

Donnerstag 17. Oktober 2013

16:30-17:00

Ingenieurgeologische und hydrogeologische Aspekte von Speicherstandorten an den Beispielen Speicher Platzertal und Wasserfassung Gurgl

*Zanon Raphael¹, Perzлмаier Sebastian², Gerhard Poscher¹, Pergher Lukas¹, Holzmann Michael²,
Neuner Johann²*

¹geo.zt gmbh, poscher beratende geologen, Saline 17, 6060 Hall in Tirol

²TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG, Eduard Wallnöfer Platz 2, 6020 Innsbruck

Abstract

As part of the planned expansion of TIWAG's HPP Kaunertal, several dam sites were analysed regarding their geological suitability. The investigated dam locations do not only include a rockfill dam site for the planned upper stage but also smaller sized arch dams for the proposed water intakes in the Ötztal. Based on the geological site conditions of the Platzertal reservoir and the water intake structure Gurgl with an arch dam, differences and similarities concerning aspects of engineering geology are described comparatively. Both, the main engineering geological focuses as well as the different site investigations are explained with respect to the different dam types.

Zusammenfassung

Im Rahmen des TIWAG Projektes Ausbau Kraftwerk Kaunertal wurden verschiedene Speicherstandorte ingenieurgeologisch untersucht. Zu den untersuchten Standorten gehört neben dem Speicher Platzertal mit einem hohen Schüttdamm auch zwei Standorte für kleinere Betonsperren, welche Bestandteil von zwei großen Wasserfassungen im Ötztal sind. In folgendem Beitrag sollen Unterschiede und Ähnlichkeiten der ingenieurgeologischen Fragestellungen, der angewendeten Erkundungsmethoden und der entwickelten ingenieurgeologischen Modelle in Bezug auf den Sperrentyp an den Beispielen Speicher Platzertal (Staudamm mit Asphaltbetoninnendichtung) und Wasserfassung Gurgler Ache (Betonsperre, Gewölbemauer) aufgezeigt werden.

Projektübersicht

Die TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG verfolgt mit ihrem Projekt Ausbau Kraftwerk Kaunertal den Plan, das bestehende Kraftwerk Kaunertal (370 MW, 660 GWh/a) zu einer Kraftwerksgruppe auszubauen. Wesentliche Bestandteile dieses Projektes sind ein neuer Überleitungsstollen in den bestehenden Speicher Gepatsch mit Wasserfassungen im hinteren Ötztal, ein neues Unterstufenkraftwerk Prutz 2 (500 MW) sowie der Zubau einer Oberstufe mit neuem Oberstufenspeicher und dem Pumpspeicherkraftwerk Versetz (400 MW). Die im bestehenden Kraftwerk Kaunertal nutzbare Jahreswasserfracht von 320 Mio. m³ soll durch den Zubau um 297 Mio. m³ erhöht werden (siehe **Abbildung 46**). Dadurch kann die Jahreserzeugung um rund 620 GWh/a gesteigert und somit fast verdoppelt werden. Hinzu kommt die Möglichkeit die Oberstufe im Pump-Wälzbetrieb bewirtschaften zu können.

