

Bau- und Umweltgeologie in Südtirol:

Von einfachen Baugrunduntersuchungen zum aufwendigen bioventing-Verfahren

Joachim SCHWEIGL

1. Einleitung

Anhand von zwei ausgewählten Beispielen der Baugeologie und einer umweltgeologischen Studie in Brixen bzw. Bozen soll dem Leser ein Einblick in den Alltag des Südtiroler Geologen ermöglicht werden. Dabei wird weniger der Zweck einer genauen, möglichst vollkommenen wissenschaftlichen, geotechnischen Darstellung verfolgt, als die Probleme, die Gesetzeslage und die Vorgehensweise der angewandten Geologen aufzuzeigen.

Bei den ausgewählten Beispielen handelt es sich um die Erweiterung und den Umbau eines privaten Wohnhauses in Bozen, den Zubau einer öffentlichen Schule in Brixen und die Sanierung eines Heizölschadens am regionalen, öffentlichen Krankenhaus in Bozen.

2. Geologisch-geotechnische Studie zum Umbau und Erweiterung eines privaten Wohnhauses in Moritzing in Bozen

2.1 Vorgeschichte

Im Dezember 1997 stürzte ein mehrere Kubikmeter großer Felsblock auf das Wohnhaus der Grundparzelle 2953 in Moritzing der Katastralgemeinde Gries in Bozen (Abb. 1). Die Hausbewohner waren gerade beim Essen, als der Felsblock durch das Dach in das Nebenzimmer krachte, obwohl ca. 12 m oberhalb des Hauses am Hang ein vier Meter hoher Steinschlagschutzzaun stand. Der Felsblock hatte sich von einer über hundert Meter hohen Felswand, welche sich ca. 50 m oberhalb der Häusersiedlung befindet, losgelöst und war über den Steinschlagschutzzaun gesprungen.

Die Hausbewohner verkauften daraufhin ihr Anwesen und zogen von der Siedlung weg. Die Firma Rauchbau erwarb das Anwesen und beauftragte das Büro Geologie und Umweltschutz (Bozen) mit der baugeologischen Studie für einen Umbau und Erweiterung des Wohnhauses. Aus dem Einfamilienhaus ohne Keller sollte ein Wohnhaus mit drei Wohneinheiten und einem Kellergeschoss entstehen.

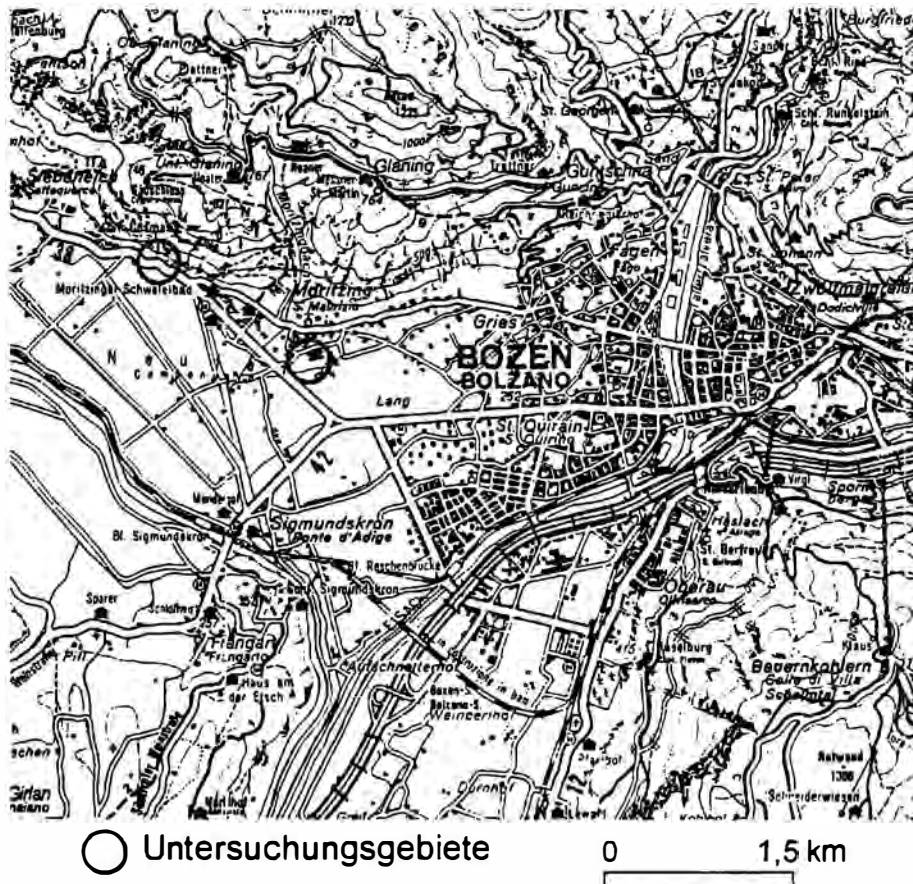


Abb. 1: Lageplan 1:50.000 mit den Untersuchungsgebieten Moritzing West und Krankenhaus Bozen

2.2 Gesetzlicher Rahmen

Die Recherchen in den zuständigen öffentlichen Ämtern ergaben, dass die gesamte Siedlung von der Stadtgemeinde Bozen im Bauleitplan als Zone B5, d.h. Wohnzone, eingestuft ist. Dies, obwohl hinter der Siedlung eine über hundert Meter hohe Felswand aus weitständig geklüftetem Bozner Quarzporphyr steht, von welcher laut Anwohnerberichten immer wieder Felsbrocken herunterkamen, bisher allerdings ohne Schaden anzurichten. Desweiteren hatte die Stadtgemeinde Bozen zur Sicherung der Siedlung ein Steinschlagschutzprojekt mit Steinschlagschutzdämmen und -zäunen beauftragt, welches demnächst realisiert werden sollte.

