

**PSW Koralm**  
Projekt der  
**Pumpspeicherkraftwerk Koralm GmbH**  
**Burgring 18**  
**8010 Graz**

**Gutachten im Rahmen des UVP Verfahrens für das  
Fachgebiet Baugeologie und Hydrogeologie**

**Version 2**  
**mit Änderungen und Ergänzungen nach Auftrag der Behörde vom**  
**30.01.2020**

erstellt im Auftrag des Amtes der steiermärkischen Landesregierung  
Umwelt und Anlagenrecht, Wasser- und Schifffahrtsrecht

Leobendorf, 2020-02-19

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Veranlassung</b>	<b>5</b>
1.1. Projektübersicht	5
1.2. Beurteilungsgrundlagen	5
1.2.1. Geologie / Ingenieurgeologie / Geotechnik	5
1.2.2. Pläne und Karten	6
1.2.3. Literatur	6
1.2.4. Begehungen und Besprechungen	7
<b>2. Generelle Information über das Projektgebiet</b>	<b>8</b>
2.1. Geologie und Tektonik	8
2.2. Untergrunderkundung und -aufbau [6]	8
2.2.1. Geophysikalische und hydrodynamische Untersuchungen	10
2.2.2. Wasserabpressversuche	11
2.2.3. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen	11
2.2.4. Geotechnische Gebirgscharakterisierung	13
<b>3. Oberspeicher Glitzalm Befund und resultierende Annahmen des Planers,</b>	<b>14</b>
3.1. Geomorphologie, Hydrogeologie und Geologie [6] [14] [16] [17]	14
3.1.1. Geomorphologie	14
3.1.2. Hydrogeologie	14
3.1.3. Geologie des Standortes	14
3.2. Untergrunderkundung Damm und Speicherteich Glitzalm	15
3.2.1. Hydrogeologie [6]	15
3.2.2. Aufbau und geomechanische Eigenschaften des Damm- und Speicheruntergrundes [4] [5]	15
3.3. Feld- und Laborversuchsergebnisse, Bodenkennwerte	16
3.3.1. Durchlässigkeitsuntersuchungen	16
3.3.2. Charakteristische Boden- und Festgesteinskennwerte	16
3.4. Speicherteich und Dammbauwerk Glitzalm	17
3.4.1. Dammgründung	17
3.4.2. Dammbauwerk, Dammschüttung, Dichtungsmaßnahmen	17
3.4.3. Standsicherheit der Speicherböschungen Oberspeicher Glitzalm (Bereich der Speicherböschung Profil 1 (Süd) und 3 (Nord))[6]	18
3.4.3.1. Methodik, Annahmen	18
3.4.3.2. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 1 (Süd)	19
3.4.3.3. Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 1 (Süd)	19
3.4.3.4. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)	19
3.4.3.5. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)	19
3.4.4. Hochwasserentlastung und Tosbecken	19
3.4.5. Drainagesystem	19
3.4.6. Durchleitung Glitzbach	20
3.4.7. Untertagebauwerke im Bereich des Dammes Glitzalm	20
<b>4. Unterspeicher Seebach Befund und resultierende Annahmen des Planers</b>	<b>21</b>
4.1. Geomorphologie, Hydrogeologie und Geologie [6]	21
4.1.1. Geomorphologie	21
4.1.2. Hydrogeologie	21
4.1.3. Geologie des Dammstandortes	21

4.2.	Untergrunderkundung Damm und Stauraum Seebach	22
4.2.1.	Hydrogeologie [5] [6]	22
4.2.2.	Aufbau des Damm- und Speicheruntergrundes [4] [5]	22
4.3.	Feld- und Laborversuchsergebnisse, Bodenkennwerte	23
4.3.1.	Durchlässigkeitsuntersuchungen	23
4.3.2.	Charakteristische Locker- und Festgesteinskennwerte	23
4.4.	Speicher und Dammbauwerk Seebach	24
4.4.1.	Gründung, Dichtungsmaßnahmen	24
4.4.2.	Dammbauwerk, Dammschüttung	24
4.4.3.	Drainagesystem	25
4.4.4.	Unterspeicher Seebach - Standsicherheit der Taleinhänge und der eigentlichen Stauraumböschungen im Bereich des Profils Bereich KB-SB-05/13) und des Profils 3 (Nord/Süd) [7]	25
4.4.4.1.	Methodik, Annahmen	25
4.4.4.2.	Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)	26
4.4.4.3.	Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 3 (Nord)	26
4.4.4.4.	Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Süd)	26
4.4.4.5.	Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 3 (Süd)	26
4.4.4.6.	Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Süd	26
4.4.4.7.	Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Nord	26
4.4.4.8.	Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Süd	27
4.5.	Untertagebauwerke im Bereich des Dammes Seebach	27
4.5.1.	Allgemeines	27
4.5.2.	Baumleitung/Grundablassstollen	27
4.5.3.	Hochwasserentlastungsstollen	27
4.5.4.	Triebwasserweg bis zur Apparatkammer Seebach	27
<b>5.</b>	<b>Untertagebauwerke [6] Befund und resultierende Annahmen des Planers</b>	<b>28</b>
5.1.	Auflistung der Bauteile	28
5.2.	Geotechnische Prognosen	28
5.2.1.	Triebwasserstollen	29
5.2.2.	Apparatkammer Glitzalm	29
5.2.3.	Wasserschloss Glitzfelsen	29
5.2.4.	Lotschacht	30
5.2.5.	Kraftkaverne und umgebendes Stollensystem	30
5.2.6.	Unterwasserstollen	30
5.2.7.	Wasserschloss Garanas	31
5.2.8.	Apparatkammer Seebach	31
5.2.9.	Grundablassstollen (siehe auch 4.5.2)	32
5.2.10.	Schieberkammer Grundablass	32
5.2.11.	Hochwasserentlastungsstollen (siehe auch 4.5.3)	32
5.2.12.	Zufahrtsstollen Kaverne	32
5.2.13.	Energieableitungsschacht	33
5.2.14.	Energieableitungsstollen – Verbindungsstollen Glitzfelsen	33
5.2.15.	Be- und Entlüftungsstollen Wasserschloss Garanas (Zufahrtsstollen Oberkammer Wasserschloss Garanas)	34
5.2.16.	Zufahrtsstollen Apparatkammer Glitzalm	34
5.2.17.	Zufahrtsstollen Apparatkammer Seebach	34
5.2.18.	Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass	34
5.2.19.	Umleitungsstollen (Bachumleitungsstollen) Seebach	35
5.2.20.	Kontrollgang Glitzalm (Oberspeicher Kontrollgang) – Abschnitt in geschlossener Bauweise	35
5.3.	Quellenbeweissicherung	35

<b>6. Beurteilungen des Planers bezüglich der Projektauswirkungen auf Grund- und Bergwasser [6]</b>	<b>37</b>
6.1. Projektauswirkungen Oberspeicher Glitzalm	37
6.1.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)	37
6.1.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)	37
6.1.3. Auswirkungen auf Wasserrechte	37
6.2. Projektauswirkungen Unterspeicher Seebach	37
6.2.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)	37
6.2.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)	37
6.2.3. Auswirkungen auf Wasserrechte	37
6.3. Projektauswirkungen Untertagebauwerke	38
6.3.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)	38
6.3.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)	38
6.3.3. Auswirkungen auf Wasserrechte	38
6.4. Zusammenfassende Beurteilung des Planers	38
<b>7. Umweltverträglichkeitsprüfung: Projektunterlagen Oberspeicher Glitzalm, Unterspeicher Seebach und Untertagebauwerke [6]</b>	<b>39</b>
7.1. Prüfungsverlauf	39
7.2. Allgemeine Fragen zu Projekt bzw. Gutachten	40
7.2.1. IGB Kapitel 2: Untergrund	40
7.2.2. IGB Kapitel 3: Grund- bzw. Bergwasser [6]	41
7.2.3. IGB Kapitel 4: Laboruntersuchungen	41
7.2.4. IGB Kapitel 5: Felduntersuchungen	42
7.2.5. IGB Kapitel 6 und 7: Ingenieurgeologische Beurteilung – Oberspeicher Glitzalm bzw. Unterspeicher Seebach	43
7.2.6. Ingenieurgeologische Beurteilung Böschungsstabilitäten	44
7.2.7. IGB Kapitel 8: Ingenieurgeologische Beurteilung – Untertagebauwerke	44
7.2.8. IGB Kapitel 9: Ergänzende Charakterisierung	47
7.2.9. IGB Kapitel 10: Weiterführende Erkundungen	48
7.2.10. Geologische/Hydrogeologische Karten, Schnitte und Pläne	48
7.2.11. Hydrogeologischer Bericht [6]	49
7.3. Fragenkomplex UVP – Gesetz § 17	52
7.4. Fragenkomplex WRG – Gesetz § 105	52
<b>8. Zusammenfassende Bewertung der Umweltverträglichkeit</b>	<b>55</b>
<b>9. Empfehlungen für Nebenbestimmungen aus dem Fachbereich Geologie und Hydrogeologie</b>	<b>56</b>

## **Anhang 1:**

### **Beantwortung der bis 15. August 2017 eingelangten Einwendungen.**

Unverändert zu Version 1 des Gutachtens, liegt der Behörde vor.

## **Anhang 2:**

### **Auflistung der Änderungen und Ergänzungen gegenüber dem Gutachten Vers. 1.**

Stand Februar 2020.

# 1. Veranlassung

## 1.1. Projektübersicht

Die PSKW Koralm GmbH, Graz, plant auf der Ostseite des Kleinen Speikkogels im Bezirk Deutschlandsberg/ Steiermark die Errichtung zweier Speicher für ein Pumpspeicherwerk. Planer der Anlage sind igbk Bilek und Krischner ZT GmbH Graz, und 3G Gruppe Geotechnik Graz ZT GmbH.

Das Oberbecken (Stauspiegel) liegt in 1.734,0 m Höhe oberhalb der Glitzalm zwischen Ochsenofen und Frauenkogel, der Stauspiegel des Unterbeckens befindet sich auf etwa 1.080 müA im Tal des Seebaches, auf Höhe des Waldsteinbauern.

Die Befüllung des Unterspeichers Seebach erfolgt in zwei Phasen zur Gänze aus dem Seebach. Nach Erreichen einer gewissen Kote (geplant 1.074 müA) wird das zwischenzeitlich gespeicherte Wasser in das Oberbecken Glitzalm gepumpt; daraufhin folgt der zweite Teilstau des Unterspeichers Seebach, dessen neuerlicher Teilstau dann bis zum Herbst des 2. Betriebsjahres in den Glitzalmspeicher gepumpt wird, womit der Vollstau des Oberbeckens abgeschlossen wäre. Im laufenden Betrieb wird nach Möglichkeit ausschließlich das Volumen des Oberbeckens in das Unterbecken abgearbeitet und anschließend wieder hochgepumpt. Lediglich geringes Verlustwasser soll aus dem Seebach ersetzt werden.

Beide Speicher werden durch Schüttdämme mit Höhen von über 80 m (Luftseite) begrenzt und haben Speichervolumina von 4,8 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 5,5 Mio. m<sup>3</sup>, daher wurden Teile des Projektes (Dämme und Speicherbecken) im Juni 2014 durch die Österr. Staubeckenkommission (BMLFUW) beurteilt. Der Unterfertigte war damals Berichterstatter für das Fachgebiet Baugeologie.

Der Unterfertigte wurde in der Folge vom Amt der Stmk. Landesregierung, Abt. 13, Umwelt und Raumordnung, Anlagenrecht, zum n. aml. SV für das Fachgebiet Geologie und Hydrogeologie im UVP-Verfahren bestellt.

## 1.2. Beurteilungsgrundlagen

Sofern nicht anders angeführt stammen alle angeführten Unterlagen aus den eingereichten Projektunterlagen 2015 der Planungsgemeinschaft IG DI Bilek + Krischner Ziviltechniker GmbH, 3G Gruppe Geotechnik Graz ZT GmbH. Revisionen auf Grund von Projektverbesserungen sind vermerkt (rev).

### 1.2.1. Geologie / Ingenieurgeologie / Geotechnik

Gesamte Projektunterlagen, daraus insbesondere:

- [1] Ingenieurgeologischer Bericht, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, 2.0.GG.01, rev 02 Februar 2017
- [2] Technischer Bericht, PSW Koralm, Einreichprojekt 2014. November 2015
- [3] Oberspeicher Glitzalm – Dammbau, Technischer Bericht. November 2015
- [4] Baggerschürfe Oberspeicher Glitzalm und Unterspeicher Seebach, Schichtprofile und Fotodokumentation, PSW Koralm – Erkundung 2013/14.
- [5] Erkundungsbohrungen 2013/14 Oberspeicher Glitzalm und Unterspeicher Seebach, Schichtenverzeichnis und Fotodokumentation, PSW Koralm.
- [6] Dammbau; Technischer Bericht Oberspeicher Glitzalm 3.1.GT.01, rev 01; Juni 2017
- [7] Dammbau; Technischer Bericht Unterspeicher Seebach 3.2.GT.01, rev 01; Juni 2017
- [8] Hydrogeologischer Bericht, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, 2.0.GG.02, rev 02 Februar 2017
- [9] Ergänzungsbericht zum UVP-Verfahren, 11.0.BU.01, Dez. 2019
- [10] Beweissicherungsprogramm Quellen, 11.0.BU.04, Dez. 2019

### 1.2.2. Pläne und Karten

- [11] Lageplan Oberspeicher Glitzalm, Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 1.0.AL.16, rev 00, November 2015
- [12] Lageplan Speicher Seebach, Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 1.0.AL.17, rev 00, November 2015
- [13] Luftbildlageplan, PSW Koralm, Einreichprojekt 2014. M 1:10.000, 1.0.AK.11, rev 05, Dezember 2019
- [14] Geologische Übersichtskarte, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015. M 1:5.000, 2.0.GG.03, rev 01, Dezember 2016
- [15] Hydrogeologische Übersichtskarte, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015. M 1:5.000, 2.0.GG.04, rev 02, Februar 2017
- [16] Oberspeicher Glitzalm, Geologische Karte, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015. 1:2.000, 2.1.GG.01, rev 00, November 2015
- [17] Oberspeicher Glitzalm, Geologische Profile, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, 2.1.GG.02, rev 01, Februar 2017
- [18] Oberspeicher Glitzalm, Weiterführende Erkundung, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, Mai 2014
- [19] Dammbau: Oberspeicher Glitzalm; Lageplan Damm mit Speicherbecken; Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 3.1.GT.02, rev 00, November 2015
- [20] Dammbau: Oberspeicher Glitzalm; Profile Damm mit Speicherbecken; Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 3.1.GT.04, rev 00, November 2015
- [21] Unterspeicher Seebach, Geologische Karte, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, 1:2.000, 2.2.GG.01, rev 00, November 2015
- [22] Unterspeicher Seebach, Geologische Profile, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, 2.2.GG.02, rev 00, November 2015
- [23] Unterspeicher Seebach, Weiterführende Erkundung, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, November 2015
- [24] Unterspeicher Seebach, Lageplan mit Dichtungs- und Drainagesystem, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, 3.2.GT.03, rev 00, November 2015
- [25] Unterspeicher Seebach, Untergrundabdichtung Injektionsschirm Damm, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015, M 1:2.000, 3.2.GT.13, rev 00, November 2015
- [26] Dammbau: Unterspeicher Seebach; Lageplan Damm; Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 3.2.GT.02, rev00, November 2015
- [27] Dammbau: Unterspeicher Seebach, Profile & Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 3.2.GT.05, rev 00, November 2015
- [28] Lageplan Unterspeicher Seebach, Pumpspeicherkraftwerk Koralm. M 1:1.000, 1.0.AL.17, rev 00, November 2015
- [29] Geologischer Längenschnitt Gesamtprojekt, PSW Koralm, Einreichprojekt 2015. M 1:5.000, 2.3.GG.01, rev 01, Februar 2017
- [30] Zufahrtsstollen Kaverne Geologischer Längenschnitt, Einreichprojekt 2015. M 1:5.000, 2.3.GG.02, rev 02, Februar 2017
- [31] Untertagebauwerke Weiterführende Erkundung (Lageplan), Einreichprojekt 2015, 1:10.000, 2.3.GG.04, rev 00, November 2015
- [32] Schnitt Energieableitung und Verbindungsstollen Glitzfelsen, Einreichprojekt 2015, M 1:1.000, 7.3.WM.10, rev 05, Dezember 2019

### 1.2.3. Literatur

- [33] ÖGG (2008): Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2. überarbeitete Auflage, Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Salzburg.
- [34] Richtlinie zum Nachweis der Standsicherheit von Staudämmen; Österreichische Staubeckenkommission; BMLFUW 1996

- [35] Comparison of methods for estimating ground-water recharge and base flow at a small watershed underlain by fractured bedrock in the Eastern United States; 2005; SIR; 2005-5038; Risser, Dennis W.; Gburek, William J.; Folmar, Gordon J.

