

Mittwoch 16. Oktober 2013

14:00-14:30

Gipsgebiete im Unterinntal

Der „Reither Weg“ bei der Durchführung von Baugrunderkundungen

W. Wanker⁽¹⁾, A. Radinger⁽²⁾

⁽¹⁾ ZT für Geologie, Martin-Pichler-Str. 12, A 6300 Wörgl

⁽²⁾ Pöyry Infra GmbH, Rainerstr. 29, A 5020 Salzburg

Grundlagen und Rahmenbedingungen

Ein Teil des Gemeindegebietes von Reith im Alpbachtal liegt in den ausgewiesenen Gebieten mit Gipskarstvorkommen bzw. innerhalb von Verdachtsflächen auf Gipskarst, also in Bereichen, in denen Gipskarstprozesse bekannt sind oder zumindest nicht ausgeschlossen werden können (**Abb. 1**).



Abb. 1: Gipsgebiete im Unterinntal: Bereich „Brixlegg / Zimmermoos“ (gelb im Norden) und Bereich „Reith Nord / Scheffach“ (orange im Süden)

Für Bauvorhaben innerhalb dieser ausgewiesenen Zonen hat die Landesgeologie auf Wunsch betroffener Behörden entsprechende „Anforderungen an Baumaßnahmen in Gebieten mit möglichen Gipskarstvorkommen“ festgelegt, welche sich an der ÖNORM B 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds: 2012-06-15 (Ersatz für ÖNORM B 4402: 2003-12) orientieren. Diese Norm sieht eine Einteilung in 3

geotechnische Kategorien vor, wobei bautechnische Maßnahmen nach dem geotechnischen Risiko eingestuft werden. Für die Einstufung ist die Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Umgebung bzw. den Baugrundverhältnissen maßgeblich, somit liegt unserem Fall lt. Definition in Anhang A der oben zitierten Norm die Geotechnische Kategorie 3 (GK 3) vor:

... *Untergrundverhältnisse, die zu unverträglichen Bauwerksverformungen führen können, wie z. B. Böden, die zu großen Setzungen neigen ...*

... *Festgestein, wenn es zur Auflösung oder zu starkem Zerfall neigt (z. B. Salz, Gips ...)*

Unter Berücksichtigung der Vorgaben dieser Norm sehen die genannten „Anforderungen an Baumaßnahmen“ unter anderem vor, dass der Untergrund mit Kernbohrungen zu erkunden ist. Diese Kernbohrungen müssen grundsätzlich zumindest 5 m in den festen Fels reichen. Bei Bohrungen, die in einer Tiefe von 40 m den Fels nicht erreichen, ist in Abstimmung mit einem Geologen / Geotechniker die weitere Vorgangsweise bezüglich Baugrunderkundung festzulegen.

In Anbetracht dieser Rahmenbedingungen und Vorgaben wurde seitens der Gemeindeführung von Reith im Alpbachtal entschieden, die zwischenzeitlich anstehenden und notwendigen Baugrunderkundungen unter Federführung und im Auftrag der Gemeinde durchzuführen. Das Ziviltechnikerbüro für Geologie (ZT-W3) wurde mit der Grundlagenerhebung und Konzepterstellung für eine möglichst gemeindeweite Untersuchung des Baugrundes beauftragt. Sämtliche Planungsschritte wurden zudem in enger und laufender Zusammenarbeit mit der Landesgeologie festgelegt.