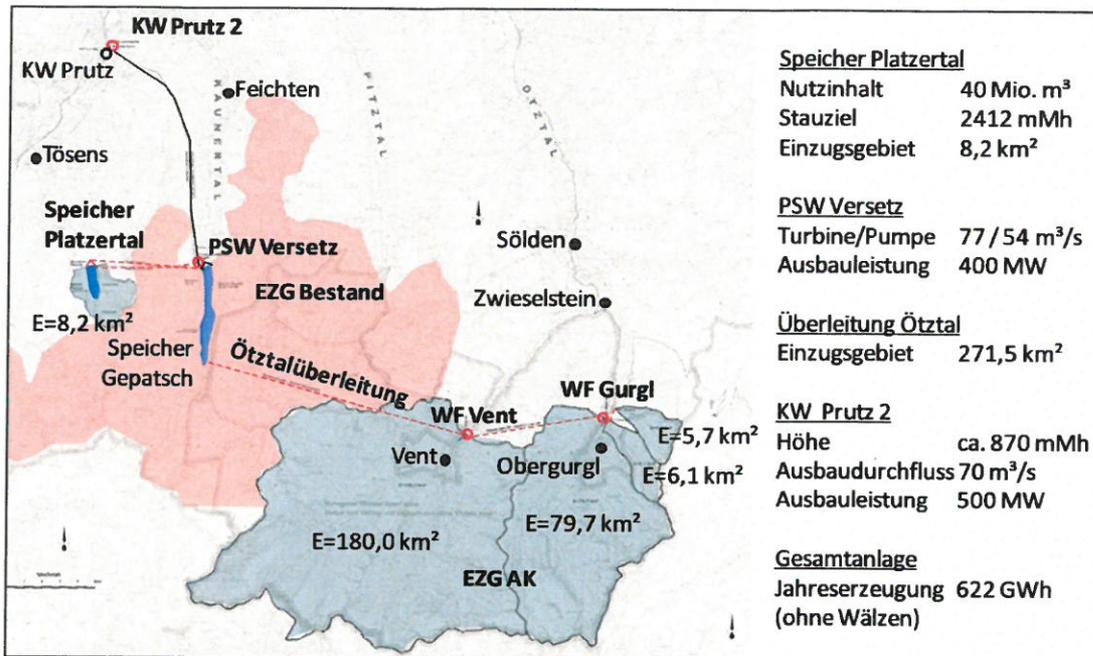


Abbildung 46 Ausbau Kraftwerk Kaunertal, Projektübersicht

Aus Sicht des Talsperrenbaus sind neben geringfügigen Änderungen der Bewirtschaftung des Speichers Gepatsch die Errichtung des Oberstufenspeichers Platzertal sowie die Konzeption der Wasserfassungen Vent und Gurgl im hinteren Ötztal bedeutsam.

Der Wahl des geeigneten Standortes im Platzertal für den Oberstufenspeicher ist eine intensive, mehrjährige Alternativenprüfung vorausgegangen, welche neben anderen vor allem durch ingenieurgeologische Aspekte maßgeblich beeinflusst wurde (Perzlmair et al., 2012). Die Vorgaben für den Standort des Oberstufenspeichers waren eine Situierung unterhalb der Gletscherregion und möglichst in unmittelbarer Nähe zum Speicher Gepatsch, gegenüber dem der Höhenunterschied jedoch möglichst groß sein sollte. Für die Jahresumlagerung der zusätzlichen Wasserfrachten, für die sichere Speicherung übergeleiteter Hochwässer sowie für die Bewirtschaftung der Oberstufe im Pumpwälzbetrieb ist dabei ein ausreichend großes Speichervolumen von Nöten. Der Speicher Platzertal hat ein bewirtschaftbares Speichervolumen von rund 40 Mio. m³. Das Absperrbauwerk wurde als Staudamm mit Asphaltbetoninnendichtung, einem Schüttvolumen von ca. 8 Mio. m³ und einer maximalen Höhe über Urgelände von 119 m entworfen.

Die Konzeption der beiden Wasserfassungen in Vent und Gurgl wurde maßgeblich von der Notwendigkeit geprägt, auch im Hochwasserfall bei erheblichem Sedimenttransport die Ausbaumassmengen verlässlich überleiten zu können und somit eine hochwasserreduzierende Wirkung in der Unterliegerstrecke sicher zu stellen. Anstelle des klassischen Tiroler Wehrs wurden für die beiden Standorte deshalb Wasserfassungen mit Seiteneinlauf und eigenen kleinen Stauräumen von jeweils rund 70.000 m³ gewählt. Diese Volumina sind ausreichend groß, um Sedimentablagerungen auch während extremer Hochwasserereignisse ohne Beeinträchtigung des Wassereinzuges aufzufangen und diese dann mit abklingender Hochwasserwelle wieder aus den Stauräumen zu spülen. Für beide Wasserfassungen konnten geeignete Sperrenstellen in

Schluchtstrecken gefunden werden, weshalb die Absperrbauwerke als Bogen- bzw. Gewölbemauern konzipiert werden konnten.

Der Einreichung des Projektes Ausbau Kraftwerk Kaunertal zur Umweltverträglichkeitsprüfung durch die Behörde Mitte 2012 sind mehrjährige technische Entwicklungen der diversen Anlagenteile vorausgegangen. In Bezug auf die Speicherstandorte war insbesondere die ingenieurgeologische Befassung mit den dazugehörigen umfangreich durchgeführten Erkundungsprogrammen von großer Wichtigkeit. Die unterschiedlichen ingenieurgeologischen Fragestellungen, Erkundungsschwerpunkte und Ergebnisse in Bezug auf einen Speicherstandort mit Schüttdamm (Staudamm Platzertal) bzw. einen Speicherstandort mit Gewölbemauer (Wasserfassung Gurgl) sollen im Folgenden vergleichend beschrieben werden.

Ingenieurgeologische Fragestellungen

Bei der Entwicklung von Speicherstandorten sind verschiedenste ingenieurgeologische Themenfelder zu bearbeiten. Unabhängig vom Typ des Absperrbauwerkes können im Kontext Speicherbecken dabei unter anderem folgende Fragestellungen von Bedeutung sein:

- die Erreichbarkeit des Speicherstandortes (Topographie, Naturgefahren),
- die Dichtheit des Stauraumes,
- die Stabilität der Speicherhänge unter Berücksichtigung der zukünftigen Stauwirkung,
- das allfällige Vorhandensein von Massenbewegungen im Stauraum oder im Bereich der Stauraumeinhänge oberhalb des Stauzieles sowie
- das allfällige Vorhandensein von potentiellen Herden für Sturzprozesse, welche den Stauraum erreichen können (Felssturz, Schneelawinen, Eissturz).