#### **1.2.4. Begehungen und Besprechungen**

- [36] Projektvorstellung, erster Lokalausweis mit Planer und Antragsteller, 06.08.2013
- [37] Besprechung zum Stand der Planung, TU Wien, Wasserbauinstitut, 20.03.2014
- [38] Vorstellung des Planungsstandes, Projektbegehung mit Antragsteller, Projektant, und Berichterstatern Dammbau, Wasserbau am 29.04.2014
- [39] SV Koordinationsbesprechung und Ortsausweis mit Verhandlungsleitung, SV Untertagebau, Planer, loco Projektgebiet, 20.08.2017
- [40] SV Koordinationsbesprechung und Ortsausweis Speicher Glitzalm, Wasserschloss und Speicher Seebach mit der Verhandlungsleitung, ASV und Planer. 28.06.2018

## 2. Generelle Information über das Projektgebiet

### 2.1. Geologie und Tektonik

Regionalgeologisch gesehen liegt das Projektgebiet im Kristallin der Koralpe. Die mächtige, polymetamorphe Gesteinsabfolge setzt sich am Projektstandort aus Gesteinen der Plattengneisfolge und der Feinkorngneisfolge mit zwischengeschalteten Lagen der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge zusammen. Einschaltungen von Marmoren, Quarziten, Amphiboliten, Eklogiten und Glimmerschiefern sowie untergeordnet Orthogneisen und (sowohl konkordant als auch diskordant) Pegmatiten sind zu finden.

Die kristallinen Gesteinsfolgen weisen fließende Übergänge und häufig eine Wechsellagerung im dm-Bereich auf, können jedoch trotzdem in größere, differenzierbare Einheiten unterteilt werden.

Der vollständig verwitterte, oberste Gesteinshorizont reicht stellenweise bis in eine Tiefe von mehreren Zehnermetern. Der verwitterte, kristalline Untergrund wird Großteils von quartären Hang- und Blockschuttablagerungen sowie Wildbachsedimenten bedeckt.

Der Gesteinsuntergrund der Koralpe weist im Projektgebiet einen einfachen, synklinalen Großfaltenbau („Seebachmulde“) mit zahlreichen, isoklinalen Kleinfalten (cm- bis dm-Größe) auf. Die Achse der Seebachmulde und die Faltenachsen der Kleinfalten streichen vorwiegend WNW-ESE und fallen flach gegen SE ein. Das südwestliche Projektgebiet (Oberspeicher Glitzalm – Gregormichlalm) liegt im nach NNE einfallenden Schenkel der Großfalte, das nordöstliche Projektgebiet (Gregormichlalm – Unterspeicher Seebach) im Richtung SSW einfallenden Faltschenkel.

Im Bereich Oberspeicher Glitzalm – Gregormichlalm fallen die Schieferungsflächen überwiegend mittelsteil (ca. 25° bis 45°) nach NNE ein, zwischen Gregormichlalm, wo der Triebwasserweg die Muldenachse kreuzt, und dem Unterspeicher Seebach ist das Einfallen mittelsteil bis steil (ca. 40° bis 70°) gegen SSW orientiert. Auf Bauwerksniveau des Unterwasserstollens wird eine annähernd söhlige Schieferung nur auf einer kurzen Strecke im Bereich der Muldenachse vorliegen. Die Faltenachse der Seebachmulde fällt flach Richtung ESE ein.

Zusätzlich wurden drei Kluff- und Harnischflächensysteme identifiziert, die zur Ausbildung von meist prismatischen bis rhomboedrischen Gesteinskörpern führen.

Steile NNE-SSW bis NE-SW streichende Abschiebungen bilden das vorherrschende Störungssystem am Projektstandort. Das älteste, sprödetektonische Störungssystem besteht aus steilen, etwa WNW-ESE streichenden Abschiebungen bzw. Schrägabschiebungen. Laut Ingenieurgeologischem Bericht kann aus den Geometrien der Abschiebungen auf E-W, untergeordnet auch N-S Extension geschlossen werden. Dem extensionalen Regime folgten eine E-W und eine junge NNW-SSE kompressive Deformationsphase.

Die Mächtigkeiten der NNE-SSW bzw. WSW-ENE streichenden Störungen wird im Projektgebiet mit mehreren Metern prognostiziert, die der kleineren, schieferungsparallelen Störungen mit Dezimetern bis Metern. Es gibt keine Anzeichen für rezente tektonische Prozesse im Bereich des Projektstandortes.

### 2.2. Untergrunderkundung und -aufbau [6]

Zur umfassenden Beurteilung des Untergrundes, insbesondere der Untertagebauten, standen den Bearbeitern die Erkundungsergebnisse aller im Rahmen des Untergrunderkundungsprogrammes für den Koralm-Basistunnel abgeteuften Bohrungen zur Verfügung.

In den Jahren 2012 bis 2013 erfolgte eine umfangreiche Erkundung des Projektstandortes mit Begehungen, geologischen Kartierungen, geophysikalischen Erhebungen sowie Baggerschürfen und Erkundungsbohrungen. Des Weiteren wurden Bohrloch- und Laborversuche durchgeführt. Zusätzliche Baugrunduntersuchungen (Baggerschürfe, Kernbohrungen sowie In situ- und Laborversuche) sind an den beiden Standorten Glitzalm und Seebach noch vorgesehen.



Im Nachfolgenden werden die Erkundungsergebnisse der einzelnen, für die geplante Anlage relevanten Gesteinsabfolgen kurz zusammengefasst.

- Quartäre Bedeckung: Hang- und Blockschutt, Wildbachsedimente

Die gemischtkörnigen, sehr weitgestuften Hang- und Blockschuttablagerungen haben eine Mächtigkeit zwischen einigen Dezimetern und mehreren Metern.

Stark verwitterte bis unverwitterte, kantige Fragmente des anstehenden Gesteins bilden die groben Komponenten der Schuttablagerungen. Die Lagerung der Sedimente ist – je nach Tiefe – mitteldicht bis sehr dicht.

Im Talboden des Seebaches sind Wildbachsedimente abgelagert, die bis mehrere Meter mächtig sind und einen hohen Stein- und Blockanteil aufweisen. Sand- und Kiesanteil variieren stark.

- Plattengneisfolge

Die Plattengneise sind bankig bis massig mit einer deutlichen Schieferung, einer streng geregelten Lineation und einer Krenulationsschieferung normal zur Lineation. Bis zu mehrere Meter mächtige Pegmatitlinsen und –lagen sowie einzelne Lagen von Amphibolit, Biotitgneis, Grobkorngneis (Augengneis) und Eklogit liegen parallel zur Schieferung vor.

Die Schieferungsflächen sind meist planar und glatt ausgebildet, die Klufflächen sind dagegen planar bis gestuft und rauh.

- Feinkorngneisfolge

Die Gesteinsfolge setzt sich primär aus feinkörnigen, teilweise sehr quarzreichen Gneisen zusammen mit augigen bis flaserigen, mehrere Millimeter bis Zentimeter großen Aggregaten aus Quarz, Feldspat und Disthen. Auch eingeschaltete Quarzite, grobkörnige Gneise und Pegmatite sowie geringmächtige Glimmerschiefer, Schiefergneise, Marmore und Amphibolite sind stellenweise zu finden.

Die massigen bis dickbankigen Gneise weisen eine meist ausgeprägte Schieferung mit planaren und glatten Schieferungsflächen auf. Die Klufflächen sind meist planar bis leicht wellig und rauh.

Die Klüfte in den Gesteinen der Plattengneisfolge und der Feinkorngneisfolge weisen einen hohen, linearen Durchtrennungsgrad im Bereich von mehreren Metern bis zu einigen Zehnermetern (einzelne Großklüfte) auf.

Chemische Verwitterung der Gesteine führt zu einer Auflockerung des Kornverbandes und damit zu einem sandig-grusigen Zerfall.

- Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge

Die meist bankigen bis massigen Schiefergneise zeigen fließende Übergänge zu Glimmerschiefern und Gneisen. Untergeordnet sind Quarzite, konkordant und diskordant eingeschaltete Pegmatite und Gneisvarietäten (Feinkorngneise, Grobkorngneise, vereinzelt Plattengneise) zu finden. Lokal treten linsenförmige Einschaltungen von (Eklogit-) Amphiboliten und Kalzit-, Dolomit- und Silikatmarmoren auf, die bis zu mehrere Meter bis wenige Zehnermeter mächtig sind.

Bis in große Tiefen wurden in den Marmoren Karstphänomene wie die lösungsbedingte Erweiterung von Trennflächen beobachtet.

Die Schieferungsflächen sind wellig, die Klufflächen meist planar bis wellig und rau. Die Durchtrennung durch Klüfte misst einige Dezimeter bis mehrere Meter.

Auch die Glimmerschiefer und Schiefergneise zeigen zum Teil einen sandig-grusigen Zerfall in Folge von chemischer Verwitterung.

- Störungsgesteine

Die Kataklasite im Projektgebiet können Mächtigkeiten bis in den Zehnermeterbereich aufweisen. Es werden grobkörnige und feinkörnige Kataklasite unterschieden. Als Ausgangsgesteine besonders mächtiger Störungsgesteine gelten Schiefergneise und Glimmerschiefer (in der TB-02/00 wurden z.B. bis zu 8 m mächtige Kataklasite erbohrt).

- Kristallin i. A., vollständig verwittert

Für das gegenständliche Projekt ist der Verwitterungshorizont zwar an beiden Speicherstandorten vorhanden, jedoch nur im Bereich des Oberspeichers Glitzalm von Bedeutung.

Das Material der entfestigten Verwitterungsschwarte ist überwiegend sehr dicht gelagert. Struktur und Gefüge der kristallinen Ausgangsgesteine bleibt dabei weitgehend erhalten. Die Mächtigkeit des Horizontes beträgt mehrere Meter bis einige Zehnermeter. Generell ist den Erkundungsergebnissen des Koralmtunnels zufolge eine mäßige bis schwache Verwitterung bis in etwa 150 m Tiefe zu erwarten. Bis in ca. 500 m Tiefe treten Oxidationsverfärbungen an einzelnen Trennflächen auf.

Der Verwitterungsgrad der auftretenden Gesteine ist abhängig vom Zerlegungsgrad, der tektonischen Überprägungsgeschichte und vom Mineralbestand. Generell kann festgestellt werden, dass die Gesteine der Glimmerschiefer und Schiefergneisfolge, sowie stark zerlegte Kristallgesteine im Allgemeinen und die Störungsgesteine ein höheres Verwitterungspotential haben als weniger stark zerlegte Gesteine der Feinkorngneis und Plattengneisfolge. Zudem hat die relative Nähe zur Oberfläche sowohl einen Einfluss auf den Zerlegungsgrad als auch auf den Verwitterungsgrad der Gesteine.

Die durch Bohrungen ermittelte Mächtigkeit der vollständig bis stark verwitterten kristallinen Gesteine im Bereich des Oberspeichers ist größer (bis zu 23 m) als im Bereich des Unterspeichers (bis zu 18,5). Ab diesen Tiefenbereichen ist basierend auf die vorliegenden Untersuchungen mit mäßig bis schwach verwittertem Gebirge bis in eine Tiefe ab Geländeoberkante (GOK) von 150 m zu rechnen. Bis in eine Tiefe von 500 m unter GOK wurden einzelne oxidierte Trennflächen dokumentiert.

### **2.2.1. Geophysikalische und hydrodynamische Untersuchungen**

Mithilfe von geophysikalischen Erkundungen mit Hybridseismik und Geoelektrik konnte die Mächtigkeit der Lockergesteinsüberlagerung und des vollständig verwitterten Kristallins an den beiden Speicherstandorten grob abgeschätzt werden. Auf der Glitzalm hat das vollständig verwitterte Kristallin seine größte Mächtigkeit (ca. 30 m) im Bereich der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge und der Störungszone.

Im Seebach ist das vollständig verwitterte Kristallin durch den tiefen V-förmigen Bacheinschnitt völlig erodiert, Hangschutt und Blockwerk überlagern „gesunden Fels“.

Hydrodynamische und geophysikalische Bohrlochversuche in der Erkundungsphase 2013/2014 des PSW Koralm geben Auskunft über die Gebirgsstruktur und mögliche Wasserwegigkeiten. Auch die geophysikalischen Untersuchungsergebnisse aus dem Koralmtunnelprojekt werden in die Untergrundbeurteilung für das PSW Koralm miteinbezogen. Für die Beschreibung der Ergebnisse wird auf den Ingenieurgeologischen Bericht verwiesen.

## 2.2.2. Wasserabpressversuche

Die hydraulischen Versuche im Zuge der Erkundungen für das PSW Koralm sowie den Koralm-Basistunnel ergaben im untersuchten Bereich mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k$ ) von ca.  $1,0 \cdot 10^8$  m/s bis  $9,0 \cdot 10^{-7}$  m/s. In Gebirgsbereichen unter der Gesteinsauflockerungszone erreichen die Durchlässigkeitsbeiwerte lokal bis  $10^{-4}$  m/s, an offenen Fugen werden lokal begrenzt noch höhere Werte erwartet. Bei den Gneisen und Glimmerschiefern wurde generell eine Abnahme der mittleren Durchlässigkeit mit zunehmender Tiefe festgestellt.

Die Silikatmarmore, Kalkglimmerschiefer und die meist geringmächtigen Quarziteinschaltungen zeichnen dagegen im Vergleich zu den Gneisen lokal erhöhte Durchlässigkeiten aus. Die Kalk- und Dolomitmarmore sowie die Amphibolite weisen im Mittel deutlich höhere Durchlässigkeiten auf, was mit ihrem spröden Verhalten und – im Fall der Karbonatgesteine – der höheren Löslichkeit in Verbindung gebracht wird. Im Gegensatz zu den Gneisen und Glimmerschiefern liegt in den Amphiboliten und Marmoren keine nennenswerte Änderung der Durchlässigkeit mit der Tiefe vor. Allerdings wurden dazu weniger hydraulische Versuche durchgeführt als in den Gneisen bzw. Glimmerschiefern. Eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse erfolgt im Ingenieurgeologischen Bericht und im hydrogeologischen Bericht [6]

## 2.2.3. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

Ergänzend zu den 2013 und 2014 für das PSW Koralm durchgeführten Laboruntersuchungen zur bodenmechanischen Charakterisierung der bei den Speichern anstehenden Lockergesteine und potentieller Dammschüttmaterialien können wieder die Ergebnisse der im Zuge des Koralm-Tunnelprojektes durchgeführten Untergrunderkundungen herangezogen werden.

Die Versuchsergebnisse sind im Ingenieurgeologischen Bericht der 3G ausführlich beschrieben und sollen daher im vorliegenden Gutachten nur auszugsweise wiedergegeben werden.

Für die bodenmechanischen Analysen wurden aus den Kernbohrungen und Baggerschürfen gestörte Lockergesteinsproben von Hangschutt, Wildbachschutt und vollständig verwittertem Kristallin genommen. Folgende Untersuchungen wurden vorgenommen:

- Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes
- Bestimmung der Korngrößenverteilung (Sieben, Schlämmen)
- Bestimmung der Durchlässigkeit im Triaxialgerät
- Proctorversuche
- Kompressionsversuche (Ödometer) unterschiedlicher Dimension und Ausführung
- Rahmenscherversuche unterschiedlicher Dimension und Ausführung

Die an Kern- und Großproben durchgeführten Analysen ergaben folgende Korngrößenverteilungen:

### Deckschichtablagerungen aus Hangschutt und Wildbachschutt (Glitzalm, Seebach):

- schwach tonige, schwach steinige, schluffige, kiesige Sande bzw. sandige Kiese
- sehr ungleichförmig, weit gestuft
- keine Änderung der Kornverteilung nach dem Proctorversuch (abgesehen von der vor dem Versuch entfernten Steinfraktion)

### vollständig verwittertes Kristallin (Glitzalm, Seebach):

- schwach tonige, schluffige Sande bzw. sandige Kiese mit variierendem Steinanteil
- sehr ungleichförmig, weit gestuft
- Proctorversuch änderte nichts an der Kornverteilung (Steinfraktion wurde vor Versuch entfernt)

Großproben aus Baggerschürfen (Glitzalm):

- Generell ungleichförmiges, weitgestuftes Lockermaterial
- Signifikant höherer Kies-/ Steinanteil und geringerer Anteil der Sandfraktion der Hangschuttproben im Vergleich zum vollständig verwitterten Kristallin
- Schluff- und Tonanteil bei Hangschutt und vollständig verwittertem Kristallin in etwa gleich

Nachfolgend wird eine Zusammenstellung der Mittelwerte der für die beiden Speicher- und Untertagebauwerke relevanten ermittelten Festgesteinskennwerte gegeben. Die Werte stammen aus Triaxialversuchen (\*), einaxialen Druckversuchen (□), Scherversuchen an Trennflächen (▪) und einaxialen Zugversuchen (+), die alle im Rahmen der Erkundungsarbeiten für den Koralmtunnel durchgeführt wurden. Für eine ausführliche Statistik der Gesteinskennwerte wird auf Kapitel 4.2.1 des Ingenieurgeologischen Berichts der 3G verwiesen.