Zum Glück trat inzwischen das Landesgesetz vom 17.06.1998 Art. 73 in Kraft, welches für jede Änderung des Bauleitplanes ein geologisches Gutachten vorschreibt.

Unsere Studie erfolgte nach den Richtlinien des Ministerialgesetzes vom 11.03.1988, welches die Richtlinien und Tarife für geologisch-geotechnische Studien im Baubereich enthält.

Der Rechtsstreit zwischen dem ehemaligen Eigentümer des Wohnhauses und der Stadtgemeinde Bozen, mit welchem die Haftung und Schuld der Stadtgemeinde an diesem Unglück geklärt werden soll, war zur Zeit der Drucklegung des Manuskriptes noch im Gange.

2.3 Geologie

Die untersuchte Moritzinger Siedlung befindet sich auf dem orographisch linken Hangfuß des Etschtales im Nordwesten des Bozner Stadtkernes (Abb. 1), westlich des regionalen Krankenhauses. Der Hangfuß besteht aus Hangschutt, welcher von den steilen Felswänden aus Bozner Quarzporphyr heruntergefallen ist (Abb. 2).

Das begutachtete Wohnhaus liegt etwa 50 m oberhalb der Staatstraße Nr. 38 von Bozen nach Meran, welche in etwa die morphologische Grenze zwischen Talboden mit alluvialen Etschsedimenten und dem Hang mit Quarzporphyrschutt bildet.

Der Hangschutt besteht aus groben, eckigen, oft metergroßen Blöcken aus Quarzporphyr in einer sandigen, manchmal siltigen, quarzreichen Matrix. Der Bozner Quarzporphyr ist ein permischer, rhyolithischer bis dazitischer, rötlicher bis grüngrauer Ignimbrit. Er ist mittel- bis weitständig geklüftet (Dezimeter bis Meter), was zur Folge hat, dass sich bei einem Sturzereignis Blöcke größerer Dimensionen lösen.

Der anstehende Fels ist ca. 15 m westlich des Wohnhauses aufgeschlossen.

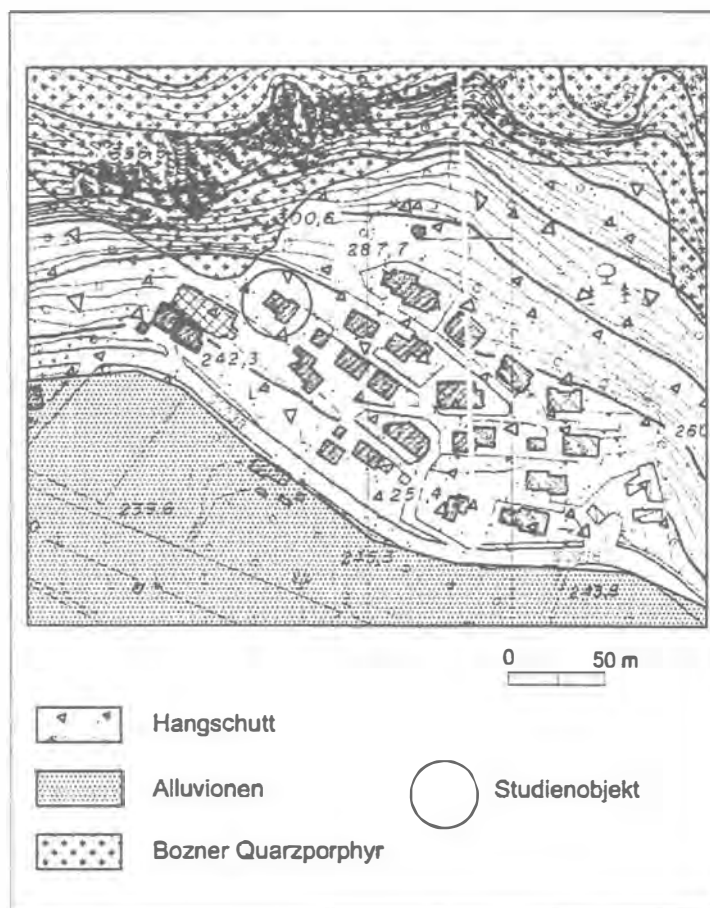


Abb. 2: Geologische Karte 1:20.000 von Moritzing West

2.4 Geophysik

Um die Mächtigkeit des Hangschuttes und den Verlauf der Felsoberkante im Untergrund zu bestimmen wurde eine Hammerschlagseismik (Refraktionsseismik) ca. 10 m oberhalb des Wohnhauses quer zum Hang (Ost - West) durchgeführt. Das seismische Profil war 25 m lang und es wurde mit 12 Kanälen gemessen.

Die Messungen ergaben für den Hangschutt eine Wellengeschwindigkeit von 329 m/sec und für den verwitterten, oberflächlich aufgelockerten Quarzporphyr von 1589 m/sec. Die Mächtigkeit des Hangschuttes steigt von 3,3 m im Westen nahe dem Quarzporphyraufschluß auf 5,2 m im Osten.

Dies bedeutet, dass das neu zu errichtende Kellergeschoss des Wohngebäudes im Ostteil sicher auf Hangschutt gegründet wird, während im Westteil mit einer Gründung auf Fels, vor allem bergseitig, zu rechnen ist.