Bei der Wahl des Absperrbauwerkes sind in der Regel folgende ingenieurgeologischen Aspekte zu berücksichtigen:

- die Topographie der Sperrenstelle,
- die Tragfähigkeit des Sperrenuntergrundes,
- das Vorhandensein und die Mächtigkeit der Lockergesteinsüberlagerung in der Aufstandsfläche,
- das allfällige Vorhandensein von Massenbewegungen im Bereich des Absperrbauwerkes,
- das allfällige Vorhandensein von potentiellen Herden für Sturzprozesse, welche das Absperrbauwerk oder seine Betriebseinrichtungen betreffen könnten,
- die Möglichkeiten zur Gewinnung von Überlagerungs- und Steinbruchmaterial als Schüttmaterialien oder Zuschlagsstoffe im Speicherumfeld, idealer Weise aber im Stauraum sowie
- gegebenenfalls das Vorhandensein natürlicher Überlagerungsmaterialien in ausreichender Menge für die Errichtung eines mineralischen Erdkerns.

Die beschriebenen ingenieurgeologischen Kriterien haben für den Speicherstandort Platzertal zur Wahl eines Schüttdammes mit Asphaltbetoninnendichtung geführt. Ausschlaggebend hierfür waren:

- das weit geöffnete Trogtal, welches im Bereich der Sperrenstelle eine deutliche Gefällestufe im Talverlauf aufweist,
- die vorgefundenen umfangreichen Möglichkeiten zur Gewinnung weitgestufter Überlagerungsmaterialien (vorwiegend Moränen aber auch Hangschutt und Bachablagerungen) im Stauraum, welche sich sehr gut als Schüttmaterial eignen,
- die umfangreichen Möglichkeiten zur Gewinnung von hochwertigem Steinbruchmaterial im Stauraum (nach Abräumen der Überlagerung),
- die Tatsache, dass kein ausreichend großes Vorkommen an feinteilreichen Überlagerungsmaterialien für die Errichtung eines Schüttdammes mit mineralischer Kerndichtung gefunden werden konnte sowie
- die günstigen morphologischen und topographischen Randbedingungen in Bezug auf allfällige Gefährdungen aus Massenbewegungen oder Sturzprozessen, welche nicht gefunden wurden.

Die Sperrenstelle der Wasserfassung Gurgl ist unter anderem aus den folgenden ingenieurgeologischen Gründen für die Errichtung einer Gewölbemauer prädestiniert:

- die Lage der Sperrenstelle in einer Schluchtstrecke,
- das Fehlen einer maßgeblichen Lockergesteinsauflage und einer großen Talübertiefung sowie
- das Vorhandensein eines tragfähigen Felsuntergrundes.

Erkundungen

Basierend auf den oben beschriebenen ingenieurgeologischen Fragestellungen mussten durch die geologische Bearbeitung sowie die damit einhergehenden Erkundungen folgende Aspekte im Detail untersucht werden:

- Aufnahme und Beurteilung der morphologischen Indikatoren in Bezug auf Massenbewegungen und Sturzprozesse (v.a. Luftbilddauswertung und Kartierung, z.T. auch Bohrungen und Bohrlochversuche, Platzertal und Gurgl),
- Durchlässigkeit des Felsuntergrundes im Speicherbereich (v.a. Bohrungen mit hydraulischen Bohrlochversuchen aber auch Auswertung hydrogeologischer Aufnahmen in Bezug auf den Bergwasserspiegel, Platzertal und Gurgl),
- Überlagerungsmächtigkeit im Speicherbereich für die Massenbilanz der zu gewinnenden Schüttmaterialien (Kartierung vorhandener Felsaufschlüsse, Bohrungen und Geoseismik, v.a. Platzertal),
- Überlagerungsmächtigkeit im Bereich des Absperrbauwerkes (Kartierung vorhandener Felsaufschlüsse, Bohrungen und Geoseismik, v.a. Platzertal aber auch Gurgl),
- Fazielle und vor allem geotechnische Charakterisierung der vorgefundenen Überlagerungsmaterialien im Speicherbereich und im Sperrenuntergrund in Bezug auf Korngrößenverteilung, Verdichtbarkeit, Feinkornanteil und Durchlässigkeit (Kartierungen, Bohrungen, Baggerschürfe mit anschließendem umfangreichem geotechnischem Laborversuchsprogramm, v.a. Platzertal),
- Charakterisierung der vorgefundenen Lithologien in Bezug auf die geomechanischen Eigenschaften wie Zerlegungsgrad, Gesteins- und Gebirgsfestigkeit (Bohrungen mit

Bohrlochversuchen und Auswertungen wie RQD, Dilatometerversuche und Bohrlochscans, geotechnische Versuche an Bohrkernen bzw. an Gesteinsproben, im Platzertal v.a. mit Bezug auf Steinbruchmaterial, in Gurgl v.a. mit Bezug auf das Felswiderlager der Mauer),