• Glimmerschiefer – Schiefergneis	
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	28,52
Reibungswinkel $\varphi$ [°]	34,46 *) bzw. 34,27 ▪
Restreibungswinkel $\varphi_{rest}$ [°]	27,90 ▪
Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	20,90 *) bzw. 0,50 ▪
UCS [MPa]	76,53 *) bzw. 73,80 □
Zugfestigkeit $\sigma_t$ [MPa]	8,77 +)
• Plattengneis	
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	28,91
Reibungswinkel $\varphi$ [°]	54,66 *) bzw. 36,53 ▪
Restreibungswinkel $\varphi_{rest}$ [°]	23,09 ▪
Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	36,69 *) bzw. 0,20 ▪
UCS [MPa]	138,99 *) bzw. 123,17 □
Zugfestigkeit $\sigma_t$ [MPa]	12,75 +)
• Feinkorngneis	
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	28,41
Reibungswinkel $\varphi$ [°]	36,45 *) bzw. 33,07 ▪
Restreibungswinkel $\varphi_{rest}$ [°]	23,86 ▪
Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	30,44 *) bzw. 0,53 ▪
UCS [MPa]	113,74 *) bzw. 102,62 □
Zugfestigkeit $\sigma_t$ [MPa]	11,03 +)
• Kalzit-, Dolomit- und Silikatmarmor	
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	28,06
Reibungswinkel $\varphi$ [°]	37,89 *) bzw. 35,60 ▪
Restreibungswinkel $\varphi_{rest}$ [°]	27,86 ▪
Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	26,08 *) bzw. 0,42 ▪
UCS [MPa]	101,94 *) bzw. 96,78 □
Zugfestigkeit $\sigma_t$ [MPa]	8,37 +)

Die Festigkeitseigenschaften der Schiefer und Gneise zeigen eine klare, durch die Schieferung bedingte Anisotropie. Die Verformungseigenschaften dieser Gesteine zeigen dagegen kaum eine Abhängigkeit von der Belastungsrichtung.

#### **2.2.4. Geotechnische Gebirgscharakterisierung**

Für die Projektbereiche Oberspeicher Glitzalm und Unterspeicher Seebach sowie die Untertagebauwerke wurden insgesamt 13 Gebirgsarten (GA) definiert, von denen sich zwei auf die Störungsgesteine beziehen. Die GA beruhen auf den Ergebnissen der Labor- und Feldversuche, die im Rahmen der Erkundung für den Koralmtunnel durchgeführten Untersuchungen und auf Erfahrungswerten. Die GA wurden dann je nach Eigenschaften sieben Gebirgsverhaltenstypen (GVT) zugewiesen.

Die Gebirgsklassifikationen und die geotechnische Charakterisierung des Gebirges wurden gemäß ÖNORM B 2203/ Teil 1 bzw. der „Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2008“ der ÖGG erstellt und sind im Ingenieurgeologischen Bericht der 3G detailliert ausgeführt.

### **3. Oberspeicher Glitzalm Befund und resultierende Annahmen des Planers,**

#### **3.1. Geomorphologie, Hydrogeologie und Geologie [6] [14] [16] [17]**

##### **3.1.1. Geomorphologie**

Der Oberspeicher Glitzalm liegt in Form eines gleichschenkeligen Dreieckes auf etwa 1.700 m Seehöhe nahe des Talschlusses des nach ESE offenen Muldentales des Glitzbaches. Das Tal ist im Norden und Süden von den Geländerücken Glitzfelsen, Kleiner und Großer Frauenkogel und Ochsenofen begrenzt und weist ein geringes Gefälle nach ESE auf.

Der orographisch rechte Hang ist mit dem Einfallswinkel der Schieferungsflächen geneigt, der linke Hang fällt aufgrund der ausbeißenden Schichtköpfe in den oberen Bereichen steiler ein.

Mehrere schwach ausgeprägte Geländestufen im Bereich der zukünftigen Dammaufstandsfläche zeigen fossile, seichte Rutschungen in der Hangschuttdecke an. Es gibt im Bereich und im näheren Umfeld des Dammes und des Oberspeichers Glitzalm keine Anzeichen von rezenten, geogen bedingten Erosions- oder Ablagerungsprozessen sowie aktive Massenbewegungen. Ebenso gibt es keine Hinweise auf aktiven Steinschlag oder Felssturz. Lokal ist der Abtrag von Hangschuttmaterial als Folge von Viehtritt zu erkennen.

##### **3.1.2. Hydrogeologie**

Der im südlichen Talboden verlaufende Glitzbach ist ganzjährig wasserführend. Die Glitzbachquelle und weitere ganzjährig schüttende Quellen entspringen westlich des Projektstandortes auf ca. 1.800 m bis 1.870 m.ü.A. Sie liegen somit mindestens 60 Höhenmeter oberhalb des Stauziels. Im Bereich des Speicherbeckens und der Dammaufstandsfläche wurden am orographisch linken Hang insgesamt drei ganzjährig schüttende Quellen dokumentiert. Orographisch rechts liegen im Bereich des Speicherbauwerkes keine ganzjährig schüttenden Quellen vor. Die Quellen sind allesamt Sickerquellen aus Hang- und Blockschuttablagerungen.

In den Einhängen nördlich und südlich des Speichers sowie im Bereich des Speicherbeckens und der Dammaufstandsfläche sind in der Geologischen Karte der 3G [16] sowie in der Hydrogeologischen Übersichtskarte [15] zahlreiche Quellenaustritte und kleine Gerinne mit zeitweiliger Wasserführung verzeichnet. Das oben im Hang in den Quellenbereichen versickernde Wasser tritt weiter hangabwärts in Form von Folgequellen wieder aus der Hang- oder Blockschuttbedeckung aus.

Vernässungsbereiche finden sich vor allem im Talschluss, am flachen, orographisch linken Hang und entlang des Glitzbaches in Zusammenhang mit den ganzjährigen und episodischen Gewässern, aber auch unabhängig davon. Im orographisch rechten Hang treten sie nur vereinzelt auf.

Laut Ingenieurgeologischem Bericht der 3G liegen in der Block- und Hangschuttbedeckung Porengrundwasserkörper vor, deren lokale Begrenzung auf die unterschiedlichen Durchlässigkeiten und meist geringen Mächtigkeiten der Ablagerungen zurückzuführen ist. Die Grundwasserbewegung im Kristallin wird durch das Kluftnetzwerk bestimmt. Dabei bestimmen Lithologie, Zerlegungsgrad und Verwitterung die Gebirgsdurchlässigkeit.

##### **3.1.3. Geologie des Standortes**

Hang- und Blockschuttablagerungen bedecken den gesamten Bereich der Dammaufstandsfläche und des Speicherbeckens. Entlang des Glitzbaches sind einzelne Felsaufschlüsse zu finden. Die Mächtigkeit der Lockergesteine ist im Talboden mit bis ca. 4 m am größten und nimmt zu den Einhängen hin auf unter 1 m ab.

Das unterlagernde Kristallin umfasst Gesteine der Feinkorngneisfolge (Liegendes, Süden), der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge (mit Marmor- und Amphiboliteinschlüssen) und der Plattengneisfolge (Hangendes, Norden). Die parallel zum Talverlauf streichenden Schieferungsflächen fallen mittelsteil nach N ein.

Im Talboden verläuft eine WNW-ESE streichende, steil nach NNE einfallende Störung von wenigen Zehnermetern Mächtigkeit, bei der es sich laut Ingenieurgeologischem Bericht um eine Abschiebung bzw. Schrägabschiebung handelt. Nahe dieser Störung ist die Schieferung lokal mit einem steilen bis subvertikalen Einfallen deutlich versteilt.

Oberflächlich sind die kristallinen Gesteine mit einer Mächtigkeit bis in den Zehnermeterbereich vollständig verwittert. Die darunter liegenden Gesteine weisen einen mit der Tiefe abnehmenden Verwitterungsgrad auf. Die maximale Mächtigkeit der Verwitterungsschwarte beträgt bis zu etwa 23 m in den Gesteinen der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge im Bereich der oben genannten Störungszone.

### **3.2. Untergrunderkundung Damm und Speicherteich Glitzalm**

Im Bereich des Oberspeichers Glitzalm wurden 2013 insgesamt 2 Erkundungsbohrungen und 7 Baggerschürfe ausgeführt. Eine weiterführende Erkundungsphase soll weitere 14 Kernbohrungen und 15 Baggerschürfe umfassen.

#### **3.2.1. Hydrogeologie [6]**

Anhand der Korngrößenverteilung wurden die Hang- und Blockschuttablagerungen als mittel- bis gering durchlässig eingestuft. Die Geländeansprache und Laboruntersuchungen ergaben für das vollständig verwitterte Kristallin eine geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit. Die unterlagernden Feinkorngneise, Plattengneise und Glimmerschiefer weisen eine mittlere bis geringe Durchlässigkeit auf. In den Marmoren können Verkarstungserscheinungen zu höheren Durchlässigkeiten entlang von lösungsbedingt erweiterten Trennflächen führen. In der KB-GA-02/13 wurde innerhalb der Marmore ein vollständiger Spülwasserverlust dokumentiert.

In Bezug auf die Hangschuttüberlagerung und das unterlagernde Festgestein ist das verwitterte Kristallin daher als ein relativer Stauer anzusehen.

In den Schuttablagerungen und im verwitterten Kristallin wurden weder in den Kernbohrungen noch in den Schürfen Grundwasserzutritte festgestellt; das aufgeschlossene Material war durchwegs trocken.

#### **3.2.2. Aufbau und geomechanische Eigenschaften des Damm- und Speicheruntergrundes [4] [5]**

In den Baggerschürfen BS-GA-01/13, BS-GA-03/13 bis BS-GA-07/13 wurde unter einem 0,15 bis 0,25 m mächtigen Mutterboden ein 0,7 bis 2,85 m mächtiger Hangschutthorizont aus Sand und Kies mit wechselnden Anteilen von Schluff und Steinen angetroffen. Die kantigen bzw. plattigen Grobkomponenten bestehen vor allem aus Plattengneis und erreichen Durchmesser bis 50 cm.

Unter dem Hangschutt liegt meist das vollständig verwitterte Kristallin i. A. Bei den Verwitterungsprodukten handelt es sich um schwach schluffigen, schwach kiesigen, schwach steinigen, völlig entfestigten Sand, in dem die ursprüngliche Gesteinstextur des Kristallins jedoch noch zu erkennen ist.

Eine Ausnahme bildet Schurf BS-GA-03/13 im Bereich der zukünftigen Speicherbeckensohle, wo zwischen dem 1,3 m mächtigen Hangschutt und dem vollständig verwitterten Kristallin ein Blockschutthorizont (1,8 m mächtig) und ein weiterer Hangschutthorizont (0,6 m mächtig) zwischengeschaltet sind.

In Erkundungsschurf BS-GA-02/13 beim zukünftigen Ein- und Auslaufbauwerk Oberspeicher wurde unter dem Mutterboden eine etwa 3 m mächtige Blockschuttanlagerung angetroffen, die das vollständig verwitterte Kristallin überlagert. Der Blockschutt besteht aus korngestützten Plattengneisfragmenten, die Durchmesser von bis zu 0,8 m erreichen.

Die Schurfgrubenwände waren durchgehend standfest, Instabilitäten wurden keine festgestellt. Die Erkundungsschürfe waren trocken, es wurden keine Wasserzutritte dokumentiert.

In den zwei bisher im Bereich Oberspeicher Glitzalm abgeteufte Bohrungen in der östlichen Dammaufstandsfläche (KB-GA-01/13 und Schrägbohrung KB-GA-02/13) wurde unter einer mehrere Meter mächtigen quartären Überlagerung aus Hangschutt das vollständig verwitterte Kristallin angetroffen. Der Verwitterungshorizont mit Lockergesteinscharakter ist völlig entfestigt und beinhaltet zahlreiche „Gesteinsleichen“, bei denen die Internstruktur der Gneise noch erkennbar ist. Das Material kann als dichter, gering schluffiger, sehr gering kiesiger Sand beschrieben werden.

Zwischengeschaltete, feinkörnige Kataklastite erreichen Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern bis mehreren Dezimetern. Ab einer Teufe von ca. 18,8 m (KB-GA-01/13) bzw. ca. 34,3 m (KB-GA-02/13) liegen mäßig zerlegte, schwach bis mäßig verwitterte Festgesteine in Form von Schiefergneisen/ Glimmerschiefern und fein- bis mittelkörnigen Gneisen vor.

In tieferen Lagen sind unter den Gneisen gering zerlegte, massige Silikatmarmore, Karbonatglimmerschiefer und Kalzitmarmore zu finden. Die Silikatmarmore weisen lokal eine schwache Verkarstung in Form von löchrigen Öffnungen und Lösungserscheinungen entlang einzelner Trennflächen auf.

Ein (Kluft-) Grundwasserspiegel wurde in keiner der beiden Bohrungen erreicht.

### **3.3. Feld- und Laborversuchsergebnisse, Bodenkennwerte**

#### **3.3.1. Durchlässigkeitsuntersuchungen**

Die  $k_f$ -Werte der gestörten Bodenproben (Hangschutt, vollständig verwittertes Kristallin) im Triaxialgerät reichten von  $1,5 \cdot 10^{-9}$  m/s bis  $5,7 \cdot 10^{-8}$  m/s (im Mittel  $2 \cdot 10^{-8}$  m/s). Das vollständig verwitterte Kristallin wird daher als gering bis sehr gering durchlässig eingestuft. Dem Hangschutt wurden aufgrund seiner Korngrößenverteilung und Erfahrungswerten etwas höhere Durchlässigkeiten zugeschrieben, die von mitteldurchlässig bis gering durchlässig reichen. Die zur Bestimmung der Durchlässigkeiten im Festgestein durchgeführten Wasserabpressversuche (WAP) in der Bohrung KB-GA-01/13 ergaben eine mittlere bis geringe Durchlässigkeit zwischen 20 m und 45 m u. GOK ( $k_f = 10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  m/s) und eine geringe Durchlässigkeit in einer Tiefe von 45 m und 60 m u. GOK ( $k_f = 10^{-8}$  m/s). Die Durchlässigkeitsunterschiede der zwei Tiefenbereiche sind auf den mit der Tiefe abnehmenden Verwitterungs- und Zerlegungsgrad der Gesteine sowie lokale Silikatmarmoreinschaltungen im oberen Bohrlochabschnitt zurückzuführen.

In den Marmoren im Bereich der Dammaufstandsfläche und des Stauraumes wird mit erhöhten Durchlässigkeiten gerechnet. Diese Annahme der 3G gründet sich auf dem vollständigen Verlust der Spülflüssigkeit im gesamten Marmorabschnitt in Schrägbohrung KB-GA-02/13 (Bereich östliche Dammaufstandsfläche, orographisch links).

#### **3.3.2. Charakteristische Boden- und Festgesteinskennwerte**

An gestörten Proben aus Baggerschürfen und Bohrungen wurden eine Reihe von bodenmechanischen Laboruntersuchungen vorgenommen (siehe Kapitel 2.2.3).

Der natürliche Wassergehalt von einer Hangschuttprobe und fünf Proben von vollständig verwittertem Kristallin aus dem Bereich Glitzalm lag zwischen 6,3 % und 18,0 %.

Im Ingenieurgeologischen Bericht sind repräsentative Boden- und Felskennwerte angegeben, die mittels eines Scherversuches und eines Proctorversuches ermittelt wurden. Die Lagerungsdichte



wurde mithilfe von Standard Penetration Tests (SPT) in ausgewählten Bohrlöchern ermittelt. Die charakteristischen Kennwerte für die verschiedenen Festgesteinsfolgen sind in Kapitel 2.2.3 angeführt.