2.5 Hydrogeologie

Durch die hohe Durchlässigkeit des Hangschuttmaterials, welches direkt mit den alluvialen Schottern des Etschtals verzahnt, ist mit keinem permanenten Hangwasser zu rechnen. Bei starken Regenereignissen kann es allerdings zu beachtlichen Wassermengen an der Hangschutt- Felsgrenze kommen. Daher wird empfohlen mit Drainagen an den bergseitigen Hauswänden für eine entsprechende Entwässerung vorzusorgen.

2.6 Geotechnik

Aufgrund mehrerer durchgeführter baugeologischer Studien der Firma Geologie und Umwelt im Etschtal und im Bozner Talkessel kann man folgende geotechnische Werte für Hangschutt aus Bozner Quarzprophyr annehmen:

$$\text{Wichte} = \gamma = 18.5 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{Reibungswinkel } \varnothing = 36 - 37^\circ$$

$$\text{Kohäsion } C = 0$$

$$\text{kurzfristige Kohäsion } C = 3 - 5 \text{ Kpa}$$

Bei diesen Werten handelt es sich um gute geotechnische Eigenschaften. Da das Bauwerk auf Hangschutt und Fels gegründet wird, muss man die unterschiedlichen Setzungen in die statischen Berechnungen einbringen.

Eine Gründung mit spezifischen Lasten bis zu 20 Kpa ist zu empfehlen und sollte bei obigen Werten kein Problem sein.

Der zulässige Böschungswinkel beim Aushub wurde nach den Formeln und den Diagrammen von Hoek & Bray (1981) ermittelt. Dabei wurde ein Sicherheitsfaktor $F = 1.3$ und das Modell eines voll entwässernden Hanges angenommen. In die Berechnungen von Hoek & Bray (1981) fließen obengenannte, geotechnische Parameter ein.

In unserem Fall bekommen wir für eine Aushubhöhe von $H = 7$ m einen maximal zulässigen Böschungswinkel von $\beta = 43^\circ$ und für eine Aushubhöhe von $H = 4$ m einen Böschungswinkel von $\beta = 52^\circ$.

2.7 Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen lassen folgende Aussagen und Empfehlungen zu:

- die Aushubarbeiten für das neue Gebäude erfolgen im grobblockigem Hangschutt, im Westteil in Fels. Im Zuge der Aushubarbeiten können auch große Blöcke im Hangschutt hervortreten
- man sollte direkte Gründungen mit speziellen Lasten bis zu 20 Kpa machen, um differenzielle Setzungen zwischen Fels und Hangschutt anzugleichen
- bei Aushubhöhen von 4 bis 7 m ($F = 1.3$) dürfen die Böschungswinkel max. 43° bzw. 52° betragen
- man sollte "Bohrpfahlwände" zur Sicherung von Nachbarbauten verwenden, falls dies vom Projektanten als notwendig erachtet wird
- es ist nicht mit permanenten Hangwasser zu errechnen, aber Drainagen an den unterkellerten Hausteilen für Starkregenereignisse wären angebracht.

3. Geologisch-geotechnische Studie zur Erweiterung der Landesberufsschule für das Gastgewerbe "Hellensteiner" in Brixen

3.1 Einleitung

Aufgrund steigender Schülerzahlen brauchte die Berufsschule für das Gastgewerbe "Emma Hellensteiner" in Brixen einen Zubau. Das Landesamt für Geologie und Baustoffprüfung wurde beauftragt, das geologisch-geotechnische Gutachten dafür zu erstellen. Die Berufsschule liegt im Süden von Brixen am Fischzuchtweg (Abb. 3). Der Zubau besteht aus drei Stockwerken, ist nicht unterkellert und wurde im Nordostteil des Schulareals errichtet, wo vorher ein 1,6 m hoher künstlicher Aufschüttungshügel mit Vegetation stand.

3.2 Untersuchungsprogramm

Für die geologische Studie wurden folgenden Untersuchungen und Berechnungen durchgeführt:

- Erstellung einer geologischen Karte 1 : 5.000
- 2 Trockenrotationskernbohrungen auf E. T. 10,50 m
- mehrere S.P.T. Versuche
- Anfertigung von geologischen Schnitten
- Hydrogeologische Betrachtungen
- Geotechnische Berechnungen