Geologisch-geomorphologischer Überblick

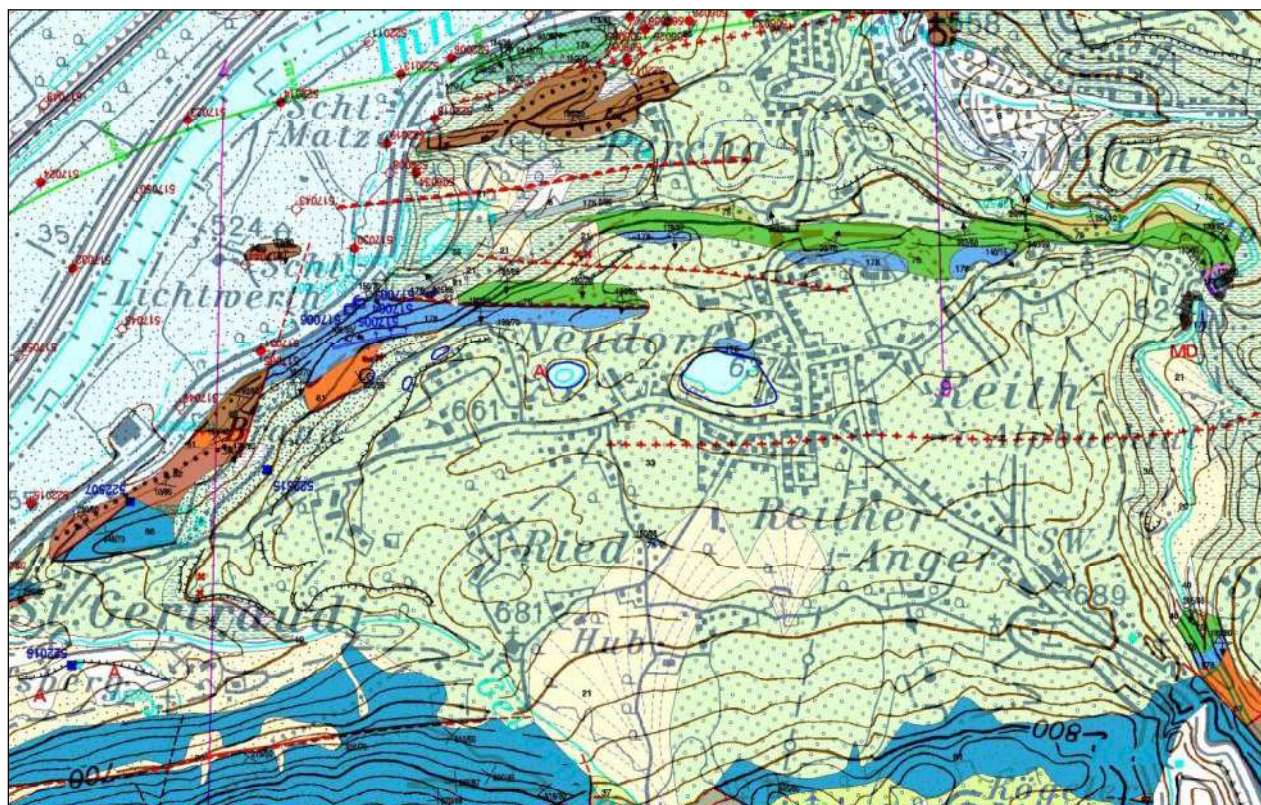


Abb. 2: Ausschnitt aus der geologisch-tektonischen Karte 1:10.000 (BEG-Projekt: erstellt von der Gruppe Brandner, Universität Innsbruck, 1997)

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Terrasse von Reith im Alpbachtal rd. 125 Meter über der Talsohle des Inntales. Unter den quartären Eisrandsedimenten der Reither Terrasse sind im Norden Einheiten der Nördlichen Kalkalpen (Alpiner Buntsandstein, Reichenhaller Schichten, Gruppe des Alpiner Muschelkalkes) aufgeschlossen (**Abb. 2**), die über weite Strecken schollenartig zerlegt sind. Im Süden begrenzen zur Hauptsache der Schwazer Dolomit und die Wildschönauer Schiefer die Lockersedimente.