- **Hang-/ Blockschutt**

Dichte bis sehr dichte Lagerung	
Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	35,9
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	33,7
Optimaler Wassergehalt $w_{opt}$ [%]	9,2
Proctordichte $\rho_{Pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2,07

- **Kristallin i.A., vollständig verwittert**

Überwiegend sehr dichte Lagerung	
Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	30,5 (27 – 34)
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	40 (20 – 60)
Optimaler Wassergehalt $w_{opt}$ [%]	13 (11 – 15)
Proctordichte $\rho_{Pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,95 (1,9 – 2,1)

Für den Hang- bzw. Blockschutt werden im Gegensatz zum vollständig verwitterten Kristallin generell höhere Reibungswinkel angenommen, was im Ingenieurgeologischen Bericht mit den Ergebnissen des Rahmenscherversuchs und der festgestellten Korngrößenverteilungen des Hangschutts begründet wird.

Für die Rechenkennwerte, die für die Standsicherheitsnachweise und die Ermittlung der Verformungseigenschaften der Dammschüttmaterialien, der Dammaufstandsflächen und des Böschungseinschnittes herangezogen wurden, wird auf den Technischen Bericht – Dammbau, Oberspeicher Glitzalm [3] verwiesen.

### 3.4. Speicherteich und Dammbauwerk Glitzalm

#### 3.4.1. Dammgründung

Der Speicherteich wird durch Einschnitte im nördlichen und südlichen Speicherbereich sowie eine Vertiefung des Talbodens gebildet. Zur Begrenzung wird im Osten ein Schüttdamm errichtet, und auch im nordwestlichsten Speicherbereich, beim Einlauf des Glitzbaches ist eine kleinere Anschüttung vorgesehen. Die Speicherböschungen liegen unter einer Hangschuttüberdeckung überwiegend im vollständig verwitterten Kristallin. In den tiefer gelegenen Böschungsabschnitten wird gering bis unverwittertes Kristallin angetroffen.

Die Dammgründung erfolgt überwiegend im anstehenden, in-situ vollständig verwitterten Kristallingestein. Die gut ausgebildeten Geländestufen von fossilen, seichten Rutschungen in der Hangschuttdecke und dem Mutterboden werden vor der Dammerrichtung vollständig entfernt. Der abgetragene Mutterboden wird später für die Gestaltung der luftseitigen Dammböschung verwendet.

Die Ergebnisse der in der Kernbohrung KB-GA-01/13 durchgeführten SPT-Versuche im vollständig verwitterten Kristallin der Aufstandsfläche deuten auf einen sehr dicht gelagerten Untergrund hin. Das intakte, anstehende Kristallin unter dem vollständig verwitterten Gestein hat sehr gute Verformungseigenschaften und Scherfestigkeiten.

#### 3.4.2. Dammbauwerk, Dammschüttung, Dichtungsmaßnahmen

Laut Planung werden Damm bzw. Anschüttung und Speicherteich im Massenausgleich errichtet. Dabei werden die vorliegenden Hang- und Blockschuttablagerungen, das vollständig verwitterte Kristallin (Lockergestein, Material 1) und die intakten Kristallingesteine aus dem Sprengaushub des

Speichers (Festgestein, Material 2) als Dammschüttmaterial verwendet. Untergeordnet wird auch das Aushubmaterial der Untertagebauwerke (Triebwasserweg, Schieberkammer, ...) als Dammschüttung verwendet. Festgesteine und Lockergesteine bzw. lockergesteinsähnliche Materialien liegen laut Erkundungsergebnissen zu ungefähr gleich großen Anteilen vor.

Laut Technischem Bericht – Dammbau, Oberspeicher Glitzalm [3] wird das als Dammschüttmaterial vorgesehene, vollständig verwitterte Kristallin im Zuge des Abtrages bis zum Einbau in den Dammkörper in gering tonigen, schluffig-kiesigen Sand (Sand-Schluff-Kies-Gemische) zerfallen, im eingebauten Zustand wird jedoch keine weitere Zersetzung mehr erwartet. Das Material aus dem Übergangsbereich von vollständig verwittertem zu unverwittertem Kristallin ist stellenweise mäßig bis stark verwittert und wird aufgrund der dadurch bedingten, eingeschränkten Alterungsbeständigkeit nicht für die Schüttung der luftseitigen Dammböschung verwendet.

Der Damm wird aus drei Bereichen unterschiedlichen Schüttmaterials errichtet: Der Kernbereich des Dammes wird aus Wechselfolgen von Fest- und Lockergesteinen geschüttet (30% der Kernschüttung aus Material 1, 70% aus Material 2), wobei die Materialien schachbrettartig und lagenweise versetzt aufgebracht werden. Auf der wasserseitigen Dammböschung wird über dem Dammkern eine 4,0 m mächtige Schicht aus Felsbruchmaterial (Material 2) errichtet. Luftseitig wird vollständig verwittertes Kristallin (Material 1) aufgebracht.

Die wasserseitige Dammböschung wird über ein Dichtungs- und Drainagesystem verfügen.

Zur Herstellung von Filtermaterial für den Flächenfilter der Dammaufstandsfläche soll aufbereitetes Material 2, also mäßig bis schwach verwitterte Kristallingesteine und der aufbereitete Blockanteil der Block- und Hangschuttablagerungen (schwach bis unverwitterte Feinkorn- und Plattengneise), verwendet werden.

Die Wasserbausteine, die am luftseitigen Dammfuß als Steinschichtung vorgesehen sind, werden im Speicherbereich aus intaktem Kristallingestein gewonnen. Die Zwischenräume werden mit Material der Fraktion 0/200 verfüllt. Eine 1,2 m mächtige Übergangszone aus zwei Filtermaterialien zwischen Steinschichtung und Dammkörper soll die Erosionsstabilität bei austretenden Sickerwässern gewährleisten.

Für die detaillierte Beschreibung des Dammaufbaues wird auf den Technischen Bericht – Dammbau, Oberspeicher Glitzalm [3] verwiesen.

In der Bauphase ist laut Technischem Bericht – Dammbau [3] mit Gesamtsetzungen von ca. 94 cm (ca. 1,36% der Dammhöhe) zu rechnen, von denen etwa 15 cm der Setzungen im Untergrund stattfinden. Der Damm soll daher um 1,2% überhöht geschüttet werden. Gemäß den Berechnungen der 3G sind Horizontalverschiebungen von ca. 20 cm zu erwarten. Durch Einstau und Regelbetrieb sollten dagegen nur geringe elastische und bleibende Verformungen auftreten.

Der gesamte Speicherteich und die wasserseitige Dammböschung werden mit einer Asphaltoberflächendichtung versehen.

### **3.4.3. Standsicherheit der Speicherböschungen Oberspeicher Glitzalm (Bereich der Speicherböschung Profil 1 (Süd) und 3 (Nord))[6]**

#### **3.4.3.1. Methodik, Annahmen**

Für die in 3.1.1 und 3.1.2 beschriebenen Speicherböschungen wurden durch den Planer Standsicherheitsnachweise vorgelegt. Dafür wurden folgende Verfahren angewandt:

- Lagekugeluntersuchung (Markland Test) im Bereich der Felsböschungen
- Böschungsbruchnachweise
  - Gleitkreismethode
  - Blockgleitmethode

Das Speicherbecken wird mit einer Asphaltoberflächendichtung ausgeführt. Es wurden funktionierende Drainage- und Entwässerungsmaßnahmen vorausgesetzt, daher wurden keine Porenwasserdrücke und Sickerströmungen im Bereich der Speicherböschungen angenommen.

Die Lagekugeluntersuchung wurde mittels Softwareprogramm Rockpack III durchgeführt.

Die Böschungsbruchberechnungen wurden mit der Software „GGU Stability“ durchgeführt. Als Sicherheitswerte für die unterschiedlichen Lastfallklassenfälle wurden geforderte Mindestsicherheiten aus [34] verwendet.

#### **3.4.3.2. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 1 (Süd)**

Die Lagekugeluntersuchung wurde durchgeführt, um die Standsicherheit der Felsböschung unter Heranziehen der ungünstigsten Orientierung der Speicherböschung zum angenommenen Trennflächengefüge zu überprüfen.

Laut Planer herrscht etwa Grenzgleichgewicht.

Die Lagekugeluntersuchung konnte aufgrund des Streubereiches der Schieferungsflächen ein Unterschneiden des projektierten Böschungswinkels nicht ausschließen. Deshalb wurde im Zuge des nachfolgend behandelten Böschungsbruchnachweises auch eine Untersuchung der Felsböschung mittels der Blockgleitmethode durchgeführt.

#### **3.4.3.3. Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 1 (Süd)**

Gemäß den geforderten Mindestsicherheiten liegen sämtliche errechneten Sicherheiten für die Speicherböschung Profil 1 sowohl für die Gleitkreismethode als auch für die Blockgleitmethode über den geforderten Werten.

#### **3.4.3.4. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)**

Laut Planer besteht im Bereich des Profil 3 kein Versagenspotenzial.

#### **3.4.3.5. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)**

Laut Planer liegen sämtlichen errechneten Sicherheiten für die Speicherböschung Profil 3 über den geforderten Werten. Dies wird auch durch die Ergebnisplots in der zum Bericht gehörenden Anlage 3 gestützt.

### **3.4.4. Hochwasserentlastung und Tosbecken**

Eine Miniatur-morning glory im Bereich der linken, luftseitigen Dammxie wird als Hochwasserentlastung dienen und sitzt im verwittertem Kristallin. Eine in einer Felskünette eingetieft verlegte GFK-Rohrleitung DN 1.500 mm quert die Dammaufstandsfläche und ist zur Vermeidung von Differenzialsetzungen bis zur Felsoberkante = Dammaufstandsfläche einbetoniert (siehe Plan 4.2.WM.18.)

In das am Dammfuß situierte Energieumwandlungsbauwerk führen sowohl die Hochwasserentlastung, der Grundablass und die Bachdurchleitung des Glitzbaches. Während der Bauphase dient das Tosbecken als Absetzbecken.

### **3.4.5. Drainagesystem**

Für die Entwässerung der Speichersohle ist eine E-W verlaufende Drainageleitung vorgesehen, die Speicherböschungen und die wasserseitige Dammböschung werden mit Hilfe von Ringdrainagen entwässert. Weiters sind Drainagen für die Dammaufstandsfläche und das Retentionsbecken Glitzbach geplant. Die Drainagerohre werden separat in die Messkammer geführt. Permanente Bergwasserzutritte, die während der Bauphase angetroffen werden, werden getrennt gefasst und zur Messkammer geleitet. Die mit Drainagebeton ummantelten Teilsickerrohre des Dammfußes werden in Künetten im verwitterten Kristallin gesammelt verlegt.

Die Drainagewässer werden nach der Messkammer gesammelt ins Tosbecken eingeleitet.

Oberflächenwässer werden über die Mutterbodenschicht und anschließend entlang der luftseitigen Bermen abgeleitet.

### 3.4.6. Durchleitung Glitzbach

Im NW des Speicherteiches wird ein Einlaufbecken zur Fassung des Glitzbaches errichtet. Vom Einlaufbecken aus wird der Bach in einem GFK-Rohr entlang der Speichersohle und anschließend in der Sohle des Kontrollganges durch den Damm geführt. Das Rohr dient auch der Baumleitung des Glitzbaches.

Das ca. 35 m breite und ca. 70 m lange Einlaufbecken wird ebenfalls über eine Asphaltabdichtung verfügen. Eine Verschleißschicht im Bereich des Zulaufes soll die Oberflächendichtung vor dem mechanischen Angriff durch eventuellen Geschiebeeintrag schützen. Das vollständig verwitterte Kristallin, in das die Sohlschwelle eingebunden wird, soll erforderlichenfalls mit Injektionen bis in ca. 7,5 m Tiefe vergütet und abgedichtet werden.

### 3.4.7. Untertagebauwerke im Bereich des Dammes Glitzalm

Die Untertagebauwerke – also der Abschnitt des Triebwasserstollens zwischen Ein- bzw. Auslaufbauwerk und Apparatenummer, der Zufahrtstunnel zur Apparatenummer, die Apparatenummer selbst und ein Abschnitt des Kontrollganges sowie der Energieableitungstollen/Verbindungstollen Glitzfelsen – werden in schwach bis stark verwittertem, in untergeordnetem Maß auch unverwittertem Plattengneis ausgeführt. Aufgrund der oberflächennahen Lage wird außerdem mit einer stärkeren Zerlegung des Gesteins gerechnet.

In durchlässigeren Gebirgsbereichen werden gebirgsverbessernde Maßnahmen (Injektionen) ausgeführt. Stellenweise womöglich zutretende Wässer werden flächenhaft abgeleitet. Im Zufahrtstunnel zur Apparatenummer werden die zutretenden Bergwässer einem offenen Gerinne in der Sohle zugeführt, dort abgeleitet und anschließend in den Glitzbach eingeleitet.

Der bergmännisch ausgebrochene Abschnitt des Kontrollganges mit einem hohen Ei-förmigen Querschnitt (2,75\*5,25) soll unter dem Damm vom luftseitigen zum wasserseitigen Dammfuß führen, in seiner Sohle werden der Grundablass und die Glitzbach-Durchführung liegen. Die Bergwasserdrücke in der Betriebsphase werden mit maximal ca. 2 bar nur gering sein, was auf die geringe Überlagerung mit intaktem Kristallin und den Flächenfilter in der Dammaufstandsfläche zurückzuführen ist.

## **4. Unterspeicher Seebach Befund und resultierende Annahmen des Planers**

### **4.1. Geomorphologie, Hydrogeologie und Geologie [6]**

#### **4.1.1. Geomorphologie**

Die Talsohle des Seebachtales (ein Kerbtal) liegt am Projektstandort zwischen ca. 1.020 m und ca. 1.040 m.ü.A. Abhängig vom Untergrundaufbau sind die Hänge mittelsteil, wo sie von Hang- und Blockschutt bedeckt sind, bis steil in Bereichen mit anstehendem Festgestein, wie an der Sperrenstelle selbst.

Vom Dammstandort bis etwa 500 m bachaufwärts verläuft das Seebachtal WNW-ESE, also parallel zum Schieferungsstreichen der Plattengneis- und Feinkorngneisfolge. Die orographisch linken Hänge werden von mittelsteil bis steil nach S bis SW einfallenden Schieferungsflächen gebildet. In den stumpfwinklig bis normal zur Schieferung verlaufenden Talabschnitten zwischen ca. 500 m oberhalb des geplanten Staudammes und der Stauwurzel ist das Bett des Seebaches geprägt von zahlreichen Felsschwellen und Abstürzen.

Im Bereich des Unterspeichers (die unmittelbare Bachbettumgebung ausgenommen) deutet nichts auf Erosions- oder Ablagerungsprozesse hin. Weder im Speicherbereich, im Bereich der Dammaufstandsfläche noch der näheren Umgebung liegen Anzeichen auf aktiven Felssturz oder Steinschlag oder andere aktive Massenbewegungsprozesse vor.

#### **4.1.2. Hydrogeologie**

Generell sind entlang des tiefeingeschnittenen Seebachgrabens laut Ingenieurgeologischem Bericht exfiltrierende Verhältnisse mit einem Bergwasserdruckniveau im Bereich der Geländeoberkante zu erwarten.

Im Bereich des geplanten Unterspeichers sind alle Quellen ganzjährig schüttend, episodisch schüttende Quellen wurden laut Ingenieurgeologischem Bericht keine gefunden. Neben dem Seebach gibt es weitere ganzjährig wasserführende, kleine Gerinne an den beiden Talflanken. Zum Teil versickert das Wasser unterhalb des Quellenbereichs im Hangschutt und tritt erst weiter hangabwärts wieder aus. Im Bereich der Austrittsstelle – aber auch unabhängig von Quellaustritten – sind vereinzelt Vernässungen zu finden.

Grund- und Bergwasser liegt in der Lockergesteinsüberlagerung (Hangschutt, Blockschutt, Wildbachsedimente) in lokalen Porengrundwasserkörpern vor, deren Verteilung von den unterschiedlichen Durchlässigkeiten und der Horizontmächtigkeit abhängig ist. Generell weisen die Blockschutt- und Wildbachsedimente eine mittlere, der Hangschutt eine mittlere bis geringe Durchlässigkeit auf.

Im Klufftgrundwasserleiter der Kristallingesteine ist die Durchlässigkeit vom Verwitterungs- und Zerlegungsgrad abhängig. Die Feinkorngneise und Plattengneise haben eine mittlere bis geringe Durchlässigkeit.

In den am orographisch linken Hang befindlichen Untergrundaufschlüssen KB-SB-05/13 und BS-SB-01/13 wurde bis in eine Tiefe von 8 m u. GOK kein Grund- bzw. Bergwasser angetroffen. In den Kernbohrungen mit einer Endteufe unter dem Niveau des Seebaches (KB-SB-01/13 bis KB-SB-04/13) wurde Grundwasser angetroffen.

