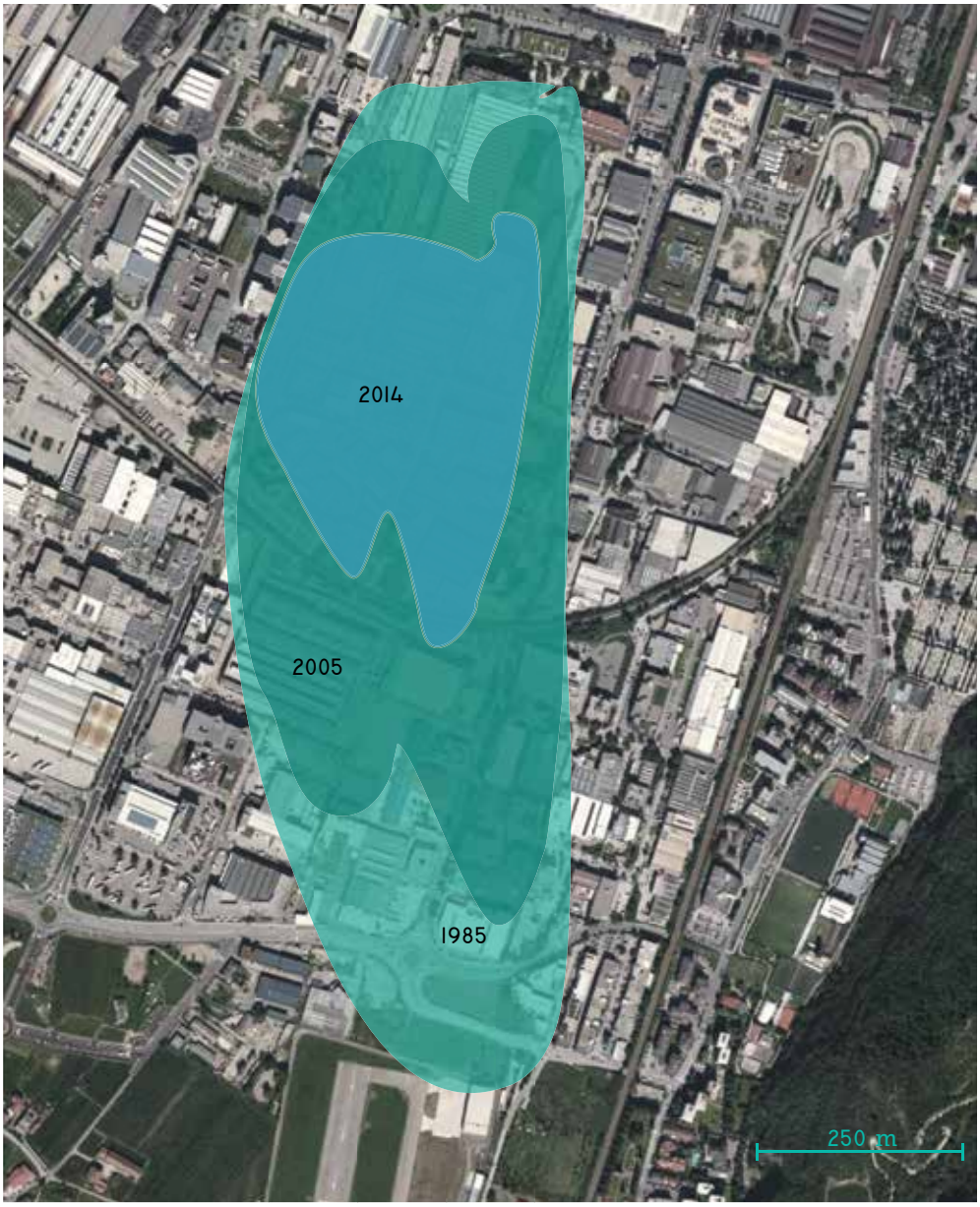
AUSWIRKUNGEN DER SANIERUNGEN IN BOZEN

Verbesserung der Grundwasserqualität

Aufgrund der durchgeführten Sanierung im Zeitraum zwischen 1996 und 2011 durch die Autonome Provinz Bozen ergab sich eine Reduzierung der Kontaminationsfahne der Fluoride im Grundwasser südlich der Eisenbahnstrecke Bozen-Meran und vor allem im ehemaligen Alumix-Gewerbegebiet (siehe untenstehende Karte). Wie das Monitoring des Grundwassers in den Kontrollpegeln der betroffenen Flächen gezeigt hat, war die Sanierung für die Trinkwasserqualität des Grundwassers von großem Nutzen. Aus dieser Mappe ist ersichtlich, dass sich die Kontaminationsfahne in ihrer Länge (Nord-Süd) von 1440 m im Jahre 1985 auf 1110 m im Jahre 2005 und bis zum heutigen Zeitpunkt auf 570 m reduziert hat.

Verbesserung der Luftqualität

Die Schließung verschiedener Metallindustriebetriebe mit einem erhöhten Feinstaubausstoß zwischen den 70er und 90er Jahren, wie Magnesio und Alumix, hat den Weg für eine Diversifizierung der Gewerbeunternehmen frei gemacht, zu denen Handwerksbetriebe, Kleinindustrie- und Handelsunternehmen zählen. Gleichzeitig wurden sehr strenge Vorschriften für die Begrenzung von gasförmigen Emissionen in die Atmosphäre eingeführt, was nahezu umgehend zu einer Verbesserung der Luftqualität geführt hat, die zuvor noch von einer starken Belastung gekennzeichnet war. Der Bozner Talkessel hat durch die Schließung der Metallindustriebetriebe und durch die Sanierung der jeweiligen Flächen einen großen Nutzen gezogen. Optisch lässt sich dies am vollständigen Verschwinden der Rauchglocke erkennen, welche in der Vergangenheit über der Industriezone und auch über Wohngegenden wie Haslach lag.



Reduzierung der Kontaminationsfahne der Fluoride im Grundwasser im Laufe der letzten dreißig Jahre – Quelle: Amt für Abfallwirtschaft (Grenzwert Fluoride 1,5 mg/l: Anlage 1/ Tab. 2 Beschluss der Landesregierung Nr. 1072/2005)