Die Ausweisung des betroffenen Bereiches als „Gipsgebiet“ begründet nicht nur auf der geologischen Tatsache, dass die gipsführenden Reichenhaller Schichten, wie oben dargestellt, in Ost-West-Richtung verbreitet sind. Auf der Reither Terrasse sind zudem mehrere reliktsche Erdfallstrukturen anzutreffen, die markantesten davon sind der Egelsee und der Reither See (Abb.3)

Abb. 3

Abb. 3: Orthofoto und Digitales Geländemodell mit den deutlich erkennbaren alten Erdfallstrukturen: Egelsee im Westen und Reither See im Osten (TIRIS, Stand 2009)

Erkundungskonzept

Um die vorrangig anstehenden Bauvorhaben möglichst rasch umsetzen zu können, wurden im Jahr 2011 an zwei Standorten Kernbohrungen (mit 50 Meter bzw. 40 Meter Endteufe) durchgeführt. Für das Folgejahr wurden weitere vier Kernbohrungen (mit je 40 Meter Endteufe) entsprechend der vorgesehenen potentiellen Bauplätze und deren Lage im Gemeindegebiet geplant.

Damit sollte durch den direkten Untergrundaufschluss im Bereich der Bauvorhaben möglichst rasch eine Aussage über die grundsätzliche Durchführbarkeit dieser Bauten getroffen werden können, was sowohl für den Bauwerber als auch für die Gemeinde als Baubehörde von höchstem Interesse war. Parallel dazu wurde bei der Festlegung der Kernbohrstandorte darauf Bedacht genommen, dass die Ergebnisse für die Anbindung und Eichung der im Folgenden durchzuführenden bodengeophysikalischen Erkundungsmaßnahmen verwendet werden können.

Folgende Fragestellungen bzw. Anforderungen waren also für die Wahl eines geeigneten bodengeophysikalischen Verfahrens maßgebend:

- Erkundung betreffend möglicher Hinweise auf die Existenz von Hohlräumen oder von Auslaugungszonen im Untergrund
- Projektion der punktuellen Bohrergebnisse in die Fläche
- Absicherung der aktuellen Interpretation des Bodenaufbaues

Zudem musste eine Eindringtiefe des Verfahrens gewählt werden, welche Aufschlüsse hinsichtlich des Felsübergangs unterhalb der Endteufen der Bohrungen zulässt, was zumindest an den Nord- und Südgrenzen der Terrassensedimente auch möglich sein sollte. In intensiver Abstimmung mit den Geotechnikern kam daher eine hochauflösende Hybridseismik (Reflexions- und Refraktionsseismik mit Tauchwellentomographie) zum Einsatz.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Kernbohrungen wurden letztlich zwei „Querprofile“ in ca. Nord-Süd-Richtung und ein „Längsprofil“ in Ost-West-Richtung für die bodengeophysikalische Erkundung festgelegt. Zusätzlich waren ursprünglich je ein weiteres Längs- und Querprofil vorgesehen, welche allerdings nicht mehr zur Ausführung kamen.