#### **4.1.3. Geologie des Dammstandortes**

Die Gesteine der Feinkorngneisfolge und der Plattengneisfolge am orographisch linken Hang liegen teilweise unter einer geringmächtigen Hangschuttüberlagerung, doch sind Felsaufschlüsse der kristallinen Gesteine häufig. Die Lockergesteine sind gemischtkörnig bis grobkorndominiert und haben eine Mächtigkeit von bis zu mehreren Metern. Im Hangschutt sind die Steine und Blöcke meist stark bis vollständig verwittert, im Blockschutt weisen sie dagegen nur eine geringe bis gar keine Verwitterung auf.

Auf der rechten Talseite haben die Hang- und Blockschuttablagerungen eine Mächtigkeit von bis zu 10 m und sind ebenfalls gemischtkörnig bis grobkorndominiert.

Die nahe dem Seebach abgelagerten Wildbachsedimente zeigen eine Dominanz der groben Kornfraktionen. Generell verfügt das Bachbett über eine nur geringmächtige, stellenweise auch fehlende Lockergesteinsbedeckung. Die Mächtigkeit lokaler Akkumulationen von Wildbachschutt kann mehrere Meter erreichen (bis 4,9 m in Bohrung KB-SB-03/13). Die Lockergesteine sind überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert.

Die am linken Hang und entlang des Bachbettes aufgeschlossenen Gesteine der Feinkorngneisfolge und der Plattengneisfolge streichen WSW-ESE und fallen mittelsteil bis steil gen SSW ein. Es gibt mehrere Harnisch-/ Kluffflächenscharen mit weit gestreuten Orientierungen. Oberflächennah sind die Gesteine stärker zerlegt und weisen ein aufgelockertes Gefüge auf. Die mäßige bis starke Verwitterung reicht bis in eine Tiefe von etwa 10 m u. GOK, darunter sind die Gesteine bis in eine Tiefe von ca. 40 m bis 70 m u. GOK schwach verwittert. Geringe Verwitterungserscheinungen wurden entlang einzelner Kluffzonen bis zur erkundeten Endteufe (ca. 100 m u. GOK) angetroffen, bildeten jedoch die Ausnahme in dem ansonsten unverwitterten Gestein.

In den Erkundungsbohrungen angetroffene Störungszonen verlaufen meist parallel zur Schieferung und sind von geringer Mächtigkeit (wenige dm). Die maximale, erkundete Mächtigkeit einer Störung betrug ca. 1,6 m in Bohrung KB-SB-01/13.

## 4.2. Untergrunderkundung Damm und Stauraum Seebach

Im Jahr 2013 wurden im Bereich des Dammes und des Rückstaubereiches fünf Erkundungsbohrungen und ein Baggerschurf ausgeführt. Im Zuge kommender Planungsphasen sollen zusätzliche Erkundungsschürfe Kernbohrungen durchgeführt werden.

Des Weiteren wurde eine Reihe von Bohrlochversuche durchgeführt: ABI, OBI, Temperatur- und Leitfähigkeitsmessungen, Tracer-Fluid-Logging, Flowmeter und Wasserabpressversuche.

### 4.2.1. Hydrogeologie [5] [6]

Am linken Hangfuß lag der Grundwasserspiegel im Wildbachschutt bzw. Hangschutt auf 4,9 m u. GOK im Bereich der Dammaufstandsfläche (KB-SB-01/13) und auf 3,4 m u. GOK im Bereich des geplanten Grundablässeinlaufes (KB-SB-03/13). Im Zuge der Bohrung KB-SB-05/13 wurde der Grundwasserspiegel nicht erreicht, und auch sonst gab es keine Wasserzutritte.

In Schrägbohrung KB-SB-02/13 wurden während der Bohrarbeiten zwei artesische Wasserzutritte angetroffen: im Gneis in einer Teufe von 8,0 m (ca. 0,33 l/s) und im Kataklasit in einer Teufe von 64,0 m (ca. 0,6 l/s). Im Rahmen der geophysikalischen Bohrlocherkundungen wurden weitere artesische Wasserzutritte gefunden, die in einer Teufe von 80 m bis 85 m u. GOK in zerlegten Feinkorngneisen mit offenen Klüften (Hauptzufluss, ca. 1,5 l/s) und in Bohrtiefen von ca. 60 m, 72 m und 98 m u. GOK (schwächere Wasserzutritte) lagen.

### 4.2.2. Aufbau des Damm- und Speicheruntergrundes [4] [5]

In dem auf der orographisch linken Seite des mittleren Abschnittes des Unterspeichers Seebach hergestellten Erkundungsschurf BS-SB-01/13 wurden unter einem geringmächtigen Mutterboden (0,20 m) mehrere Lockergesteinshorizonte unterschiedlicher Zusammensetzung angetroffen. Sand-Kies-dominierte Lagen wechseln sich mit Kies-Stein-Lagen ab. Die Grobkomponenten bestehen aus schwach bis vollständig verwittertem Plattengneis. Die einzelnen Horizonte haben eine Mächtigkeit zwischen 0,2 und 1,6 m. Ab 4,6 m unter GOK wurde bis zur Endteufe von 6,5 m u. GOK ein Lockergesteinshorizont aus sandigen Blöcken, Steinen und Kiesen aufgeschlossen. Der Schurf war trocken und ohne Wasserzutritte, die Schurfwände waren die gesamte Zeit über stabil.

Die in den Erkundungsbohrungen im Bereich der zukünftigen Dammaufstandsfläche und des Grundablasselaufes angetroffenen Gesteine umfassen überwiegend feinkörnige, quarzreiche und oft intensiv gebänderte Gneise, in die grobkörnige Kataklasite variierender Mächtigkeit (wenige Zentimeter bis einige Dezimeter mächtig) aus zerschertem Gneis zwischengelagert sind. Auch geringmächtige Quarzlagen liegen in den drei orographisch links gelegenen Bohrungen (KB-SB-01/13 bis KB-SB-03/13) vor. In KB-SB-03/13 und in der am orographisch rechten Hangfuß abgeteufte Bohrung KB-SB-04/13 wurde Quarzit bis Quarzitgneis gefunden. Weiters wurden ein etwa 3,3 m mächtiger, konkordant liegender Pegmatoid in Schrägbohrung KB-SB-02/13 und amphibolitische Zwischenlagen im Gneis auf ca. 10 m u. GOK in Bohrung KB-SB-03/13 angetroffen.

Orographisch links sind die Festgesteine zum Teil von Hangschutt und/ oder Wildbachschutt überlagert, doch können die Gesteine auch direkt an der Oberfläche anstehen (z.B. in KB-SB-02/13). Auch in der im rechten Hang gelegenen Bohrung KB-SB-04/13 liegt eine Hangschuttbedeckung auf dem verwitterten Kristallingestein.

Die im mittleren Speicherbereich am orographisch linken Hang abgeteufte Bohrung KB-SB-05/13 erfolgte in ca. 3,4 m mächtigen Lockergesteinen, die aus einer Anschüttung (Forststraße) und Hang- bzw. Wildbachschutt bestehen. Darunter wurde feinkörniger Gneis angetroffen, der stark zerlegt, intensiv gebändert und schwach bis mäßig verwittert ist. Ab ca. 4,7 m u. GOK ist laut dem ZT Büro 3G der Übergang zum Plattengneis zu erkennen.

### 4.3. Feld- und Laborversuchsergebnisse, Bodenkennwerte

#### 4.3.1. Durchlässigkeitsuntersuchungen

Laut Ingenieurgeologischem Bericht wird für die grobkörnigen Blockschutt- und Wildbachsedimentablagerungen auf Basis der Untergrunderkundungsergebnisse eine mittlere Durchlässigkeit mit  $k_f$ -Werten in der Größenordnung von  $10^{-4}$  bis  $10^{-6}$  m/s angenommen. Die für den gemischtkörnigen Hangschutt angenommenen  $k_f$ -Werte bewegen sich in einem Bereich von  $10^{-5}$  bis  $10^{-7}$  m/s, was einer mittleren bis geringen Durchlässigkeit entspricht.

Die Wasserabpressversuche in den Kernbohrungen KB-SB-01/13, KB-SB-02/13 und KB-SB-03/13 im kristallinen Festgestein (Plattengneisfolge) ergaben für den Bereich von etwa 15 m bis 30 m unter GOK eine mittlere Durchlässigkeit (Wasseraufnahme von ca. 40 – 100 Lugeon,  $k_f$  = mehrere  $10^{-6}$  m/s), was auf die oberflächennahe Verwitterung, Auflockerung und die zum Teil starke Zerlegung zurückzuführen ist. Ein weiteres Ergebnis war eine geringe Durchlässigkeit für den darunter liegenden Abschnitt.

Die  $k_f$ -Werte liegen in diesen Tiefen generell zwischen  $10^{-7}$  und  $10^{-8}$  m/s, nur in Bereichen stärkerer Zerlegung und bei offenen Trennflächen können die Werte lokal mehrere  $10^{-6}$  m/s erreichen. In Bohrung KB-SB-02/13 wurde beispielsweise eine erhöhte Durchlässigkeit in einer Tiefe von 80 m bis 86 m ermittelt, wo sich auch der größte der artesischen Wasserzuflüsse befindet.

#### 4.3.2. Charakteristische Locker- und Festgesteinskennwerte

Im Ingenieurgeologischen Bericht 0 werden die Kennwerte für den Hang- und Blockschutt aus dem Bereich Glitzalm (\*), die mithilfe eines Scherversuches und eines Proctorversuches ermittelt wurden, auch als repräsentativ für den Hang- und Blockschutt sowie für die Wildbachsedimente aus dem Bereich Seebach angesehen.

Die Lagerungsdichte wurde mithilfe von Standard Penetration Tests (SPT) in ausgewählten Bohrlöchern ermittelt, war jedoch aufgrund des hohen Steinanteils (bis  $\varnothing$  15 cm) nicht aussagekräftig. Die Lagerungsverhältnisse wurden daher basierend auf der geologischen Dokumentation eines Baggerschurfes beurteilt. Die charakteristischen Kennwerte für die verschiedenen Festgesteinsfolgen sind in Kapitel 2.2.3 angeführt.

- **Hangschutt, Wildbachschutt**

Dichte, untergeordnet mitteldichte Lagerung; bei größerer Mächtigkeit auch sehr dichte Lagerung

Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	35,9 *
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	33,7 *
Optimaler Wassergehalt $w_{opt}$ [%]	9,2 *
Proctordichte $\rho_{Pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2,07 *

#### 4.4. Speicher und Dammbauwerk Seebach

##### 4.4.1. Gründung, Dichtungsmaßnahmen

Vor der Gründung des Dammes wird die grob- bis gemischtkörnige Lockergesteinsüberlagerung der orographisch rechten und linken Talflanke und des Talbodens im Bereich des Dammes und der Betriebseinrichtungen entfernt. Die Dammgründung wird vollflächig im Festgestein erfolgen, das günstige, steilstehende Trennflächenorientierungen und wegen der generell guten Gebirgsqualität hohe Scherfestigkeiten und Verformungseigenschaften aufweist. Die Dammaufstandsfläche wird wegen des unterschiedlichen Gefüges der beiden Hänge und wegen des variierenden Verwitterungs- und Zerlegungsgrades des Gebirges ein unregelmäßiges Oberflächenrelief aufweisen, das durch Aufbringen von Dammschüttmaterial und Hang- und Blockschutt ausgeglichen wird.

Die Herdmauer in den Talflanken und der Kontrollgang in der Sohle werden als Dichtungsanschluss zwischen Dammschüttung und Einschnitt ins anstehende, intakte Kristallin eingebunden. Der Untergrund wird unterhalb des Kontrollganges und der Herdmauer mittels Injektionen bis in mindestens ca. 60 m Tiefe abgedichtet, um eine Unterströmung des Dammes zu verhindern [25].

Die wasserseitige Dammböschung wird mit einer Asphaltoberflächendichtung mit darunterliegendem Drainagesystem ausgeführt.

Der Speicherraum wird in dem an den Damm angrenzenden Abschnitt durch Vertiefung des Talbodens und Versteilung der natürlichen Talflanken ausgeformt. Die Speicherböschungen werden bis zum anstehenden intakten Kristallin vollständig vom oberflächlich abgelagerten Block- und Hangschutt befreit. Im westlich anschließenden Speicherraum wird die geringmächtige mehrere Meter mächtige (Lockergesteinsbedeckung über dem intakten Kristallin an Ort und Stelle belassen.

Im Zuge der betriebsbedingten Wasserspiegelabsenkungen sind laut 3G kleinräumige, oberflächennahe Instabilitäten, insbesondere in gemischtkörnigen Ablagerungen mit geringen Korngrößen, zu erwarten, jedoch sind diese für die generelle Stabilität und Standsicherheit der Stauraumböschungen nicht von Bedeutung.

Kleinräumige, lokale Instabilitäten der steileren, nahe dem Dammbauwerk gelegenen Böschungen und der steilen Einschnittböschungen der Begleitwege sind im Zuge der Bauausführung abzuräumen oder ausreichend zu sichern.

Im gesamten übrigen Stauraum sind keine Abdichtungsmaßnahmen vorgesehen.

##### 4.4.2. Dammbauwerk, Dammschüttung

Der Damm des Unterspeichers Seebach soll zu einem großen Teil im Massenausgleich aus dem Aushub der Untertagebauwerke errichtet werden, doch soll ergänzend auch das für die Dammgründung abgetragene Material verwendet werden. Der Abtrag wird Hang- und Blockschutt sowie Wildbachsedimente und Felsaushub aus dem Bereich der Dammaufstandsfläche und dem angrenzenden Speicherbereich umfassen.

Der gebrochene Fels aus überwiegend intaktem Kristallin aus dem Sprengaushub (Speicherteich, Untertagebauwerke) wird anhand der Qualität bzw. der Sieblinien und damit anhand der Scherparameter in Felsbruchmaterial 1 und Felsbruchmaterial 2 unterteilt. Der wasserseitige Böschungsbereich wird aus einer 7 m mächtigen Schicht des reibungsstarken Materials 2 errichtet, wobei ausgewählte, besonders feste und kompetente Ausbruchbestandteile verwendet werden.



Material 1, aus dem der restliche Dammkörper aufgebaut wird, ist eine Mischung aus allen Ausbruchs- und Abraummaterialien aus intaktem Kristallin mit geringeren Anforderungen in Bezug auf Kornverteilung und Scherfestigkeit. Laut Technischem Bericht – Dammbau, Unterspeicher Seebach werden eine gute Felsqualität, kantige Kornformen und Kies- und Stein-dominierte Korngrößenverteilungen erwartet.

In Bezug auf Beständigkeit, Kornfestigkeit usw. weist das Dammschüttmaterial aus leicht bis unverwittertem, intaktem Kristallin gute Eigenschaften auf. Die Materialien aus dem Übergangsbereich des intakten Kristallins zur Lockergesteinsüberlagerung sind teilweise mäßig bis stark verwittert und nicht sehr alterungsbeständig und werden daher nicht in der luftseitigen Böschung des Dammschüttkörpers eingebaut werden.

Am luftseitigen Dammfuß ist eine Steinschichtung aus Wasserbausteinen (1000 kg bis 3000 kg) vorgesehen, deren Hohlräume mit Material der Fraktion 0/200 mm verfüllt werden. Für ausreichende Erosionsstabilität wird zwischen Dammschüttung und Steinschichtung eine 1,2 m mächtige Übergangszone aus Filtern eingebaut.

Gemäß Berechnungen der 3G sind Setzungen von Dammkörper und Untergrund aus dem Schüttvorgang von ca. 60 cm – also eine relative Setzung um ca. 0,81 % der Dammhöhe – zu erwarten. Wasserseitig wird die horizontale Verformung der Dammkrone max. 9 cm in talseitige, und ca. 4 cm in die luftseitige Richtung betragen. Durch Einstau und Betrieb auftretende, elastische Verformungen werden im unteren Zentimeterbereich liegen und stellen laut 3G keine Gefahr für den Dammkörper, die Asphaltoberflächendichtung und die restlichen Bauwerke dar. In der Dammmitte, wo die maximale Schütthöhe erreicht wird, wird die Dammkrone um ca. 51 cm überhöht geschüttet (0,7 % der Dammhöhe).