- Detailanalyse des strukturgeologischen Inventars im Bereich der Aufstandsfläche (detaillierte Aufnahme der anstehenden Felsflanken, Bohrungen mit Bohrlochscans, Luftbildauswertung, im Platzertal v.a. mit Bezug auf die Untergrundabdichtung, in Gurgl v.a. mit Bezug auf das Felswiderlager der Mauer) sowie
- Einrichtung eines geodätischen Beobachtungsnetzes zur Verifizierung des Nichtvorhandenseins aktiver Hangbewegungen (Errichtung von Messfeilern mit geodätischen Null- und Folgemessungen, Platzertal)

Die im Platzertal und in Gurgl durchgeführten Erkundungen sind in **Tabelle 6** unterteilt nach Erkundungsmethode und Erkundungsumfang zusammengefasst. Außerdem sind die durchgeführten Erkundungen z.T. in den unten stehenden Karten und Schnitten der Sperrenstandorte enthalten. Dabei werden die oben beschriebenen Unterschiede in Bezug auf die maßgeblichen ingenieurgeologischen Fragestellungen deutlich. Zum Vergleich sind **Tabelle 6** auch die Erkundungen der vergleichbaren Wasserfassung Vent (ebenfalls mit einer Betonsperre als Absperrbauwerk) enthalten.

Tabelle 6 Erkundungen Speicher Platzertal, WF Gurgl und WF Vent (zum Vergleich)

Methode	Einheit/Art	Platzertal	Gurgl	Vent
Bohrungen	Anzahl	27	6	12
	lfm. Lockergestein	400	30	20
	lfm. Festgestein	1000	330	600
Bohrlochausbau	GWM	10	3	2
Bohrlochversuche	WAP	66	15	57
	HPT	18	16	9
	DV	14	15	37
Schürfe	Anzahl	13	0	0
Geoseismik	lfm	16600	1000	1000
Geologische Kartierung	M 1:250 [km ²]	-	0,04	0,04
	M 1:5.000 [km ²]	14	5	2
Geodätische Fixpunkte	Anzahl	9	0	0

Geologischer Überblick - Projektgebiet Ausbau Kraftwerk Kaunertal (AK)

Die Standorte Speicher Platzertal und Wasserfassung Gurgl liegen aus regionalgeologischer Sicht im Ötztal-Stubai-Komplex, welcher lithologisch hauptsächlich aus Paragneisen (metapsammitische und metapelitische Schiefer und Gneise), Orthogneisen und Amphiboliten besteht (Abbildung 47). Untergeordnet kommen auch Eklogite, Migmatite, Metakarbonate und basische Ganggesteine vor.