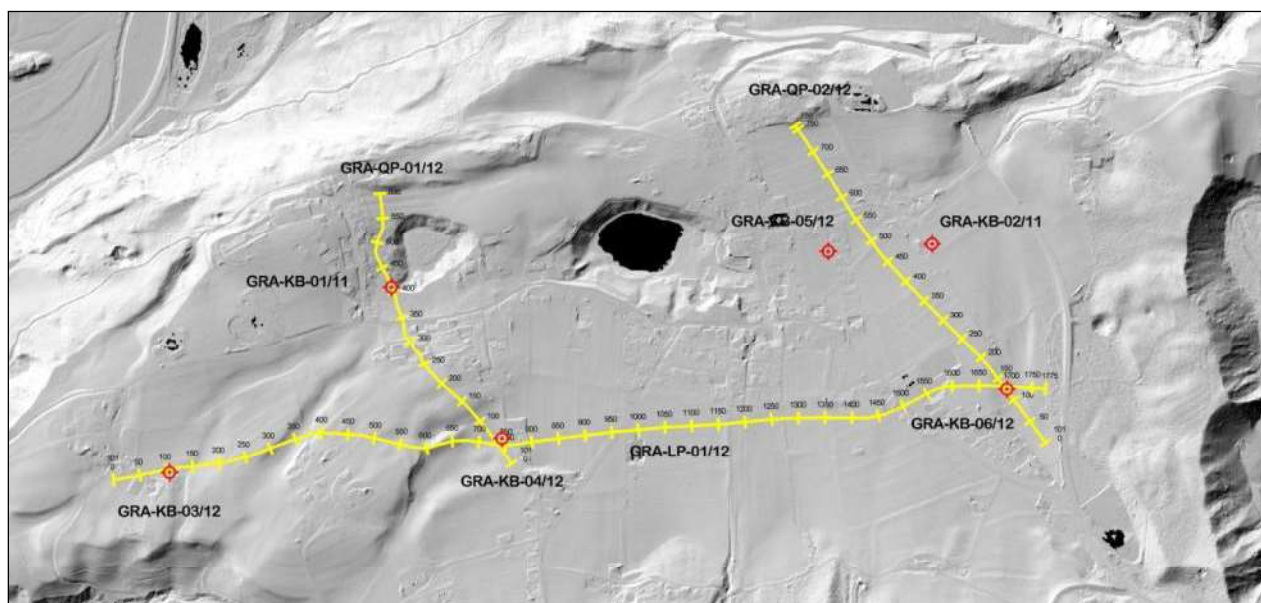


Abb. 4: Lage der Kernbohrungen und seismischen Profillinien (ZT-W3, 2013)

Kernbohrungen

Aufgrund der Fragestellung und der möglichen Sensibilität der angetroffenen Baugrundverhältnisse wurde vorsorglich die Gerätschaft für eine Kernbohrmethode (Rotationsverfahren) mit alternativem Spülungsmedium (Druckluft) vorgehalten, weshalb für Bohrverfahren, Spülmedien und Spülzusätze folgende Vorgaben galten:

- In Lockerböden ist bei Bohrungen mit Kerngewinn grundsätzlich trocken zu bohren. Eine Verwendung von Spülwasser oder Druckluft ist nur bei Rotationskernbohrungen zur Durchörterung von Härtlingseinlagerungen (Findlinge oder harte Felszonen) und nur in jenem Maße gestattet, dass der natürliche Feuchtigkeitsgehalt des Bohrkernes nicht grob verfälscht wird. Es besteht die Möglichkeit, dass auf Anordnung des AG bindige und überkonsolidierte Böden mit fester Konsistenz mit Spülhilfe (Wasser oder Luft) zu erbohren sind, um eventuell einen besseren Kerngewinn zu ermöglichen. Dabei ist erforderlichenfalls ein erneutes Umstellen auf Trockenrotationskernbohren zu gewährleisten.
- Im kernfesten Fels ist die Verwendung von Druckluft bzw. alternativ (nach Freigabe) auch von Spülwasser gestattet. Chemische Zusätze in Form abbaubarer Polymere oder gleichwertige Produkte sind nach Rücksprache mit dem AG zulässig. Von allen Spülzusätzen sind Produktbeschreibungen und Proben oder Herstellungszertifikate zu übergeben.

In fünf von den sechs Kernbohrungen wurde ausschließlich Lockermaterial angetroffen:

- Stillwassersedimente (Feinsand, Schluff, Ton) und
- (umgelagerte) Terrassen- und Schwemmfächersedimente (Sande, Kiese), tw. Moränenmaterial

Es wurden nur Schichtwässer angetroffen, ein zusammenhängender Grundwasserkörper wurde aufgrund der teils mächtigen und in verschiedenen Teufen auftretenden Dichtschichten nicht beobachtet. Die in unmittelbarer Nähe vom Egelsee abgeteufte Bohrung GRA-KB-01/11 (**Abb. 5**) zeigt ab einer Teufe von ca. 30 Metern eine verfüllte Kollapsstruktur (Fels- und Blockabfolgen mit eingeschwemmten Feinsedimenten) und weist somit auf den unmittelbaren Zusammenhang mit dem Streichen der Gipsvorkommen und den Erdfalltrichtern in Ost-West-Richtung hin.