#### **4.4.3. Drainagesystem**

Der Damm Seebach wird über ein umfassendes Drainagesystem aus Flächenfiltern und Drainageleitungen unter der Asphaltabdichtung der wasserseitigen Dammböschung und in der Dammaufstandsfläche verfügen. Im Zuge der Bauausführung in der Dammaufstandsfläche angetroffene, permanente Bergwasserzutritte werden gefasst und separat zum Kontrollgang geleitet. Die automatisierte und kontinuierliche Messung der Schüttung und Wassertrübe der Sicker- und Drainagewässer erfolgt in zwei Messkammern im wasser- und luftseitigen Dammfuß.

Ein an die luftseitige Messkammer anschließendes Entwässerungsrohr leitet die Drainagewässer gesammelt in das Bachbett des Seebaches. Für eine ausführliche Beschreibung des Drainagesystems wird auf den Technischen Bericht – Dammbau, Unterspeicher verwiesen.

#### **4.4.4. Unterspeicher Seebach - Standsicherheit der Taleinhänge und der eigentlichen Stauraumböschungen im Bereich des Profils Bereich KB-SB-05/13) und des Profils 3 (Nord/Süd) [7]**

##### **4.4.4.1. Methodik, Annahmen**

Da beim täglichen Pumpbetrieb mit großen Absenk- und Wiedereinstauraten zu rechnen ist, wurden Standsicherheitsnachweise für ausgewählte Abschnitte der in 4.1.1 und 4.1.2 beschriebenen Speicherböschungen durchgeführt. Es wurden sowohl die durch den Aushub in Sperrennähe entstehenden Felsböschungen als auch Speicherböschungen in Hang-/Blockschutt betrachtet.

Als maßgebliche Kenngrößen wurden die Trennflächenorientierung bzw. sehr konservativ angesetzte felsphysikalische Kennwerte der Trennflächen herangezogen. Für die Standsicherheitsnachweise wurden folgende Verfahren angewandt:

- Lagekugeluntersuchung (Markland Test) im Bereich der Felsböschungen
- Böschungsbruchnachweise
  - Gleitkreismethode
  - Blockgleitmethode

Profil 3 verläuft hinter dem geplanten Dammbauwerk des Unterspeicher Seebachs, wo es zu einer Vertiefung des Talbodens und einer Versteilung der natürlichen Talflanken kommt. Dies geschieht indem der im oberflächennahen Bereich anstehende Blockschutt über dem intakten Kristallin bei der Herstellung der Speicherböschung komplett abgeräumt wird.

Im Bereich des westlich anschließenden Speicherraumes sollen die Böschungen entsprechend den natürlichen Talflankenneigungen ausgebildet werden. Ein Abräumen der als gering mächtig eingeschätzten Lockermaterialien im oberflächennahen Bereich ist laut Planer nicht vorgesehen.

Die Lagekugeluntersuchung wurde mittels Softwareprogramm Rockpack III durchgeführt.

Die Böschungsbruchberechnungen wurden mit der Software „GGU Stability“ durchgeführt. Als Sicherheitswerte für die unterschiedlichen Lastfallklassenfälle wurden Mindestsicherheiten aus [34] verwendet.

#### **4.4.4.2. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Nord)**

Laut Planer besteht in diesem Bereich auf Basis der durchgeführten Lagekugeluntersuchung kein Versagenspotential. Eine Böschungsbruchuntersuchung der Felsböschung war nach Ansicht des Planers nicht erforderlich.

#### **4.4.4.3. Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 3 (Nord)**

Laut Planung wird das anstehende Lockermaterial im oberflächennahen Bereich im Zuge der Herstellung der Speicherböschung komplett abgeräumt. Da auch kein Versagenspotential der Felsböschung besteht, waren Böschungsbruchnachweise nicht notwendig.

Zusätzlich wird durch den Planer angegeben, dass Böschungsversteilungen im Speicher-sohlbereich auf die Neigung von 1:1 sowie die bergseitige Einschnittsböschung des Begleitweges mit einer Neigung von 3:1 keinen Einfluss auf die Standsicherheit der Speicherböschung im intakten Kristallin haben.

#### **4.4.4.4. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil 3 (Süd)**

In diesem Böschungsbereich können laut Planer folgende Versagensmechanismen eintreten:

- Gleiten parallel zu den Harnisch-/ Kluffflächen H/K 3
- Keilgleiten (Verschnitt H/K 1 und H/K 3)

Laut Planer ist die Schwerpunktfläche der H/K 3 mit 29° flacher als die geplante Böschungsneigung (33,7°). Dies hat ein Ausbeißern der Flächen aus der Speicherböschung zur Folge.

Daher war eine Böschungsbruchuntersuchung notwendig.

#### **4.4.4.5. Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil 3 (Süd)**

Gemäß diesen Mindestsicherheiten liegen sämtliche errechneten Sicherheiten für die Speicherböschung Profil 3 für die Blockgleitmethode über den geforderten Werten.

#### **4.4.4.6. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Süd**

Der Planer sieht auf Basis der durchgeführten Lagekugeluntersuchung kein Versagenspotential. Dadurch war nach Ansicht der Planer im Bereich Speicherböschung Süd eine Böschungsbruchuntersuchung der Felsböschung nicht notwendig.

#### **4.4.4.7. Lagekugeluntersuchung Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Nord**

Der Planer sieht auf Basis der durchgeführten Lagekugeluntersuchung kein Versagenspotential. Dadurch war nach Ansicht der Planer im Bereich Speicherböschung Süd eine Böschungsbruchuntersuchung der Felsböschung nicht notwendig.

#### **4.4.4.8. Böschungsbruchnachweise Speicherböschung Profil Bereich KB-SB-05/13 Süd**

Böschungsbruchnachweise für die Lockergesteinsuntersuchung über intaktem Kristallin wurden laut Planer nicht geführt.

Als Grund wird angegeben, dass „die geforderten Standsicherheitszahlen bei ungünstigen Böschungsprofilen aufgrund auftretender Strömungskräfte bei Wasserspiegelabsenkungen rechnerisch nicht standsicher (sic!) sind und daher nicht nachgewiesen werden können“.

Die gilt besonders für Böschungen mit mächtigeren Hangschuttablagerungen, welche sich aus „kleineren“ Korngrößen zusammensetzen. Deren Scherfestigkeit kann unter Strömungsverhältnissen (Anm.: während der Absenkung des Wasserspiegels) durch eine Reduktion der wirkenden Kohäsion signifikant abnehmen.

### **4.5. Untertagebauwerke im Bereich des Dammes Seebach**

#### **4.5.1. Allgemeines**

Die Untertagebauwerke (Unterwasserstollenabschnitt, Apparatekammer Seebach und Zufahrtstunnel, Grundablassstollen und Schieberkammer und Hochwasserentlastungsstollen) werden in den Gesteinen der Feinkorngneisfolge zu liegen kommen. Die Gneise sind wegen der seichten Lage generell meist stärker verwittert und zerlegt. Aufgrund der stärkeren Zerlegung und des häufig recht großen Ausbruchsquerschnittes werden großvolumige, gefügebedingte Ausbrüche erwartet. Lokal werden artesisch gespannte Einzelwasserzutritte prognostiziert, deren Schüttung bis zu 5 l/s betragen kann.

Die Gebirgscharakterisierung aller Untertagebauten erfolgte gemäß der ÖGG Richtlinie für die Planung zyklischer Vortriebe und entspringt ebenfalls der Planung des ÖBB Projektes Koralmtunnel.

#### **4.5.2. Baumleitung/Grundablassstollen**

Wasserseitig des Dammes wird das Einlaufbauwerk in einer abgeräumten, profilierten Felsböschung auf ca. 1.080 m.ü.A. errichtet. Die Baumleitung bzw. der spätere Grundablassstollen schneidet in einem Bogen am Dammbauwerk vorbei das Knie des Seebaches ab. Er verläuft in stark verwittertem bis gering verwittertem Feinkorngneis unter maximal ca. 110 m Überlagerung. Nach der vom Unterwasser zugänglichen Grundablassschieberkammer mündet von oben der Hochwasserentlastungsstollen ein. Beide Stollen durchstoßen die Ebene des Injektionsschirmes in der Dammachse. Eine umfassende Abdichtung mittels Injektionen soll Wasserwegsamkeiten vom Speicher entlang des Grundablassstollens unterbinden.

#### **4.5.3. Hochwasserentlastungsstollen**

Wasserseitig des Dammes wird das Einlaufbauwerk in einem abgeräumten, profilierten Felseinschnitt auf ca. 1.080 m.ü.A. errichtet. Der Hochwasserentlastungsstollen kommt in der orografisch linken Talflanke in stark bis gering verwittertem Feinkorngneis unter maximal ca. 70 m Überlagerung zu liegen. Der Stollen verläuft am Dammbauwerk vorbei parallel zum Grundablassstollen und mündet nach der Grundablassschieberkammer von oben in diesen ein. Der Hochwasserentlastungsstollen führt durch den Injektionsschirm in der Dammebene. Eine umfassende Abdichtung mittels Injektionen soll Wasserwegsamkeiten vom Speicher entlang des HWE-Stollens unterbinden.

#### **4.5.4. Triebwasserweg bis zur Apparatekammer Seebach**

Der Triebwasserweg kommt in der orografisch rechten Talflanke in gering verwittertem Plattengneis zu liegen, die Gebirgsüberlagerung nimmt auf bis zu 100 m zu. Der Stollen verläuft bis zur Apparatekammer nahezu rechtwinkelig zur Talachse. Die Apparatekammer Seebach ist eine ca. 25 m hohe Aufweitung des TW-Stollen-Querschnittes, der Zugang erfolgt durch einen in großem Bogen orografisch rechts um die Dammachse geführten Zufahrtstunnel, der dadurch auch schon weit vom Dichtschirm entfernt die gedachte Abdichtungsebene durchstößt.

## 5. Untertagebauwerke [6]

### Befund und resultierende Annahmen des Planers

Die Befunde des Planers bezüglich der Untertagebauwerke stützen sich auf die Laboratoriums- und Felduntersuchungen die im Zuge des eigentlichen Projekts bis 2015 durchgeführt wurden und auf Untersuchungen und Erkenntnisse, die im Rahmen der Planung und des Baus des Koralmbasistunnels (KAT2) gewonnen wurden.

#### 5.1. Auflistung der Bauteile

Die Bearbeitung des Planers bezieht sich gemäß dem Ingenieurgeologischen Bericht auf folgende Untertagebauwerke:

- Triebwasserstollen
- Apparatekammer Glitzalm
- Wasserschloss Glitzfelsen
- Lotschacht
- Kavernenanlage und umgebende Stollensysteme (Kraftkaverne, Trafokaverne Süd und Nord, Oberwasser und Unterwasser Verteilrohrleitungen)
- Unterwasserstollen
- Wasserschloss Garanas
- Apparatekammer Seebach
- Grundablassstollen
- Schieberkammer Grundablass
- Hochwasserentlastungsstollen
- Zufahrtsstollen Kaverne
- Energieableitungsschacht
- Energieableitungsstollen – Verbindungsstollen Glitzfelsen
- Unterwasser Wasserschloss – Zufahrtsstollen obere Kammer = Be-/ Entlüftung Wasserschloss
- Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm
- Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach
- Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass
- Bachumleitungsstollen Seebach
- Oberspeicher Kontrollgang – Abschnitt in geschlossener Bauweise

#### 5.2. Geotechnische Prognosen

Die Geotechnischen Prognosen des Planers umfassen ausschließlich permanente Anlagenteile. Rein baubetrieblich erforderliche Stollen wurden nicht beurteilt. Bei allen Bauteilen die Portalbereiche an der Oberfläche haben, wird in der Prognose davon ausgegangen, dass die Lockergesteinsüberlagerung vor Vortriebsbeginn entfernt wird.

Die geotechnischen Prognosen basieren auf der geomechanischen Charakterisierung des Gebirges (siehe 2.2.4). Die auftretenden GA und GVT sind dem Geologischen Längenschnitt des Gesamtprojektes [29] und dem Ingenieurgeologischen Bericht 0 zu entnehmen. Die angeschätzten Wassermengen berücksichtigen nicht den tatsächlichen Bauablauf. Es können einzelne vorweg errichtete Bauteile das Gebirge im Nahbereich so entwässern, dass in der Umgebung nachträglich ausgebrochene Hohlräume auf andere Bedingungen treffen könnten.

### 5.2.1. Triebwasserstollen

Der Triebwasserstollen führt laut Planer vom Portal im Oberspeicher Glitzalm bis zum Übergang in den Lotschacht über ca. 1.170 m durch stark bis schwach verwitterte, zum Teil unverwitterte, Gesteine der Plattengneisfolge. Ausgehend vom Portalbereich verläuft er ursprünglich 150 m gen NE und schwenkt dann zuerst nach ENE, um im letzten Abschnitt in W-E Richtung in den Lotschacht zu münden. Die Stollenachse verläuft somit zunehmend schleifend zu den mittelsteil gen NNE einfallenden Plattengneisen.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 180 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie durch den schleifenden Verlauf zum Schieferungsgefüge bestimmt. Einzelne als geringmächtig beschriebene, vorwiegend parallel zum Schieferungsgefüge orientierte Zerrüttungs- und Störungszonen queren die Bauwerksachse. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit bis zu ca. 45 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 13 bar angenommen. Da der Triebwasserstollen im Endausbau dicht ausgeführt wird, entfällt eine Einschätzung von anfallenden Wässern während der Betriebsphase. Der Bergwasserspiegel soll hier während der Bauphase teilweise bis auf Bauwerkshöhe abfallen. Vernässungszonen und Quellgruppen im Nahbereich können Schüttungsrückgänge aufweisen und sogar trockenfallen.

### 5.2.2. Apparatekammer Glitzalm

Die Apparatekammer Glitzalm liegt laut Planer gänzlich in mäßig bis schwach verwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 40 m über Firste) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie durch den schleifenden Verlauf zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Analog zum Triebwasserstollen können auch hier vereinzelt geringmächtige Zerrüttungs- und Störungszonen angetroffen werden. Die Bauwerksachse verläuft in einem Winkel von 30° zur Schieferung des Plattengneises.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 5 l/s erwartet, in der Folge werden während der Betriebsphase Wasserzutritte bis 2 l/s prognostiziert. Der maximale Bergwasserdruck wird mit 4 bis 5 bar angegeben.

### 5.2.3. Wasserschloss Glitzfelsen

Das Wasserschloss Glitzfelsen besteht aus mehreren Bauteilen (Oberkammer, Unterkammer, Steigschacht und Übergangsstollen), die in unterschiedlicher Tiefe unter GOK sowie unterschiedlicher Orientierung der Längsachsen situiert sind. Es liegt laut Planer in stark bis schwach verwitterten, mit zunehmender Überlagerung auch unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (Überlagerung ca. 15 bis 135 m unter GOK) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie durch den schleifenden Verlauf zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Analog zum Triebwasserstollen können auch hier vereinzelt geringmächtige schieferungsparallele Zerrüttungs- und Störungszonen angetroffen werden. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 lfm Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 25 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. In der Betriebsphase werden für die Oberkammer abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen Wasserzutritte von bis zu 10 l/s erwartet. Die übrigen Bauteile werden dicht ausgeführt.

#### 5.2.4. Lotschacht

Der Lotschacht verbindet die obere Flachstrecke des Triebwasserstollens mit der Kavernenanlage. Der Prognose entsprechend soll sich das gesamte Bauwerk (Bauphase GOK bis 820 m unter GOK) in Gesteinen der Plattengneisfolge befinden. Tiefenabhängig wird das Gestein stark verwittert bis unverwittert angetroffen werden. Es wird überwiegend gering zerlegt bis massiges Gebirge erwartet.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter). Die Schieferungsflächen fallen laut Baugrundmodell monoton mittelsteil nach NNE. Der Verschnitt sollte sich aufgrund der senkrechten Orientierung der Bauwerksachse nicht ändern.

Während der Bauphase werden bis zu 10 l/s je 100 lfm Schacht erwartet. Es wird angenommen, dass die Zutrittsmengen mit zunehmender Tiefe abnehmen. Die Gesamtzutrittsmenge auf die Bauwerkslänge wird mit ca. 25 l/s angenommen. Der maximale Wasserdruck wird auf Schachtsohle mit 70 bis 75 bar angenommen. Trotz der dichten Ausführung wird während der Betriebsphase aus der Überlagerung (ca. 130 m ab Schachtoberkante) ein Wasserzutritt von bis zu 10 l/s erwartet.