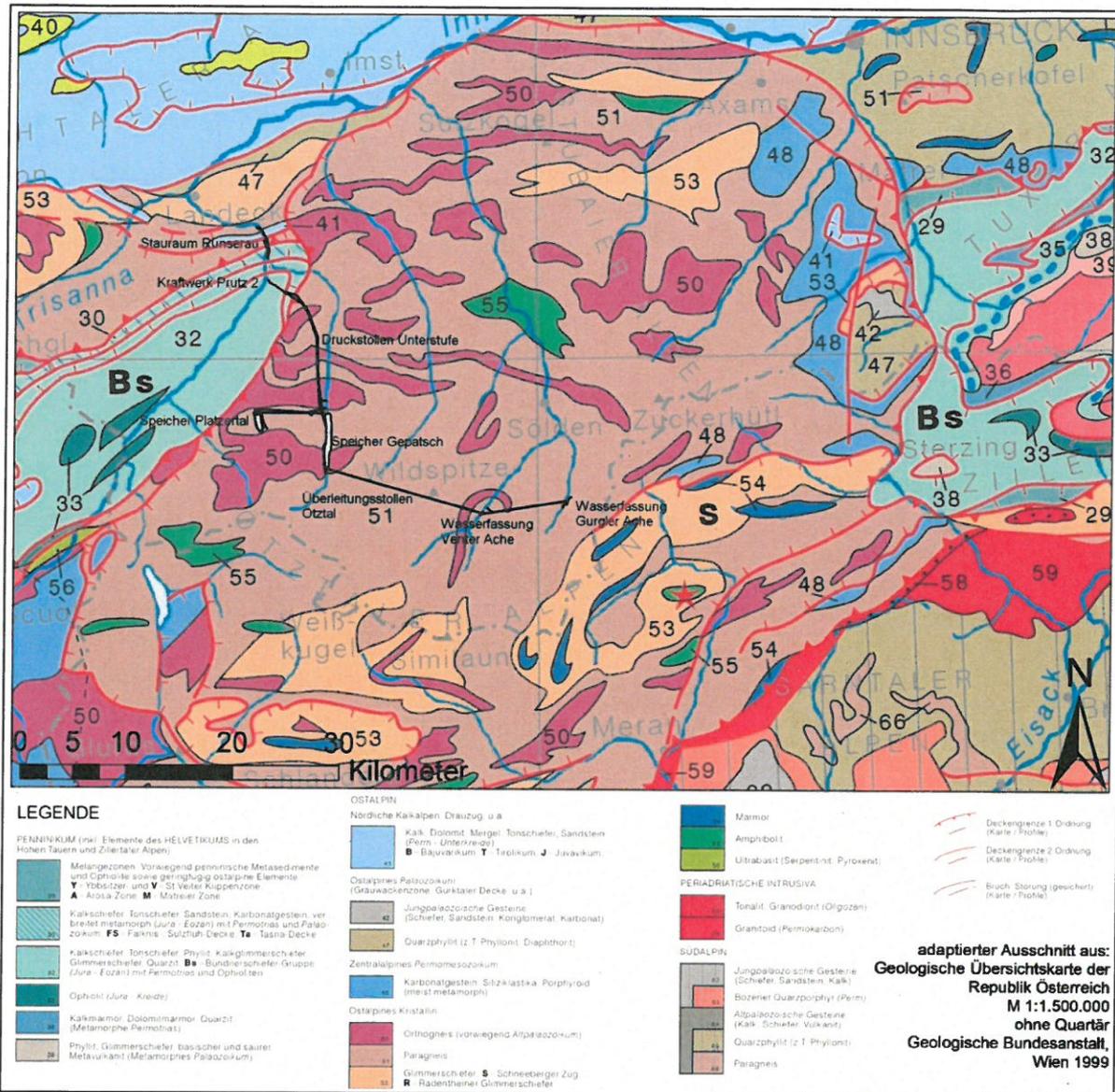


Abbildung 47 Projektgebiet Ausbau Kraftwerk Kautertal, Geologischer Überblick

Anhand petrologischer Untersuchungen an den Gesteinen des Grundgebirges lassen sich zumindest drei unterschiedliche Metamorphoseereignisse unterscheiden: eine kaledonische, eine variszische und eine alpidische Metamorphose, wie unter anderem in Frank et al. (1987), Hoinkes et al. (1997) oder Miller & Thöni (1995) beschrieben ist. Das dominierende Ereignis stellt hinsichtlich Mineralbildung und Gefügeausprägung die variszische Metamorphose dar (Hoinkes et al., 1982). Im Zuge einer späteren Deformation wurde die Hauptschieferung vom mm- bis km-Bereich verfaultet, was im Norden und Westen des Ötztal-Stubai-Komplexes zur Ausbildung von E-W-streichenden und im Süden mit steilstehenden Faltenachsen führte. Aufgrund der steilstehenden Achsen kam es im Süden zur Ausbildung der sogenannten „Schlingentektonik“, die u. a. Schmidegg (1933, 1936) und Baumann et al. (1967) beschrieben haben und im Bereich der beiden Wasserfassungen Gurgl und Vent besonders präsent ist. Bedeutend für den Projektraum Ausbau Kraftwerk Kautertal sind des Weiteren die mit der alpidischen Gebirgsbildung verbundenen spröden Strukturen, i. e. Störungen und

Klüfte, die in erster Linie auf die annähernd NW-SE gerichtete Einengung durch plattentektonische Prozesse in der Kreide zurückzuführen sind. Durch die erwähnte Gebirgsbildung kam es neben der Kristallisation sowie der duktilen und spröden Deformation der Gesteine auch zu einer kontinuierlichen Hebung der beschriebenen tektonischen Einheiten. Die Gesteine wurden dadurch vermehrt den Erosionsprozessen ausgesetzt, was im Laufe der Zeit zur Entwicklung des heutigen Geländereiefs führte. Dabei führte sowohl die Abtragung als auch die Ablagerung der Gesteine zur Ausbildung von typischen Landschaftsformen. Als prägendstes Element bei der Landschaftsformung im Projektgebiet, aber auch darüber hinaus, ist die Tätigkeit der Gletscher, insbesondere jene des letzten Würm-Glazials („Würmeiszeit“), zu nennen. Das heute vorliegende morphologische Erscheinungsbild der Öztaler Alpen ist zum einen auf die erosive Tätigkeit des Gletschereises und zum anderen auf die Ablagerung der entsprechenden Erosionsprodukte zurückzuführen.