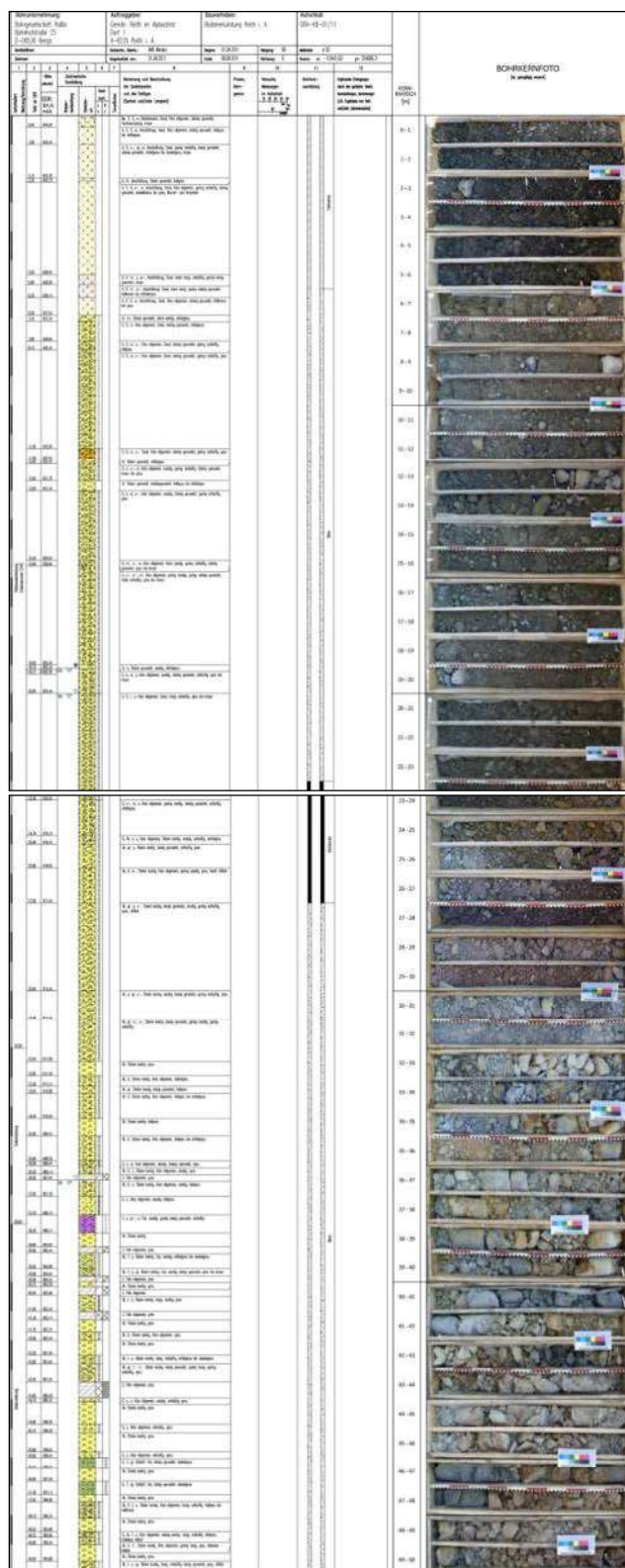


Abb. 5: Schichtenverzeichnis und Bohrkernfotos der Bohrung GRA-KB-01/11 neben dem Egelsee

Hybridseismik

Die Charakterisierung von Erdfallprozessen erfordert hochauflösende geophysikalische Mess- und Auswertemethoden. Aus dem Methodenspektrum der Geophysik können zahlreiche Verfahren, wie Seismik, Gravimetrie, Geoelektrik und Georadar zur Erkundung von Erdfallstrukturen angewandt werden (zB. Waltham et al. 2005). Zur klassischen, strukturgeologischen Erkundung werden meist gravimetrische und seismische Verfahren eingesetzt. Lokale Detailerkundungen von einzelnen Erdfallstrukturen können mit den meisten Verfahren angepasst an die Größe und Tiefenlage erkundet werden. In einem zeitabhängigen Monitoring können vor allem gravimetrische und geoelektrische Methoden zum Prozessverständnis der Massenveränderung im Untergrund beitragen.