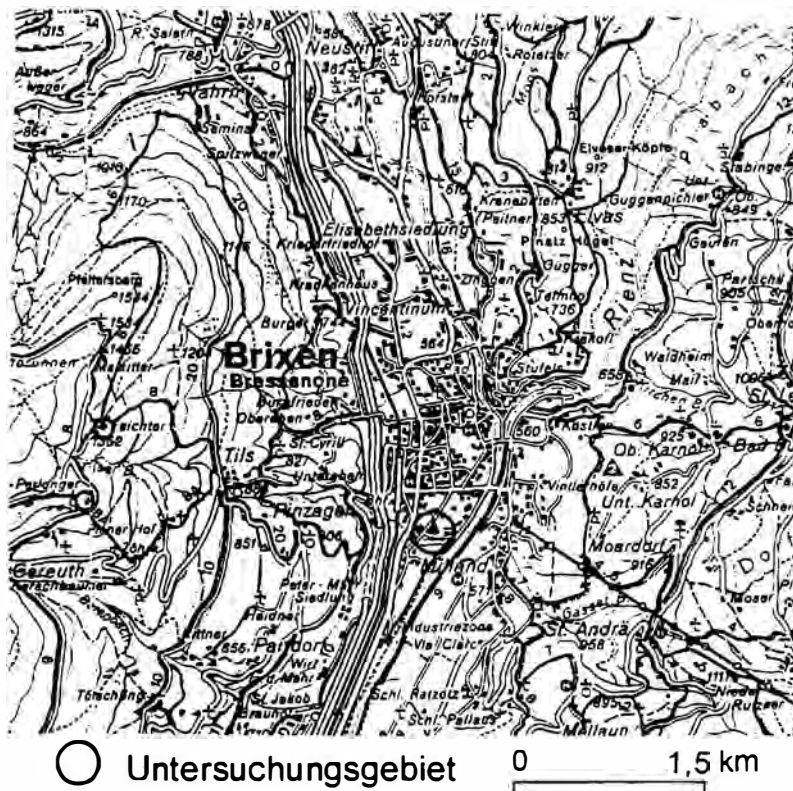


Abb. 3: Lageplan 1:50.000 mit Untersuchungsgebiet in Brixen

3.3 Geomorphologie und Geologie

Die Landesberufsschule liegt auf morphologisch ebenem Gelände im Süden des Brixner Talkessels. Der Brixner Talkessel ist aus feinkörnigen, alluvialen Sedimenten der Flüsse Eisack und Rienz aufgebaut, welche mit den grobkörnigen Ablagerungen der Seitenbäche verzahnen (Abb. 4). Die Schule liegt im distalen Bereich von Holler- und Talhoferbach. Im Untergrund wechseln siltige Sande und Schotter der Flüsse mit Steinen und Blöcken der Seitenbäche. Die gut gerundeten Komponenten bestehen aus Quarzdioriten, Brixner Quarzphylliten und Graniten, aber auch kalkalpines Material aus den Abtragungsgebieten der zwei Flüsse findet sich.

3.4 Stratigraphie

Die zwei Bohrungen, welche auf dem 1,6 m hohen künstlichen Aufschüttungshügel durchgeführt wurden, ergaben folgenden stratigraphischen Aufbau:

- Lage A: oberster Teil 0,2 m brauner humusreicher Mutterboden; 2 - 2,5 m mächtiger stark kiesiger, schluffiger, lockerer, brauner Sand
- Lage B: 2 m schwach schluffiger Fein - Mittelsand

- Lage C: 5 m mächtige, schwach schluffige, steinige Lage aus gut gerundetem Kies und Sand

Die Hauptkomponenten waren die vorher genannte Kristallingesteine der Umgebung.

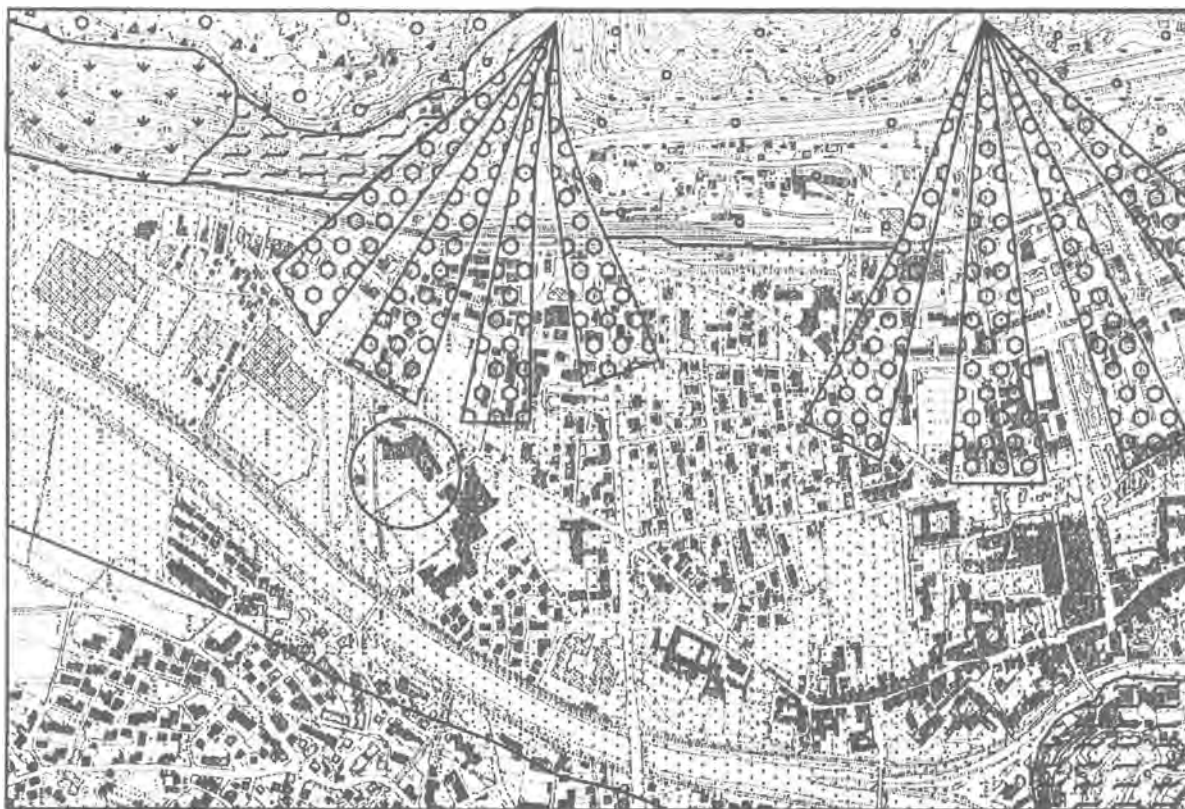


Abb. 4: Geologische Karte 1:50.000 von Brixen Süd

3.5 Hydrogeologie

Der untersuchte Untergrund besteht hauptsächlich aus Sanden und Kiesen, die eine hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Der Grundwasserspiegel im Juni 1998 war 1,35 m unterhalb Geländeoberkante.