Ingenieurgeologie Speicher Platzertal

Das Projektgebiet Speicher Platzertal ist charakterisiert durch E-W streichende Ortho- und Paragneisserien, untergeordnet kommen Amphibolite und Diabase vor, welche den Paragneisen mehrheitlich geringmächtig sowie schieferungsparallel eingeschaltet sind (**Abbildung 48**). Die Orthogneise sind überwiegend als Augen- bzw. Flasergneise ausgebildet, lokal kommen auch Muskovit-Granitgneise vor. Die Paragneise sind heterogen zusammengesetzt und im cm- bis dm-Bereich intensiv verfaltet. Das Platzertal liegt als eiszeitlich geformtes Trogtal mit deutlich ausgebildeten Trogschultern vor, es dominieren Lockergesteine glazialer Herkunft, die zum Teil auch typisch glazialmorphologische Formen (Seitenmoränen-, Endmoränenwälle) aufweisen. Sowohl die Einhänge als auch der Talboden sind mit heterogenem Moränenmaterial bedeckt, im hinteren Platzertal treten unterhalb der Felswände auch mächtige Schuttkegel auf. Im Talboden stehen weiter glaziofluviale Sedimente sowie rezente bis subrezente, sandig-kiesige Schotterebenen an. Hydrogeologisch ist das Platzertal durch einen Kluffgrundwasserleiter im Festgestein sowie einen zusammenhängenden Porengrundwasserleiter in mächtigeren Lockergesteinskörpern charakterisiert. Die als Steinschüttdamm geplante Talsperre im Platzertal befindet sich im Bereich einer Steilstufe aus Augen- bzw. Flasergneis, welche das Tal schieferungskonkordant in E-W streichender Richtung quert und in den Talflanken, teilweise aber auch direkt im Talboden im Bereich der Kernaufstandsfläche aufgeschlossen ist. Das Festgestein ist nach den Ergebnissen der hydrogeologischen Bohrlochversuche im Durchschnitt als „sehr schwach durchlässig“ einzustufen. Die Lockergesteinsauflage im Staudambereich ist geringmächtig und liegt im Meter- bzw. Zehnermeterbereich (max. 20m), wobei die Aufstandsfläche auf konsolidiertem Moränenmaterial und anstehendem Augen-Flasergneis zu liegen kommt (**Abbildung 49**). Das Lockergestein ist generell als „schwach durchlässig“ zu klassifizieren. In den Talflanken des Stauraumes liegen keine für das Bauvorhaben relevanten Massenbewegungen vor. Insofern bietet das Platzertal einen geeigneten Standort für einen großen Speicher.