Da Kollapsstrukturen meist tiefer liegende Ursachen und Wirkungen haben, bleibt für die Erkundung dieser nur eine hochauflösende reflexionsseismische Erkundung. Mit diesen Verfahren schließt man in der Tiefenstufe an die Erkundung mittels Georadar und Geoelektrik an. Beispiele für erfolgreich durchgeführte reflexionsseismische Erkundungen von Erdfällen sind vor allem aus dem amerikanischen Raum bekannt (Miller R., 2007).

Das Untersuchungsprogramm umfasste drei seismische 2D Messungen entlang der vorgegeben Profillinien mit einer Gesamtlänge von ca. 3150 lfm. Die Lage der Profile ist in **Abb. 4** zu sehen. Die Messungen wurden im November 2012 durchgeführt. Die Messungen wurden bewusst nicht hauptsächlich über bekannte Erdfallstrukturen geführt, sondern in ausgewiesenen Erweiterungszonen der Gemeinde.

Die Aufnahme erfolgte mit der Apparatur Summit Compact und 30Hz Einzelgeophonen. Der Geophonabstand betrug anfangs 2 m und wurde nach einer Erstauswertung auf 4 m vergrößert, um die Erkundungstiefe zu erhöhen und um eine bessere Information über den Felsverlauf zu bekommen. Dieser Geophonabstand wurde für die restlichen Profile beibehalten. Die Anregung erfolgte alle 4 m mittels der pneumatischen Impulsquelle Vakimpak.

Entsprechend der Aufgabenstellung wurde eine hybridseismische Auswertung der Messdaten durchgeführt. Um den Lückenschluss zwischen der tieferreichenden reflexionsseismischen Erkundung zur Oberfläche zu gewährleisten, wurden die Ersteinsätze auch refraktionstomografisch ausgewertet (**Abb. 6**).

Die klassische, refraktionsseismische Auswertung ergab einen 4-Schichtfall. Die oberste Schicht mit Mächtigkeiten bis 6 m und einer Geschwindigkeit von 350 m/s kann den stark aufgelockerten Lockermaterialien und Mutterboden zugeordnet werden.

Die zweite Einheit mit Mächtigkeiten bis 38 m und Geschwindigkeiten von 500 – 1200 m/s entspricht überwiegend lockeren, trockenen Sanden und Kiesen. Die größeren Mächtigkeiten dieser Schicht korrelieren gut mit den Erhebungen in der Topographie. Speziell die großen Mächtigkeiten im Profil GRA-LP01/12 zwischen SL 370 – 750 m könnten durch einen Schutt-/Schwemmfächer aus Süden verursacht werden. Dies gilt möglicherweise auch für die anderen Erhebungen in den anderen Profilen.

Die dritte Einheit mit Mächtigkeiten von 5 – 70 m und einer Geschwindigkeit von 1700 – 2400 m/s entspricht entweder verfestigten beziehungsweise konsolidierten Sedimenten (konsolidierte Sande oder Tone) oder lockeren Sedimenten mit Grundwasser erfüllt. Durch die unterschiedlichen

Grundwasserstände in den Bohrungen kann auf keinen einheitlichen Grundwasserkörper geschlossen werden. Dies zeigt auch diese seismische Schicht, die manchmal mit dem Grundwasser zusammenpasst und manchmal nicht. Daher kann nicht eindeutig zwischen konsolidierten Sanden und Tonen und grundwassererfüllten lockeren Sanden und Kiesen unterschieden werden. Gute Hinweise auf eine Unterscheidung gibt aber die Tauchwellentomografie für diese Schicht, da Geschwindigkeitsmulden wahrscheinlich eher auf Tone schließen lassen. Solche markante Mulden sind im Profil GRA-QP01/12 zwischen Schnittlänge 400 – 500 m in der Nähe der Einbruchstruktur und im Profil GRA-QP02/12 zwischen Schnittlänge 200 – 420 m erkennbar. Speziell am Profil GRA-QP02/12 zeigen sich genau in diesem Bereich hochfrequente muldenartige Reflexionen in der Überlagerung. Möglicherweise handelt es sich hier um einen alten Einbruch, der ca. in einer West-Ost-Linie mit den anderen Einbrüchen liegt und wieder verfüllt wurde.