Der nächstgelegene amtliche Messbrunnen der Stadtwerke liegt im Landesbauhof, einige 100 m südlich und 1 m unterhalb der Kote der G.O.K. der Berufsschule. In den Jahren 1996 und 1997 zeigt der Messbrunnen Grundwasserspiegelschwankungen von über 4 m zwischen Grundwassertiefstand im November (ca. 5 m unter G.O.K.) und Grundwasserhochstand im Juli (ca. 0,5 m unter G.O.K.).

Da wir auch an den anderen Messbrunnen derart hohe Grundwasserspiegelschwankungen haben, muss der Grundwasserkörper in direktem Kontakt zum Vorfluter (Eisack) stehen und auch unser Untersuchungsareal ist davon betroffen. Dies bedeutet, es muss mit einem normalen Grundwasserhochstand im Juli von ca. 0,5 bis 1,0 m unter G.O.K. gerechnet werden. Da unser Gebäude ca. 1 m unter G.O.K. gegründet wird, muss mit einer Wasserabdichtung der Fundamente vorgesorgt werden.

3.6 Geotechnik

Aufgrund der Bohrungen, der S.P.T Versuche zwischen 3.00 und 7.00 m Tiefe und Erfahrungswerten solcher Böden kommen wir zu folgenden geotechnischen Eigenschaften (Norm DIN 4094):

- Lage A: locker, schlechte geotechnische Eigenschaften
 $\varphi = 30^\circ$, $c = 0$, $\gamma_{\text{Erdf}} = 18 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_w = 20 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_A = 10 \text{ KN/m}^3$
- Lage B: locker, schlechte geotechnische Eigenschaften
 $\varphi = 32,5^\circ$, $c = 0$, $\gamma_{\text{Erdf}} = 19 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_w = 21 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_A = 11 \text{ KN/m}^3$
- Lage C: dicht, gute geotechnische Eigenschaften
 $\varphi = 35^\circ$, $c = 0$, $\gamma_{\text{Erdf}} = 22 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_w = 24 \text{ KN/m}^3$, $\gamma_A = 14 \text{ KN/m}^3$
- Berechnung der Tragfähigkeit nach DIN 4017, T 1:

Das Bauwerk wird auf einer Platte mit drei Trennfugen auf der Lage B (im obersten Bereich) gegründet.

Tragfähigkeit = zulässige Sohlnormalspannung = Grundbruchspannung ÷ Sicherheit, wobei Sicherheit = 3

Platte 1 : a = 32 m, b = 14 m, d = 0,5 m, Tragfähigkeit = $\sigma_0 = 486,2 \text{ KN/m}^2$

Platte 2 : a = 24 m, b = 14 m, d = 0,5 m, Tragfähigkeit = $\sigma_0 = 466,1 \text{ KN/m}^2$

Platte 3 : a = 16 m, b = 5m, d = 0,5 m, Tragfähigkeit = $\sigma_0 = 204,3 \text{ KN/m}^2$

Bei den erhaltenen Werten handelt es sich um gute Tragfähigkeitswerte, was bedeutet, dass Bodenaustausch oder Pfahlgründungen nicht notwendig sind.

3.7 Schlussfolgerungen

Aufgrund unserer Untersuchungen kommt man zu folgendem Schlussbild:

- Eine Plattengründung geht gut.
- Die Gründungslage B weist schlechte geotechnische Eigenschaften auf. Das Material sollte vorher ausreichend verdichtet werden (z. B. Vibroflotation) und anschließend mit einem Lastplattenversuch überprüft werden.
- Aufgrund des hohen GW-Spiegels wird eine wasserdruckhaltende Abdichtung oder Wanne empfohlen.

4. Geologische, hydro- und umweltgeologische Studie zur Sanierung eines kontaminierten Areals am Moritzinger Regionalkrankenhaus in Bozen

4.1 Einleitung

Im Zeitraum zwischen März und Dezember 1996 erfolgte ein unkontrollierter Austritt von 4000 bis 5000 l Heizöl in den Untergrund durch die schadhafte Rohrleitung zwischen drei Heizöltanks und Heizraum des Bozner Regionalkrankenhauses in Bozen (siehe Abb. 1).

Der Heizölaustritt wurde erst im Jänner 1997 bemerkt, da zu jener Zeit der Service der neuen Gasheizung erfolgte und man die Ölheizung einschalten wollte. Die Stelle des Ölaustrittes wurde durch sofortige Kernbohrungen im Bereich der Krankenhauswäscherei im Südosten des Krankenhauskomplexes, ca. 2 m unterhalb G.O.K. des Parkplatzes vor der Wäscherei lokalisiert. Alle zuständigen Behörden wurden sofort verständigt und das Büro Geologie und Umwelt im Februar 1997 mit der Erstellung einer hydro- und umweltgeologischen Studie beauftragt.

4.2 Gesetzlicher Rahmen

In Italien und Südtirol gab es 1997 kein einheitliches Gesetz in Bezug auf die Verunreinigung von Boden und Untergrund. Das Staatsgesetz Nr. 441/87 von 1987 überließ den einzelnen Regionen die Gesetzgebung. Bis 1996 hatten nur vier Regionen (Toscana, Piemonte, Emilia Romagna und Lombardei) Gesetze mit Richtlinien und Grenzwerten zur Kontamination des Untergrundes erlassen. Daher war es notwendig, sich an den vorhandenen in- und ausländischen Richtlinien zu orientieren.

Ein staatliches Dekret Nr. 22 vom 5.2.1997 über Müll und Sondermüll (Anpassung an EU-Richtlinien 91/156, 91/689, 94/62) enthält Hinweise zur Sanierung von kontaminierten Böden.