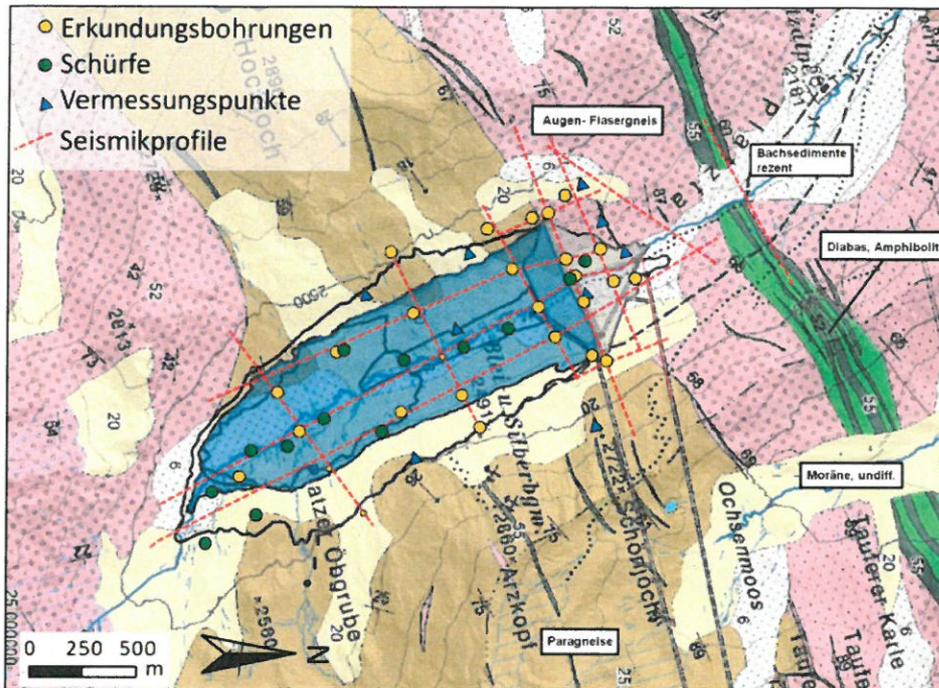


Abbildung 48 Speicher Platzertal, Geologischer Überblick mit Erkundungen

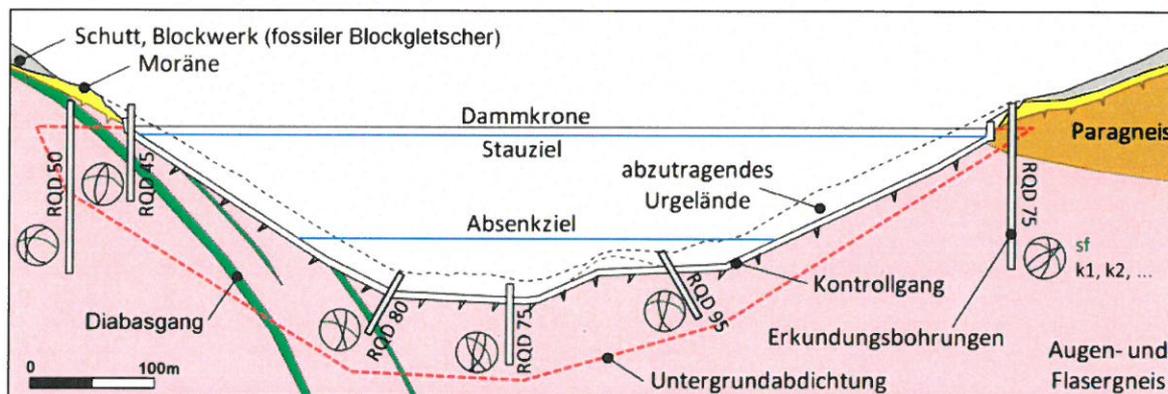


Abbildung 49 Staudamm Platzertal, Geologisches Talquerprofil in Dammachse

Ingenieurgeologie Wasserfassung Gurgler Ache

Die im Umfeld der geplanten Wasserfassung Gurgl angetroffenen Gesteine werden der Paragneis-Serie zugerechnet. Deutlich unterscheidbare Leitgesteine sind Schuppige Biotitgneise und Glimmerschiefer-Lagen, deren Hauptschieferung generell in Richtung N-S streicht und im Bereich der geplanten Wasserfassung parallel zu den isoklinal ausgebildeten Faltenschenkeln nach NW einfällt. Entlang der Talfurche von Gurgl finden sich beidseits bis in die Gipfelregionen überdeckende quartäre Sedimente (vorwiegend schuttdurchsetztes spät- und postglaziales Moränenmaterial). An den unteren Talhängen treten lokal mächtige Schuttfächer gravitativen oder fluviatilen Ursprungs auf, welche entlang der Talflur mit polygenetischen, teilweise terrasierten Alluvionen unterschiedlicher Mächtigkeit und Ausdehnung verzahnt sind. In mächtigeren Lockergesteinskörpern weisen Quellaustritte auf einen zusammenhängenden Porengrundwasserkörper hin, die Festgesteine bilden einen Kluffgrundwasserleiter.

Die Wasserfassung Gurgl liegt in einem N-S gerichteten glazial überprägten Trogtal innerhalb einer Schlucht, die westlich des talmittig liegenden Rundhöckers Ochsenkopf von der Gurgler Ache eingeschnitten wurde und die für eine Gewölbemaier erforderliche Engstelle im Talquerschnitt bildet. An der unmittelbaren Sperrenstelle steht Paragneis in der Varietät des Schuppigen Biotitgneises an. Die Hauptschieferung fällt mittelsteil nach NW ein. Am Boden der Schlucht stehen rezente Bachsedimente der Gurgler Ache an, deren Mächtigkeit nur wenige Meter erreicht (**Abbildung 50** und **Abbildung 51**).

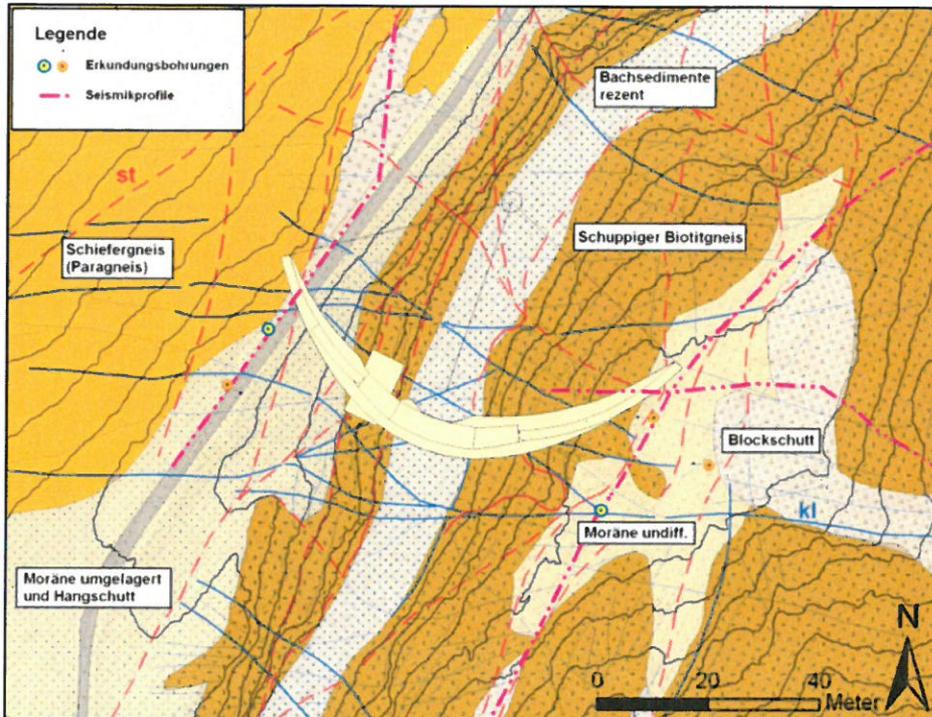


Abbildung 50 Sperrenstelle Wasserfassung Gurgler Ache, Geologischer Überblick, Erkundungsmaßnahmen