#### 5.2.5. Kraftkaverne und umgebendes Stollensystem

Die Kavernenanlage besteht aus einer zentralen Kraftkaverne mit zwei seitlich in Längserstreckung angeschlossenen Trafokavernen. Entsprechend der geologischen Prognose liegen die gesamte Kavernenanlage sowie das umgebende Stollensystem (Verteilerleitungen, Zufahrtsstollen etc.) in unverwitterten Gesteinen der Plattengneise. Das Gebirge soll zum überwiegenden Teil gering zerlegt bis massig vorliegen. Vereinzelt anzunehmende Störungszonen können bis zu mehrere Meter mächtig vorliegen. Die Lage und Orientierung wurde gemäß der vermuteten Trennflächenorientierung optimiert, um Instabilitäten zu minimieren.

Die Schieferungsflächen fallen mittelsteil nach NNE, die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist größtenteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden. Laut derzeitigem Informationsstand ist das Vorhandensein bzw. die Lage von Störungszonen im Bereich der Kavernenanlage weder bestätigt noch ausgeschlossen. Die Planungsannahme geht von zwei schieferungsparallelen sowie einer steil stehenden Störungszone aus.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit (ca. 745 bis ca. 800 m) in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter).

Während der Bauphase werden bis zu 5 l/s je 100 lfm Kaverne bzw. Stollen erwartet. Die Gesamtwassermenge aus der gesamten Kavernenanlage und deren umgebenden Stollensystemen wird laut Planer etwa 30 l/s betragen. Durch den Ausbruch einer großen Anzahl benachbarter Hohlräume können sich Wasserzutritte in Abhängigkeit vom Bauverlauf mehrmals verlagern. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen in Form von Einzelwasserzutritten erwartet. Der maximale Wasserdruck wird im Bereich der Kavernensohle mit 70 bis 75 bar angenommen. In der Betriebsphase wird ein verbleibender Gesamtwasserzutritt von bis zu 15 l/s erwartet.

#### 5.2.6. Unterwasserstollen

Der Unterwasserstollen misst vom Übergang zur unterwasserseitigen Panzerstrecke bis zum Portal im Unterspeicher Seebach ca. 3.830 m. Die Überlagerung steigt vom Portal weg bis hin zur Einbindung in die Panzerstrecke mehr oder minder kontinuierlich bis zu maximal ca. 740 m an. Laut Planer durchörtert der Unterwasserstollen überwiegend Gesteine der Plattengneisfolge und der Feinkorngneisfolge (Synklinalstruktur der Seebachmulde). Zwischen etwa Station 2450 und etwa Station 2600 quert das Bauwerk Gesteine der Glimmerschiefer-/Schiefergneisfolge, welche auch geringmächtige (Anm. mehrere Meter) Marmor- und Amphibolitlagen führen kann. Im Portalbereich werden etwa auf einer Länge von 50 m Gesteine der Feinkorngneisfolge erwartet.

Die Schieferungsflächen fallen oberwasserseitig der Seebach Mulde mittelsteil gen NNE, um nach deren Durchquerung mittelsteil bis steil Richtung SSW einzufallen.

Ausgehend vom Portal verläuft die Bauwerksachse in etwa 500 m gen SSW, um dann in einem Bogen bis Station 2700 auf SW zu schwenken. Nach einem weiteren Schwenk verläuft der Unterwasserstollen dann bis zur Kavernenanlage Richtung WSW. Die Achse verläuft also zunehmend schleifend zum Schieferungsgefüge. In dem Bereich, wo die Faltenachse der Seebachmulde gequert wird, ist mit kleinräumig wechselnden Lagerungsverhältnissen zu rechnen.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit (vom Portal weg ansteigend auf max. ca. 740 m) in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter). Zusätzlich wird es durch die Orientierung der Bauwerksachse zum Schieferungsgefüge bestimmt. Die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist Großteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Während der Bauphase werden bis zu 10 l/s je 100 lfm Stollen erwartet. Als Gesamtwassermenge werden bis zu 75 l/s prognostiziert. Im Bereich der Querung der Glimmerschiefer-/Schiefergneisfolge kann es beim Durchörtern von Marmorlagen zu Beginn zu starken Wasserzutritten kommen, die mehrere 10er l/s betragen können. Es wird jedoch erwartet, dass diese Zutritte nach wenigen Tagen bis zu geringen Restwassermengen abnehmen oder auch vollständig trockenfallen können. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird im Bereich maximaler Überlagerung auf etwa 65 bar geschätzt. Überdies besteht laut Planer im Bereich der Seebach-Mulde die Möglichkeit artesischer Druckverhältnisse. In der Betriebsphase werden Wasserzutritte im Ausmaß von bis zu 15 l/s entlang der Bauwerkslänge für möglich gehalten.

### **5.2.7. Wasserschloss Garanas**

Das Unterwasser-Wasserschloss setzt sich aus mehreren Bauwerksteilen zusammen (Unterkammer, Oberkammer, Steigschacht und Übergangsstollen) und liegt laut Prognose in unverwitterten, überwiegend gering zerlegten bis massigen Gesteinen der Plattengneisfolge. Ausgehend vom Niveau des Unterwasserstollens (Überlagerung ca. 730 m) führt ein Steigschacht (180 m) zu Unter- und Oberkammer (Längen 170 bzw. 200 m) die höhenversetzt in gleicher Ausrichtung der Bauwerksachse (parallel zur Achse der Kavernenkammern) liegen.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter). Zusätzlich wird es durch die Orientierung der Bauwerksachse zum Schieferungsgefüge bestimmt. Die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist großteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Während der Bauphase werden bis zu 5 l/s je 100 lfm in Schacht und Kammern erwartet. Als erwartete Gesamtwassermenge während der Bauphase werden bis zu 10 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird für den Bereich der Einmündung in den Unterwasserstollen erwartet und mit etwa 65 bar angegeben. Da außer der Oberkammer alle Bauteile dicht ausgeführt werden, werden für die Betriebsphase nur für die Oberkammer Wasserzutritte im Ausmaß von bis zu 2 l/s erwartet.

### **5.2.8. Apparatekammer Seebach**

Die Apparatekammer Seebach beginnt etwa 170 m oberwasserseitig des Ein- und Auslaufbauwerks Unterspeicher und soll laut Prognose gänzlich in schwach verwitterten bis unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge liegen. Die Schieferungsflächen fallen mittelsteil nach SSW ein. Die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist Großteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Das Gebirgsverhalten wird durch den relativ großen Ausbruchsquerschnitt ( $h \times b \times l = 32 \times 15 \times 23$  m) in Kombination mit einer stärkeren Zerlegung des Gebirges maßgeblich geprägt.

Wasserzutritte entlang von offenen Trennflächen in Form von Kluffregen und Einzelwasserzutritten werden in Abhängigkeit von jahreszeitlichen Schwankungen in einem Ausmaß von bis zu 5 l/s (max. Wasserdruck ca. 7 bar) während der Bauphase und bis zu 2 l/s in der Betriebsphase erwartet.

#### **5.2.9. Grundablassstollen (siehe auch 4.5.2)**

Der Grundablassstollen durchörtert unter mehreren Richtungswechseln (mehr oder weniger schleifend zur Schieferung) auf einer Länge von etwa 354 m einen Höhenrücken in Richtung NE, der gänzlich aus stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge gebildet wird. Die Schieferungsflächen fallen laut Planer mittelsteil bis sehr steil nach SSW.

Einzelne Störungszonen können die Bauwerksachse queren. Die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist großteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 110 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften (stärkere Zerlegung und Verwitterung) bestimmt.

Wasserzutritte entlang von offenen Trennflächen in Form von Kluffregen und Einzelwasserzutritten werden während der Bauphase in Abhängigkeit von jahreszeitlichen Schwankungen in einem Ausmaß von bis zu 15 l/s pro 100 lfm Stollen erwartet. Lokal können artesische Verhältnisse herrschen, die sich als druckhafte Wasserzutritte mit bis zu 5 l/s äußern. Die Gesamtwassermenge wird mit bis zu 25 l/s geschätzt. Ein Teil des Stollens wird dicht ausgeführt – dennoch sind für die Reststrecke Wassermengen von bis zu 5 l/s während der Betriebsphase zu erwarten.

#### **5.2.10. Schieberkammer Grundablass**

Dieser Bauteil wird gemäß Prognose zur Gänze in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge errichtet. Die Schieferungsflächen fallen mittelsteil bis steil nach SSW ein, die Orientierung ist schleifend zur Schieferung.

Das Gebirgsverhalten wird durch die oberflächennahe Lage und die damit einhergehenden Gebirgseigenschaften bestimmt.

Wasserzutritte entlang von offenen Trennflächen in Form von Kluffregen und Einzelwasserzutritten werden während der Bauphase in Abhängigkeit von jahreszeitlichen Schwankungen in einem Gesamtausmaß von bis zu 10 l/s erwartet. Lokal können artesische Verhältnisse herrschen, die sich als druckhafte Wasserzutritte mit bis zu 5 l/s äußern. In der Betriebsphase werden Wasserzutritte im Gesamtausmaß von bis zu 5 l/s erwartet.

#### **5.2.11. Hochwasserentlastungsstollen (siehe auch 4.5.3)**

Der Hochwasserentlastungsstollen verläuft über ca. 215 m gänzlich in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge.

Das Gebirgsverhalten wird im Wesentlichen durch die oberflächennahe Lage und die damit einhergehenden Gebirgseigenschaften bestimmt.

Wasserzutritte entlang von offenen Trennflächen in Form von Kluffregen und Einzelwasserzutritten werden während der Bauphase in Abhängigkeit von jahreszeitlichen Schwankungen in einem Ausmaß von bis zu 15 l/s pro 100 lfm erwartet. Als Gesamtwassermenge für das Bauwerk werden 20 l/s angegeben. Diese Prognosemenge berücksichtigt nicht den drainierenden Einfluss, den ein vorheriger Bau des Grundablassstollens haben könnte. Lokal können artesische Verhältnisse herrschen, die sich als druckhafte Wasserzutritte mit bis zu 5 l/s äußern. In der Betriebsphase wird der Stollen vom Einlaufbauwerk bis zur Dichtebene des Dammes dicht ausgeführt. Entlang der Reststrecke werden Wasserzutritte im Gesamtausmaß von bis zu 5 l/s erwartet.

#### **5.2.12. Zufahrtsstollen Kaverne**

Der Zufahrtsstollen zur Kavernenanlage führt über 2.755 m Länge überwiegend in unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge und Feinkorngneisfolge. Im Kernbereich der Seebach-Mulde und in weiterer Folge etwa in der Mitte des Bauwerks quert der Stollen Gesteine der Glimmerschiefer- und Schiefergneisfolge. Hier können auch geringmächtige Marmor- und Amphibolitlagen



angetroffen werden. Im Nahbereich zum Portal liegen die Gesteine mäßig bis schwach verwittert vor, im Kernbereich der Synklinale können ebenfalls schwach verwitterte Gesteine anstehen.

Der Nordschenkel der Seebachmulde (zwischen Muldenkern und Portal) fällt mittelsteil nach SSW, der Südschenkel (zwischen Kaverne und Muldenkern) fällt mittelsteil nach NNE.

Das Gebirgsverhalten wird von der zunehmenden Überlagerungsmächtigkeit, dem Grad der Zerlegung (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter) sowie von der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Während der Bauphase werden bis zu 10 l/s je 100 lfm Stollen erwartet. Als Gesamtwassermenge werden bis zu 50 l/s prognostiziert. Im Bereich der Querung der Glimmerschiefer-/Schiefergneisfolge kann es beim Durchörtern von Marmorlagen zu Beginn zu starken Wasserzutritten kommen die mehrere 10er l/s betragen können. Es wird jedoch erwartet, dass diese Zutritte nach wenigen Tagen bis zu geringen Restwassermengen abnehmen oder auch vollständig trockenfallen können. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird im Bereich maximaler Überlagerung auf etwa 65 bis 70 bar geschätzt. Überdies besteht laut Planer im Bereich der Seebach-Mulde die Möglichkeit artesischer Druckverhältnisse. In der Betriebsphase werden Wasserzutritte im Ausmaß von bis zu 20 l/s entlang der Bauwerkslänge für möglich gehalten.

### **5.2.13. Energieableitungsschacht**

Das gesamte Schachtbauwerk (ca. 800 m) wird laut Prognose in Gesteinen der Plattengneisfolge errichtet. Tiefenabhängig wird das Gestein mäßig verwittert bis unverwittert angetroffen werden. Es wird überwiegend gering zerlegt bis massiges Gebirge erwartet.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter). Die Schieferungsflächen fallen laut Baugrundmodell monoton mittelsteil nach NNE. Der Verschnitt sollte sich aufgrund der senkrechten Orientierung der Bauwerksachse nicht ändern.

Während der Bauphase werden bis zu 10 l/s je 100 lfm Schacht erwartet. Die Gesamtzutrittsmenge auf die Bauwerkslänge wird auf bis zu 15 l/s geschätzt. Der maximale Wasserdruck wird auf Schachtsohle mit 70 bis 75 bar angenommen. In der Betriebsphase werden laut Prognose Wasserzutritte in einem Gesamtmaß von ca. bis zu 15 l/s erwartet.

### **5.2.14. Energieableitungsstollen – Verbindungsstollen Glitzfelsen**

Der Energieableitungsstollen führt ausgehend vom Portal im Bereich des Umspannwerkes Glitzalm über 595 m nach N zum Energieableitungsschacht. Der Verbindungsstollen Glitzfelsen führt mit einem Gefälle von 11,6% in direkter Fortsetzung vom Energieableitungsschacht zu einem Portal nördlich des Glitzfelsens und dient der Erreichbarkeit der Anlageteile im Winter.

Beide Stollenabschnitte verlaufen in stark bis schwach verwittertem Plattengneis (Ausnahme Portal Glitzalm: vollständig verwittertes Kristallin). Untergeordnet wird auch unverwittertes Gestein erwartet.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 140 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften bestimmt. Einzelne als geringmächtig beschriebene, vorwiegend parallel zum Schieferungsgefüge orientierte Zerrüttungs- und Störungszonen queren die Bauwerksachse. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe Punkt 2.1) und Störungszonen angetroffen werden. Die Schieferung fällt mittelsteil gen NNE.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 45 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 9 bar angenommen. Die Gesamtwassermenge die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 10 l/s angegeben.

### **5.2.15. Be- und Entlüftungsstollen Wasserschloss Garanas (Zufahrtsstollen Oberkammer Wasserschloss Garanas)**

Abzweigend von dem Zufahrtsstollen der Kaverne führt der Stollen über 836 m zum überwiegenden Teil in unverwitterten gering zerlegten bis massigen Gesteinen der Plattengneisfolge.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit (ca. 445 bis ca. 520 m) in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter) sowie nach der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge bestimmt. Analog zum Unterwasserstollen können auch hier vereinzelt geringmächtige schieferungsparallele Zerrüttungs- und Störungszonen angetroffen werden. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden.

Während der Bauphase werden bis zu 5 l/s je 100 lfm Stollen erwartet. Als Gesamtwassermenge werden bis zu 15 l/s prognostiziert. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird im Bereich maximaler Überlagerung auf etwa 40 bis 45 bar geschätzt. Während der Betriebsphase werden Wasserzutritte im Ausmaß von bis zu 5 l/s erwartet.

### **5.2.16. Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm**

Der Stollen verläuft über etwa 220 m in stark bis schwach verwittertem Plattengneis (Ausnahme Portal Glitzalm: vollständig verwittertes Kristallin).

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 60 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften bestimmt.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 10 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 7 bis 9 bar angenommen. Die Gesamtwassermenge die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 5 l/s angegeben.

### **5.2.17. Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach**

Der Zufahrtsstollen verläuft über eine Länge von etwa 740 m in stark bis schwach verwitterten und zum Teil auch unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge und der Feinkorngneisfolge. Ausgehend vom Portal verläuft das Bauwerk 400 m annähernd normal zur mittelsteil gen SSW einfallenden Schieferung, um nach einem Schwenk nach WNW parallel dazu bis zur Apparatekammer zu führen.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 60 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie von der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 35 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 5 bar angenommen. Die Gesamtwassermenge, die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 15 l/s angegeben.

### **5.2.18. Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass**

Das geplante Bauwerk liegt laut Prognose gänzlich in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge. Die Bauwerksachse verläuft stark schleifend zum Schieferungsgefüge.

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 90 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie von der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die

Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 15 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass artesische Einzelwasserzutritten mit Schüttungen von bis zu 5 l/s auftreten können. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 7 bar angenommen. Die Gesamtwassermenge, die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 5 l/s angegeben.