Darüberhinaus gibt es: Das Dekret D.P.R. 236 von 1988 über Stoffkonzentrationen im Trinkwasser (EU-Norm Nr. 80/778). Das Gesetzesdekret Nr. 132 vom 27.1.1992 zum Schutz von Grundwasser (EU-Norm 60/68). Südtiroler Landesgesetz Nr. 63 vom 30.6.1984 (neue Ausgabe) zum Gewässerschutz und zur Abwasserregelung. Die Holländer Liste 1983 und 1994 mit Richtlinien und Grenzwerten bei verunreinigten Böden.

4.3 Untersuchungsprogramm

Das Untersuchungsprogramm gliederte sich in einen allgemeinen und technischen Teil:

Allgemeiner Teil:

- stratigraphische, sedimentologische, geotechnische und hydrogeologische Untersuchung der Sedimente
- Erkundung der horizontalen und vertikalen Ausdehnung der Kontamination
- Massenbilanz
- Analyse der Schadstoffe
- Sanierungsvorschläge

Technischer Teil:

- 21 Trockenrotationskernbohrungen (5.00 - 12.00 m E.T., Ø 101 mm)
- Installation von 9 Piezometern (Ø 50 - 80 mm)
- 23 Bodenproben und Analyse (nur TPH = Total Petroleum Hydrocarbons)
- 9 Wasserproben und Analyse (TPH, Benzol, Toluol, Ethylbenzol, m+p Xylol, o Xylol)
- Vermessung der Piezometeroberkanten mit Theodolith und Nivelliergerät
- 4 Durchlässigkeitsbestimmungen nach Lefranc kombiniert mit der kf-Wert Berechnung nach Hazen

4.4 Geologie und Stratigraphie

Das Bozner Regionalkrankenhaus befindet sich im Westteil des Bozner Talkessels auf ebenem Gelände im Einflußbereich der Schuttkegel des Moritzinger Baches und der Talfer und der alluvialen Ebene der Etsch (Abb. 5).

Dementsprechend ist im Untergrund mit einer Wechsellagerung von mittel- bis grobkörnigen Bachsedimenten und feinkörnigen Flussablagerungen zu rechnen. Die Felswände, ca. 1 km nördlich des Krankenhauses bestehen aus rötlichen Ignimbriten (Fig. 5), dem Bozner Quarzporphyr, welcher das Sedimentspektrum dominiert.

Aufgrund der Kernbohrungen ließ sich der Boden in 4 verschiedene Lagen einteilen:

- Lage A: (0,00 – 2,50 m)
Aufschüttung aus Sand und Schotter mit Ziegel- und Reifenresten
- Lage B: (2.50 – 6.00 m)
Silt mit sandigen, schottrigen Einschaltungen.
Oft ist der Silt sandig oder tonig. Wenig verdichtet
- Lage C: (6.00 – 12.00 m)
Sandiger Schotter oder schotterhaltiger Sand, mittel-grobkörnig, gut gerundet. Leicht verdichtet
- Lage D: (ca. ab 15.00 m)
Mächtige Ton-Silt-Abfolge; bekannt durch geotechnische Untersuchungen des Büros Geologie und Umwelt vom angrenzenden Areal im Jahre 1994.

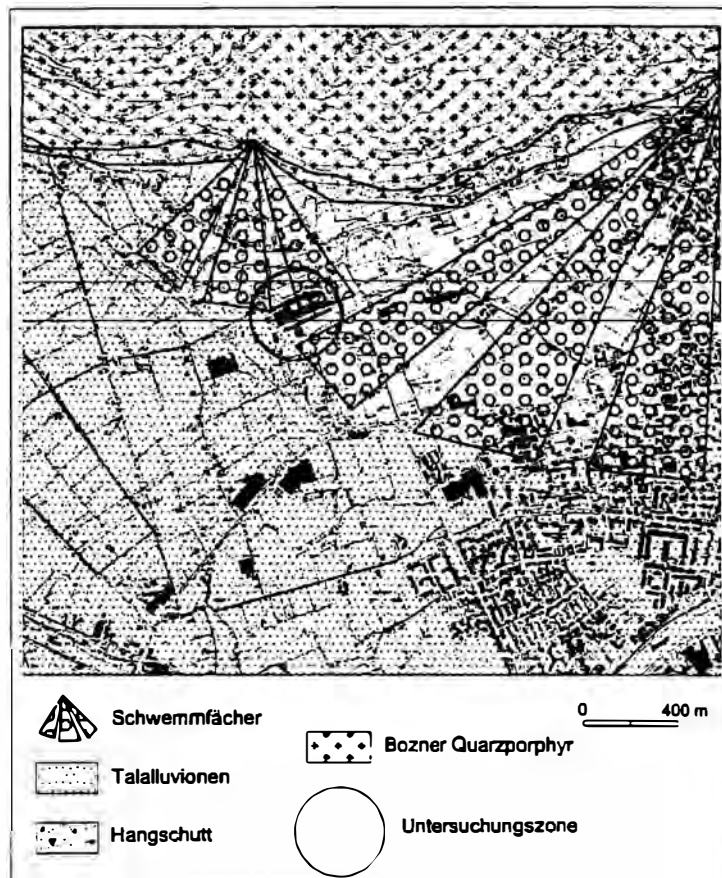


Abb. 5: Geologische Karte 1:10.000 vom westlichen Teil Bozens

4.5 Hydrogeologie

Durch die stratigraphischen und hydrogeologischen Versuche ließ sich die Durchlässigkeit des Bodens folgendermaßen einteilen:

- Lage A: Aufgrund der Heterogenität der Aufschüttung ist die Permeabilität sehr variabel, aber durchschnittlich mittel- bis hoch
- Lage B: niedrige bis mittlere Durchlässigkeit
 Lefranc $K = 5 \times 10^{-7}$ m/s (siltige Lagen)
 Hazen $K = 3 \times 10^{-5}$ m/s (sandig-siltige-Lagen)
- Lage C: mittlere bis hohe Permeabilität (Sand-Schotter)
 Lefranc + Hazen: $K = 1,5 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-4}$ m/s
- Lage D: Ton-Silt-Abfolge ist gering bis undurchlässig, somit bildet sie einen Stauhorizont

Die Piezometermessungen im Zeitraum eines hydrologischen Jahres gaben folgende Ergebnisse:

Der Grundwasserspiegel befindet sich in einer mittleren Tiefe von 5,5 m ab G.O.K. des Wäschereiparkplatzes. Es handelt sich um einen freien Grundwasserkörper

Die Piezometermessungen ergaben Anomalien in der Nähe von Mauern

Der Grundwasserkörper besitzt eine mittlere Mächtigkeit von 10 m, in der Lage B+C

Der Grundwassergleichenplan ergab eine GW – Fließrichtung nach ESE bis SE (Abb. 6)

Der hydraulischer Gradient $i = \Delta h / \Delta l = 4.5 \times 10^{-4}$ m war gering

Unsere Piezometermessungen verglichen wir mit den Messungen von benachbarten amtlichen Messbrunnen, wobei sich ähnliche Schwankungen und Hoch- bzw. Tiefstände ergaben

Die Grundwasserspiegelschwankung beträgt jährlich 2,5 – 3,0 m, das Maximum ist im Juli und das Minimum im März

Die mittlere Grundwasserfließgeschwindigkeit beträgt 0,5 m pro Tag.

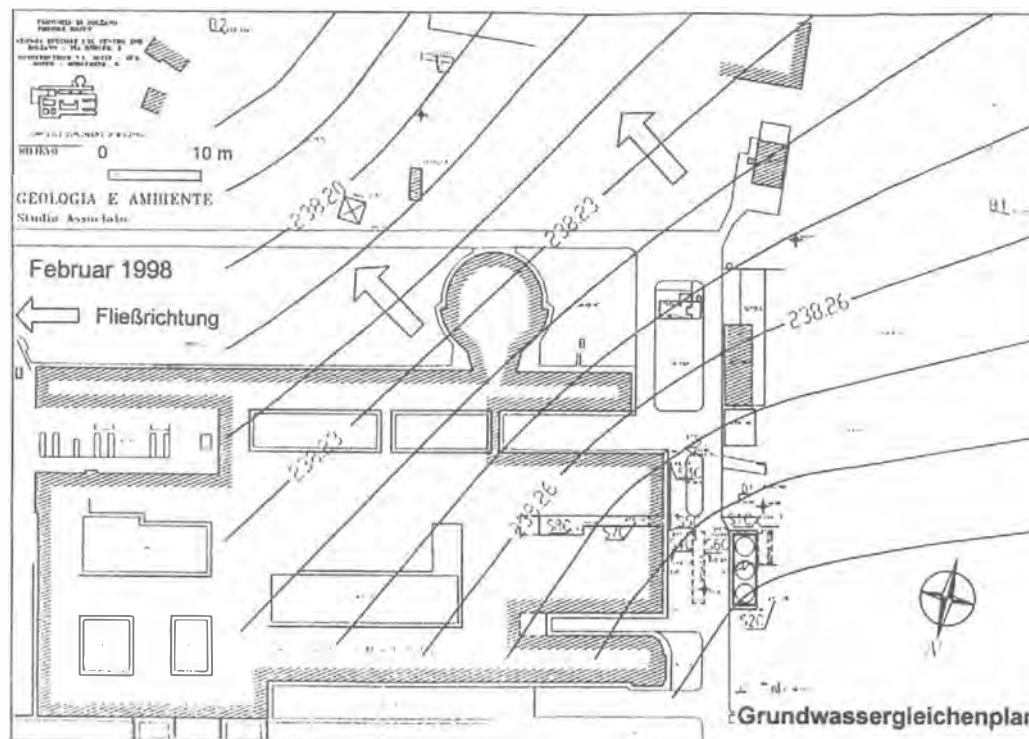


Abb. 6. Grundwassergleichenplan vom Februar 1998

4.6 Umweltgeologie

Während der Bohrungen wurden sofort Proben genommen und Abschnitte mit Ölgeruch und schmierigem Ölfilm dokumentiert.

In den Piezometern wurde mit Hilfe einer Sonde der Firma ORS die Dicke der freischwimmenden Ölschicht bestimmt. Nahe dem Zentrum des Ölaustrittes (Bohrungen S4, S5 und S7, siehe Fig. 7) wurde eine maximale Dicke der Ölschicht von 4 mm gemessen.

Von den Bohrkernen wurden 21 Proben entnommen, um den gesamten Kohlenwasserstoffgehalt (TPH-Gehalt) mittels Gaschromatographie zu bestimmen.

Nur in den Bohrungen wie oben (Abb. 7) wurden 150 bis 1.117 mg/kg in 5 bis 7m Tiefe gefunden, in allen anderen unbedeutende Konzentrationen von TPH unter 10 mg/kg. Aufgrund der Mächtigkeit und der flächenmäßigen Ausdehnung ließ sich somit das Volumen des signifikant verunreinigten Bodens mit 3000 bis 4000 m³ abschätzen.