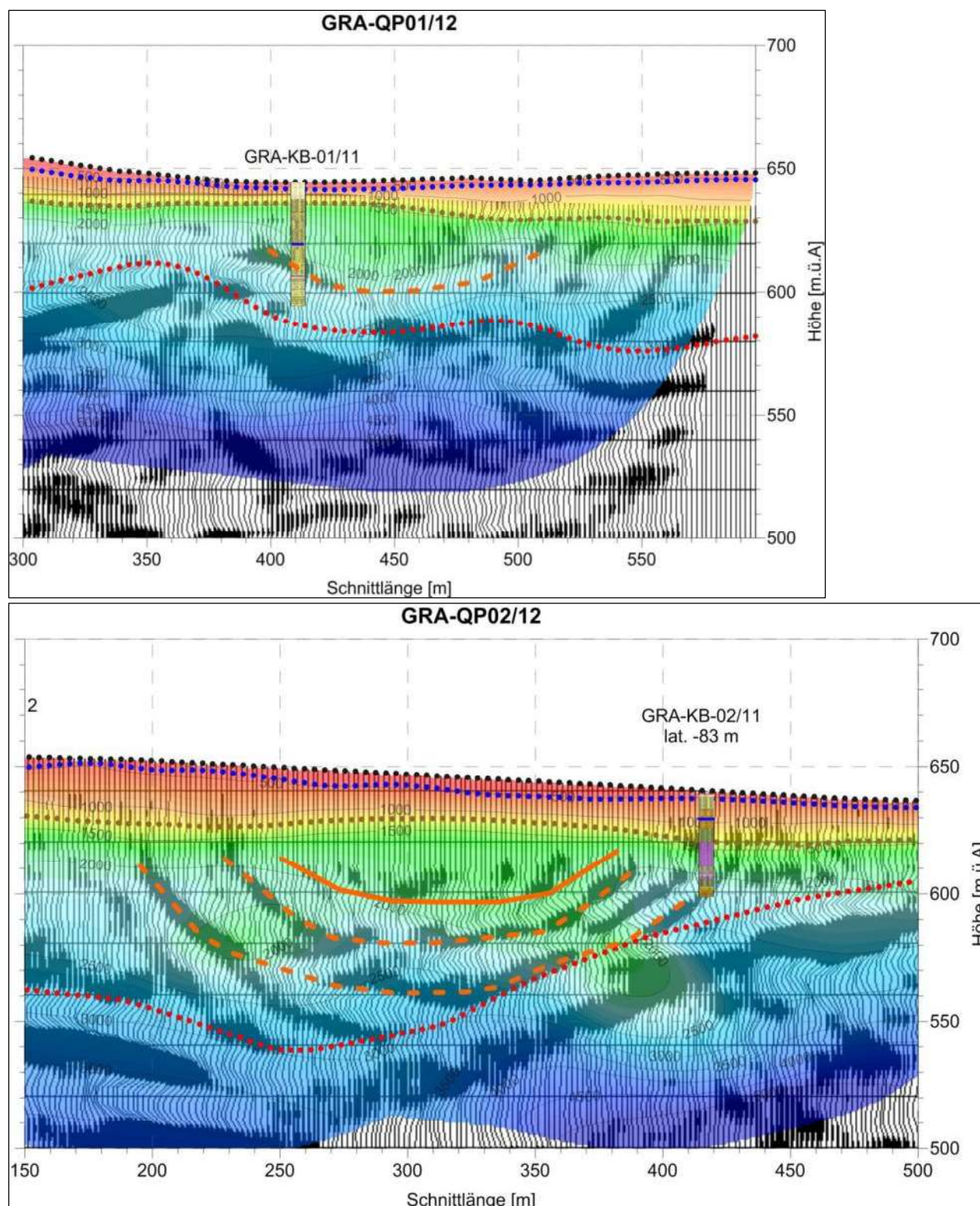


Abb. 6: Ergebnisdarstellung der seismischen Erkundung bei den beiden Querprofilen