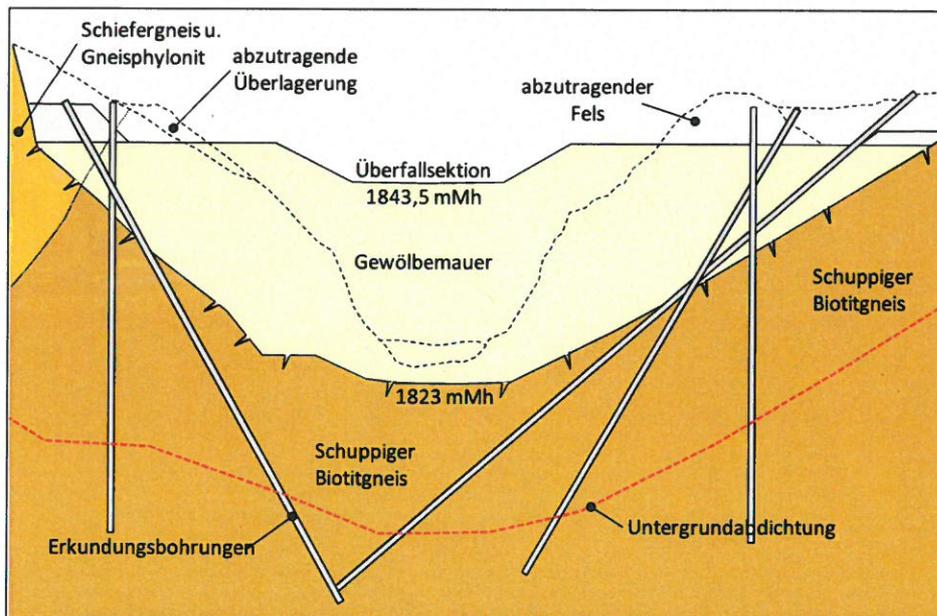


Abbildung 51 Sperrenstelle Wasserfassung Gurgler Ache; Geologisches Talquerprofil in Mauerachse

Resümee

Im Rahmen des Projekts Ausbau Kraftwerk Kaunertal der TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG wurden mehrere Speicherstandorte aus geologischer und hydrogeologischer Sicht untersucht und erkundet. Der vorliegende Beitrag behandelt an den Beispielen der Anlagenteile Speicher Platzertal und Wasserfassung Gurgl sowohl die ingenieur- und hydrogeologischen Fragestellungen als auch die Erkundungsmethoden, anhand derer die projektrelevanten Fragen geklärt wurden. Die Gegenüberstellung der Erkundungsmaßnahmen in Art und Umfang unterstreicht dabei die unterschiedlichen Anforderungen, die ein Schüttdamm auf der einen und eine Gewölbemauer auf der anderen Seite an ein Erkundungsprogramm stellen.

Als Teilergebnis der Erkundungsmaßnahmen werden schließlich die Baugrundmodelle beider Talsperren aus ingenieurgeologischer und hydrogeologischer Sicht in konzentrierter Form vorgestellt.

Literatur

- Baumann, M., Helbig, P. & Schmidt, K. (1967): Die steilachsige Faltung im Bereich des Gurgler und Venter Tales (Öztaler Alpen). – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Band 110: S. 1-72, Wien.
- Frank, W., Hoinkes, G., Purtscheller, F. & Thöni, M. (1987): The Austroalpine unit west of the Hohe Tauern: The Ötztal-Stubai Complex as an example for the Eoalpine metamorphic evolution. - Geodynamics of the Eastern Alps, S. 179-225, Vienna (Deuticke).
- Hoinkes, G., Purtscheller, F. & Tessadri, R. (1982): Polymetamorphose im Ostalpin westlich der Tauern (Öztaler Masse, Schneeberger Zug, Brennermesozoikum): Zusammenfassung der petrographischen Neuergebnisse, Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12(5):95-113.
- Hoinkes, G., Thöni, M., Bernhard, F., Kaindl, R., Lichem, C., Schweigl, J., Tropper, P. & Cosca, M. (1997): Metagranitoides and associated metasediments as indicators for the pre-Alpine magmatic and metamorphic evolution of the western Ötztal Basement (Kaunertal, Tyrol).- Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 77: 299-314.
- Miller, C. & Thöni, M. (1995): Origin of eclogites from the Austroalpine Ötztal basement (Tirol, Austria): geochemistry and Sm-Nd vs. Rb-Sr isotope systematic. - Chemical Geology (Isotope Geoscience Section), 122: 199-225.
- Perzmaier, S.; Holzmann, M. & Hofer, B. (2012): Aspects of engineering geology concerning the site selection of the upper stage reservoir for the project "Ausbau Kraftwerk Kaunertal".- Geomechanics and Tunneling, Volume 5, p. 473 – 484.
- Schmidegg, O. (1933): Neue Ergebnisse in den südlichen Ötztaler Alpen, Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1933: 83-95.
- Schmidegg, O. (1936): Steilachsige Tektonik und Schlingenbau an der Südseite der Tiroler Zentralalpen, Jb. d. Geol. B.-A. Wien, 86:115-149.