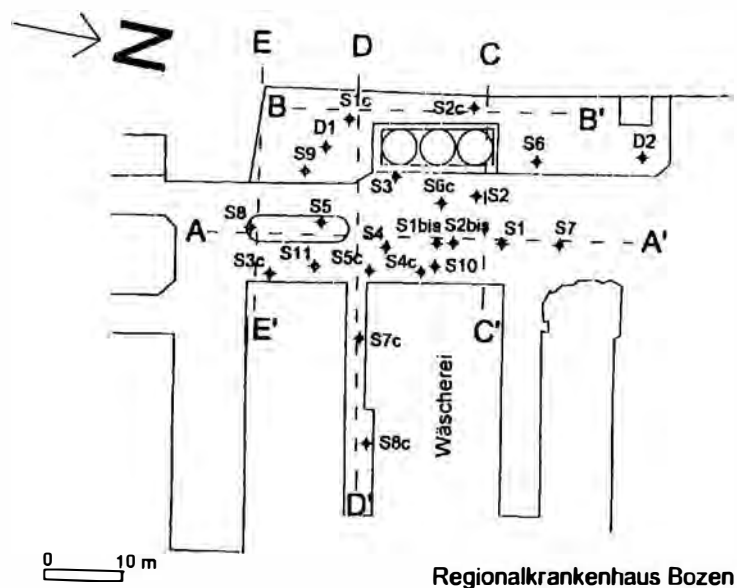


Abb. 7: Lageplan der Bohrungen 1:500

Von allen installierten Piezometern wurden Wasserproben genommen, um den Gesamtkohlenwasserstoffgehalt (TPH) und die aromatischen Kohlenwasserstoffe (BTEX) zu bestimmen. Nur in den Punkten S7 und S6 wurden geringe Mengen von 6,0 und 2,6 µg/l an aromatischen Kohlenwasserstoffen gefunden, welche unter den gesetzlichen Grenzwerten für Trinkwasser liegen. In allen anderen waren die Mengen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. Die TPH-Konzentrationen mit bis zu 10.680 µg/l in den Punkten S4, S6 und S7 (Abb. 7) überschritten die gesetzlichen Trinkwassergrenzwerte deutlich. In allen anderen Piezometern hingegen waren sie analytisch nicht nachweisbar.

4.7 Schlussfolgerungen

Die hydro- und umweltgeologische Studie brachte folgende Ergebnisse:

- Das Schadenszentrum befand sich bei den Bohrlöchern S4C und S6C bei der Wäscherei des Krankenhauses
- Das Heizöl bedeckte eine Fläche von ca. 2000 m²
- Der Ölspiegel oszillierte gemeinsam mit der Grundwasserspiegelschwankung maximal 3 m pro Jahr
- Die Kohlenwasserstoffe haben sich im unteren Bereich der Lage B mit einer Mächtigkeit von ca. 2 m und einer maximalen Tiefe von 7,5 m festgesetzt
- Der geringe, freischwimmende Ölfilm (max. 4 mm) zeugt von einer überwiegenden Haftung im Boden
- Die Konzentration der gesamten TPH im Boden in den Punkten S4, S5, S6 und S7 lag zwischen 150 und 1000 mg/kg, in allen anderen waren TPH analytisch nicht nachweisbar
- Das kontaminierte Volumen betrug 3000 bis 4000 m³
- Die geringe TPH Konzentrationen im Wasser zeugten ebenfalls von Fixierung im Boden
- Die Kohlenwasserstoffe liegen hauptsächlich als C₁₀ bis C₂₄ - Fraktionen vor. Diese sind unter aeroben Bedingungen leicht abbaubar.

4.8 Sanierungsmaßnahmen

Eine Sanierung des Grundwassers ist aufgrund der geringen Konzentrationen in wenigen Piezometern und der überwiegenden Haftung im Boden nicht notwendig. Der auf der Wasseroberfläche frei schwimmende Ölfilm kann mit Hilfe eines Sanierungsbrunnens (Ø 300 - 500 mm) entfernt werden.

Für den mit Kohlenwasserstoffen kontaminierten Boden kommt grundsätzlich eine ex-situ oder in-situ Sanierung in Frage.

Eine ex-situ Sanierung hätte in unserem Fall zu viele Nachteile, wie zu wenig Volumen, Lärmbelästigung, zu große Verbauung des Areals und eine Absenkung des Grundwasserspiegels um ca. 3 m, welche allerdings durch eine Nachbarbaustelle in nächster Zeit erfolgen sollte.

Bei einer in-situ Sanierung ist kein Soil Venting möglich, weil wir es mit schwerflüchtigen Produkten zu tun haben. Gut geeignet wäre hingegen das Bioventing - Verfahren, weil unsere Schadstoffprodukte unter aeroben Bedingungen leicht abbaubar sind, eine künstliche Absenkung des GW-Spiegels um ca. 3 m durch eine Nachbarbaustelle erfolgt, kein Lärm entsteht, eine bereits erfolgte Respirometerprobe positiv war und sie auch Unterwasser möglich (Air Sparging) ist.

Daher wurde das Bioventing - Verfahren für ein Jahr in Auftrag gegeben mit dem Sanierungsziel, in dieser Zeit 90 % der vorhandenen Kohlenwasserstoffe abzubauen.

5. Literatur

Hoek, E. & Bray, J.W. (1981): Rock slope engineering (3rd edn.). Institution of Mining and Metallurgy, London.

DIN Normen: Deutsches Institut für Normen. DIN Taschenbücher, Beudt Verlag, Bonn.

Autor:

Joachim SCHWEIGL, Mag.Dr.
Südtiroler Landesregierung
Amt für Geologie und Baustoffprüfung
Eggentaler Straße 48
I-39053 Kardaun bei Bozen
joachim.schweigl@provinz.bz.it