Der vierte Refraktor bzw. Reflektor entspricht mit einer Tiefe von ca. 20 – 95 m und einer Geschwindigkeit von ca. 3800 – 4500 m/s der seismischen Felsoberkante. Dieser wechselt in der Höhenlage im gesamten Messbereich stark, die größten Tiefen sind im Südwesten und Südosten vorhanden. Auch bei den markanten Bereichen, in Profil GRA-QP01/12 zwischen SL 400 – 500 m und in Profil GRA-QP02/12 zwischen SL 200 – 420 m, zeigen sich muldenartige Strukturen. Des Weiteren zeigt das Profil GRA-LP01/12 in ca. der Mitte des Profils, dass der Fels dort eine breite Aufwölbung

hat. Am seichtesten ist der Fels gegen Ende des Profils GRA-QP02/12. Der vermutlich steile Anstieg der Felsoberkante am Nordende beider Profile konnte seismisch nicht mehr erfasst werden.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Aufgrund der oben dargestellten geologischen Rahmenbedingungen und der eindeutigen Hinweise auf Gipskarsterscheinungen wurde dieser Bereich seitens der Landesgeologie als „Gipsgebiet“ ausgewiesen. Die entsprechenden Vorgaben zur Erfüllung der notwendigen Maßnahmen für Bauvorhaben in Gipskarstgebieten waren im Sinne einer verantwortungsbewussten Baubehörde umzusetzen.

Im Bereich von sechs potentiellen Bauplätzen wurde der Untergrund vorerst mittels Kernbohrungen untersucht. Es wurde eine mächtige Lockersedimentauflage erkundet, ein Übergang zum Felsen bzw. ein Hinweis auf eine verfüllte Kollapsstruktur wurde nur im Nahbereich des Egelsee angetroffen. Ein zusammenhängender Grundwasserkörper wurde aufgrund der teils mächtigen Dichtschichten nicht beobachtet. Die hybridseismische Auswertung zeigt in allen Profilen wird eine oberste Schicht (bis 6 Meter Mächtigkeit) von sehr locker gelagertem Material. Darunter folgen bis zu knapp 40 Meter mächtige lockere, trockene Sande und Kiese. Die dritte Schicht entspricht konsolidierten Feinsedimenten (Sande, Schluffe, Tone) und erreicht Mächtigkeiten zwischen 5 und 70 Metern. In einer Tiefe von 20 bis 95 Metern unter GOK liegt die Felsoberkante, die nach Süden hin deutlich ansteigt. Zudem sind in den beiden Querprofilen deutliche Muldenstrukturen im Untergrund abgebildet.

Das somit im Rahmen der Bodenerkundungen detektierte, ost-west-gerichtete „Reither Becken“ weist also eine mächtige Lockermaterialfüllung mit eingeschalteten Dichtschichten auf. Die Felsoberfläche zeigt tw. deutliche Muldenstrukturen innerhalb des Beckens, steigt am Südrand steil an und bildet dort die markante Felsschwelle zum Inntal bzw. nach Brixlegg. Hohlräume oder Auslaugungsstrukturen konnten im untersuchten Bereich nicht nachgewiesen werden.

Die von der Gemeindeführung gewählte Vorgehensweise, die „Gipskarstproblematik“ in Zusammenarbeit mit einem Fachgremium (Landesgeologie mit niedergelassenen Geologen und Geophysikern) unter ihrer Federführung durchzuführen, hat sich gelohnt. Die Grundlagenhebung und der schrittweise Erkenntnisgewinn konnten in die weitere Planung einfließen und somit koordiniert (und kostenschonend) umgesetzt werden. Die laufende Information der Bevölkerung über den Bearbeitungsstand und hat zudem sehr zur Akzeptanz im Umgang mit dieser Problematik seitens der betroffenen Bürger beigetragen.

Die Erkenntnis, dass im erkundeten Bereich keine aktuellen Hohlräume oder Auslaugungsbereiche festgestellt werden konnten, ist im Ergebnis allerdings nicht auf andere oder benachbarte Gebiete umzulegen – die Verhältnisse müssen dort ebenso spezifisch beurteilt und erkundet werden!