### **5.2.19. Umleitungsstollen (Bachumleitungsstollen) Seebach**

Der Seebach soll während der Betriebsphase des PSW Koralm oberwasserseitig des Unterspeichers gefasst und in einem Umleitungsstollen orographisch rechts am Speicherbereich vorbeigeführt werden. Das Bauwerk wird laut Prognose überwiegend in unverwitterten bis schwach verwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge errichtet, untergeordnet treten im östlichen Bauwerksabschnitt auch mäßig bis schwach verwitterte Gesteine der Feinkorngneisfolge auf. Das Gebirge wird zum überwiegenden Teil als gering zerlegt bis massig prognostiziert. Durch den bogenförmigen, vom unterwasserseitigen Portal im Uhrzeigersinn drehenden Verlauf des Bauwerks (im Gesamtverlauf wechselt die Vortriebsrichtung um 180°) wechselt der Verschnitt mit den monoton mittelsteil nach SSW einfallenden Gesteinen kontinuierlich. Die Orientierung der Zerrüttungs- und Störungszonen ist großteils parallel des Schieferungsgefüges angenommen. Lokal können auch steil stehende Störungen (siehe 2.1) und Störungszonen angetroffen werden. Aus diesem Grund können Störungszonen im Verlauf des Bauwerks in nahezu jeder Orientierung die Bauwerksachse schneiden.

Das Gebirgsverhalten richtet sich hauptsächlich nach der Überlagerungsmächtigkeit (max. ca. 190 m) in Kombination mit dem Zerlegungsgrad (plus lokale Zerrüttungszonen und Störungszonen im Bereich mehrerer Meter) sowie nach der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge.

Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 65 l/s angegeben. Die Wasserzutritte werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 15 bar angenommen. Die Gesamtwassermenge, die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 20 l/s angegeben.

### **5.2.20. Kontrollgang Glitzalm (Oberspeicher Kontrollgang) – Abschnitt in geschlossener Bauweise**

Der Abschnitt des Kontrollganges Glitzalm, der bergmännisch in geschlossener Bauweise errichtet wird, ist etwa 85 m lang und führt stark schleifend bis parallel zum mittelsteil bis steil nach NNE einfallenden Schieferungsgefüge vom luftseitigen zum wasserseitigen Dammfuß. Das Bauwerk soll laut Prognose in überwiegend stark bis untergeordnet mäßig verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge liegen [17].

Das Gebirgsverhalten ist hauptsächlich durch die oberflächennahe Lage (max. Überlagerung ca. 90 m) und die damit verbundenen Gebirgseigenschaften sowie von der Orientierung des Bauwerks zum Schieferungsgefüge bestimmt.

Während der Bauphase werden entlang offener Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 5 l/s bezogen auf das Gesamtbauwerk erwartet. Die Gesamtwassermenge, die während der Betriebsphase zu erwarten ist, wird mit bis zu 2 l/s angegeben.

## **5.3. Quellenbeweissicherung**

Im Hydrogeologischen Bericht des Einreichprojektes 2015 [8] ist das geplante Beweissicherungs- und Monitoringprogramm für ausgewählte Quellen und Pegel dargelegt. Ergänzend werden nach Einwendungen des Herrn Mag. Kiegerl aus dem Jahr 2017 fünf repräsentative Quellen auf seinen Grundstücken mit den Grundstücksnummern 983/2, 983/3 und 983/4 in das Beweissicherungsprogramm aufgenommen [9][10].

Auf Einwendungen des Herrn Franz Koch vom 14.06.2017 bezüglich der Quellen im Bereich seiner Liegenschaften wird vom Planer festgestellt, dass eine Beeinflussung der Quellen durch die Baumaßnahmen im Rahmen des Projektes PSW Koralm aufgrund ihrer Lage am orographisch linken Einhang der Schwarzen Sulm „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen“ ist. Dennoch ist aufgrund der grundsätzlich befürworteten Einbeziehung repräsentativer Messstellen geplant, den Pegel KB-D12/99 auf dem Grundstück Nr. 600 in die Beweissicherung miteinzuschließen. Für den im Rahmen des ÖBB Projektes Koralmtunnel eingerichteten Pegel liegen seit 2014 regelmäßige Messungen des Bergwasserspiegels vor, weswegen diese Messstelle gut geeignet ist, um Änderungen des Bergwasserspiegels im Bereich der Grundstücke des Einwenders festzustellen.

Die Beweissicherung der neu in das Programm aufgenommenen Messstellen ist, gleich wie im Hydrogeologischen Bericht des Einreichprojektes 2015 (S. 84-85) beschrieben, wie nachfolgend vorgesehen:

- 1 Jahr vor Baubeginn im monatlichen Intervall
- 1 x monatlich während der Bauphase und
- 1 x monatlich nach der Bauphase über maximal 6 Monate nach Bauende

Messung des Grundwasserabstichs oder der Schüttung sowie Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, der Wassertemperatur und des pH-Wertes. Zumindest 1 x pro Quartal soll weiters eine Wasseranalyse an ausgewählten Messstellen durchgeführt werden [9][10].

## **6. Beurteilungen des Planers bezüglich der Projektauswirkungen auf Grund- und Bergwasser [6]**

### **6.1. Projektauswirkungen Oberspeicher Glitzalm**

#### **6.1.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)**

Der Planer gibt an, dass lokale Veränderungen sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase durch den Bau von nicht abgedichteten Untertagebauwerken als auch durch die bauliche Einbindung des Speicherbauwerkes möglich sind. Es seien jedoch durch die lokalen Veränderungen des Bergwasserspiegels keine wesentlichen Auswirkungen auf das Bergwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritte zu erwarten [6].

#### **6.1.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)**

Laut Planer sind die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel bei beiden Speichern auf den jeweiligen unmittelbaren Speicherraum beschränkt. Im Bereich des Speichers Glitzalm erfolgt durch den Bau eines permanent wirkenden Flächenfilters unterhalb des Speicherbeckens eine lokale Grundwasserabsenkung im Bereich der Lockergesteinsbedeckung der Speichereinhänge. Die im Flächenfilter gesammelten Wässer sollen in die Vorflut eingeleitet werden.

Auch der Bau der Untertagebauwerke kann im Verschneidungsbereich zwischen Einzelbauwerken und dem Grundwasserkörper innerhalb der Lockergesteine zu einer lokalen permanenten Absenkung des Grundwasserspiegels kommen. Der Planer erwartet jedoch keine großräumige Beeinflussung des Grundwasserkörpers im Bereich der untertägigen Anlagenteile [6].

#### **6.1.3. Auswirkungen auf Wasserrechte**

Es wird festgehalten, dass durch die lokalen Veränderungen des Grundwasserspiegels keine wesentlich nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritter zu erwarten sind [6].

### **6.2. Projektauswirkungen Unterspeicher Seebach**

#### **6.2.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)**

Der Planer gibt an, dass lokale Veränderungen sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase durch den Bau von nicht abgedichteten Untertagebauwerken, die bauliche Einbindung des Speicherbauwerkes sowie durch die Speicherbewirtschaftung des Unterspeichers Seebach möglich sind. Es seien jedoch durch die lokalen Veränderungen des Bergwasserspiegels keine wesentlichen Auswirkungen auf das Bergwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritte zu erwarten [6].

#### **6.2.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)**

Laut Planer sind die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel bei beiden Speichern auf den jeweiligen unmittelbaren Speicherraum beschränkt. Im Bereich des Unterspeichers Seebach erfolgt durch die Speicherbewirtschaftung eine oberflächennahe Beeinflussung des Grundwasserspiegels. Der Planer erwartet jedoch keine großräumige Beeinflussung des Grundwasserkörpers im Bereich der untertägigen Anlagenteile [6].

#### **6.2.3. Auswirkungen auf Wasserrechte**

Es wird vom Planer festgehalten, dass durch die lokalen Veränderungen des Grundwasserspiegels keine wesentlich nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritter zu erwarten sind [6].

### **6.3. Projektauswirkungen Untertagebauwerke**

#### **6.3.1. Auswirkungen auf das Bergwasser (Kluftgrundwasser)**

Der Planer gibt an, dass lokale Veränderungen sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase durch den Bau von nicht abgedichteten Untertagebauwerken möglich sind. Es seien jedoch durch die lokalen Veränderungen des Bergwasserspiegels keine wesentlichen Auswirkungen auf das Bergwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritte zu erwarten [6].

#### **6.3.2. Auswirkungen auf das Grundwasser (Porengrundwasser)**

Der Planer erwartet keine großräumige Beeinflussung des Grundwasserkörpers im Bereich der Untertägigen Anlagenteile[6].

#### **6.3.3. Auswirkungen auf Wasserrechte**

Es wird vom Planer festgehalten, dass durch die lokalen Veränderungen des Grundwasserspiegels keine wesentlich nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser sowie auf Nutzungsinteressen oder Rechte Dritter zu erwarten sei [6].

### **6.4. Zusammenfassende Beurteilung des Planers**

Der Planer kommt zu dem Schluss, dass das Vorhaben PSW Koralm aus Sicht des Fachbereiches Grund- und Bergwasser als **umweltverträglich** erklärt werden kann [6].

## 7. Umweltverträglichkeitsprüfung: Projektunterlagen Oberspeicher Glitzalm, Unterspeicher Seebach und Untertagebauwerke [6]

### 7.1. Prüfungsverlauf

Nach der Vorprüfung der Einreichunterlagen wurden Unklarheiten in Besprechungen mit dem Planer 3G erörtert und es erging die Empfehlung eines Verbesserungsauftrages an die bewilligende Behörde:

IGB Ingenieurgeologischer Bericht0

HGB Hydrogeologischer Bericht[6]

Datum	Aktion
27.01.2017	Besprechung zwischen Planer 3G, SV Geologie und Hydrogeologie
02.02.2017	Übermittlung Fragenkatalog IGB an Planer und Behörde
08.02.2017	Übermittlung Fragenkatalog HGB an Planer und Behörde
08.02.2017	Besprechung mit Planer 3G, SV Hohlraumbau, SV Geologie und Hydrogeologie
12.02.2017	Übermittlung Fragenkatalog der Behörde bezüglich Geologie und Hydrogeologie an den Planer
16.02.2017	Behördlicher Verbesserungsauftrag bezüglich der Planungsunterlagen Ingenieurgeologie/Hydrogeologie an den Planer
17.02.2017	Übermittlung von Vorabzügen korrigierter Unterlagen durch den Planer, Übermittlung geophysikalischer Unterlagen durch den Planer
20.02.2017	Übermittlung von Verbesserungsvorschlägen für die korrigierten Vorabzüge der Unterlagen an den Planer
22.02.2017	Übermittlung Verbesserungsvorschläge für den Hydrogeologischen Bericht an den Planer
23.02.2017	Übermittlung von Vorabzügen korrigierter Unterlagen (IGB) durch den Planer,
27.02.2017	Übermittlung korrigierter Längenschnitte durch den Planer
01.03.2017	Übermittlung von Vorabzügen korrigierter Unterlagen (HGB) durch den Planer
08.03.2017	Erhalt der korrigierten Endversionen und damit der finalen Beurteilungsgrundlagen durch den Planer
10.03.2017	Übermittlung Beantwortung der Fragen bezüglich Verbesserungsauftrag UVP Bereich Geologie – Hydrogeologie durch den Planer
06.04.2017	Information, dass das Thema Böschungsstabilität der Stauraumflanken nicht durch Tschernutter (SV Dammbau) behandelt wird.
07.04.2017	In Absprache mit der Verhandlungsleitung wurde das Thema Böschungsstabilität der Stauraumflanken ergänzend im vorliegenden Gutachten bearbeitet.
02.06.2017	Übermittlung Entwurf Beurteilung Böschungsstabilitäten zur Abklärung offener Fragen an Planer 3G
29.06.2017	Beantwortung der Fragen durch den Planer und Zug um Zug Übermittlung der ergänzenden Beurteilung der Böschungsstabilitäten an die Behörde

Die Beurteilung des unterfertigten, nicht amtlichen SV für den Fachbereich Baugeschichte und Hydrogeologie erfolgt in Form der Beantwortung eines vorgegebenen Fragenkataloges. Der Fragenkatalog gliedert sich in drei Bereiche.

- Allgemeine Fragen zu Projekt bzw. Gutachten (zu Geologie und Hydrogeologie)
- Fragenkomplex UVP – Gesetz § 17
- Fragenkomplex WRG – Gesetz § 105

Anschließend erfolgen die zusammenfassende Bewertung der Umweltverträglichkeit und die Anführung sich aus der Beurteilung ergebender, notwendiger Nebenbestimmungen.

## 7.2. Allgemeine Fragen zu Projekt bzw. Gutachten

Die allgemeinen Fragen umfassen zwei abzudeckende Bereiche.

1. ***Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?***
2. ***Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?***

Je nach Erfüllungsgrad werden die Fragen in den folgenden Abstufungen beantwortet

Antwort	Anmerkung
Ja	Frage kann für den betreffenden Bereich ohne Vorbehalte positiv beantwortet werden.
Ja, mit Einschränkungen	Frage kann für den betreffenden Bereich teilweise positiv beantwortet werden; Vorbehalte und Empfehlungen für Nebenbedingungen sind ausformuliert.
Nein	Frage kann aufgrund grober Mängel entweder gar nicht oder nicht positiv beantwortet werden; Mängel können nicht durch Nebenbedingungen behoben werden.

### 7.2.1. IGB Kapitel 2: Untergrund

Im Kapitel 2 des Ingenieurgeologischen Berichtes werden der geologische Rahmen des Projektgebietes und der Aufbau des Untergrundes sowie der tektonische Bau mit den vorherrschenden Trennflächensystemen übersichtlich und plausibel erörtert.

Die beteiligten Gesteine und Gesteinsabfolgen wurden, soweit dies aus den Unterlagen abzuleiten ist, detailliert und fachmännisch im Gelände kartiert und dokumentiert.

Verschiedene Formen, Stadien und Tiefenreichweite der Gesteinsverwitterung wurden zweckmäßig und plausibel sowohl oberflächlich kartiert als auch im Zuge des Erkundungsprogrammes anhand von Kernbohrungen erkundet und klassifiziert.

Die Beschreibung des tektonischen Baues des Projektgebietes und der näheren Umgebung erfolgt in einer, einem Einreichprojekt angemessenen Detailtiefe und beschreibt ein nachvollziehbares Gebirgsmodell.

Die Aufbereitung von Trennflächenmessdaten (aus Kartierung und bohrlochgeophysikalischen Auswertungen) erfolgt übersichtlich (getrennt in dominantes Schieferungsgefüge und Kluftscharen + Harnischflächen) und schlüssig. Anzumerken ist, dass die Anzahl der aufgenommenen Kluft- und Harnischflächen im Vergleich zur Anzahl der dokumentierten Schieferungsflächen deutlich geringer ist (144 zu 343), und laut Bericht nur Kluft- und Harnischdaten, die während der



geologischen Kartierung 2012 aufgenommen wurden, verarbeitet worden sind, obwohl aus den dem Planer zur Verfügung stehenden bohrlochgeophysikalischen Aufzeichnungen ein deutlich größerer Datensatz vorhanden ist.

Die Ausführungen beziehen sich häufig auf Unterlagen, die aus der Erkundungsphase und der Projektierung für den Koralm-Basistunnel stammen auf nicht Teil der eingereichten Unterlagen sind. Sie werden aber nach Angaben des Planers 3G zur UVP-Verhandlung zur Einsichtnahme vorliegen.

Die Unterlagen sind insgesamt auf einem für ein Einreichprojekt üblichen Stand der Technik. Die Ausführungen sind plausibel und fachlich nachvollziehbar. Die z.T. fehlende Referenzierung von Quellen bzw. der Verweis auf nicht eingereichte Unterlagen des Koralm-Basistunnelprojektes hat keinen negativen Einfluss auf die Beurteilbarkeit.

**Fazit Beschreibung des Untergrundes:**

**Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?**

Ja.

**Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?**

Ja.

### 7.2.2. IGB Kapitel 3: Grund- bzw. Bergwasser [6]

Das Kapitel 3 des Ingenieurgeologischen Berichtes und der gesamte Hydrogeologische Bericht betrifft das Schutzgut Wasser, im speziellen Fall Porengrundwasser und Kluftgrundwasser und ist Kernthema der Umweltverträglichkeitsprüfung im Fachbereich Ingenieurgeologie und Hydrogeologie.

Das Kapitel 3 des IGB *Grund- bzw. Bergwasser* gibt vor allem qualitative Auskunft über Ergebnisse der hydrogeologischen Geländeaufnahme sowie über Rückschlüsse auf unterirdische Wasserwegigkeiten, die aus der Erkundung des Projektstandortes und des bereits laufenden Vortriebes des Koralmtunnels (Baulos KAT 2) gezogen werden konnten. Der Planer bezieht sich auf das weitere Projektgebiet betreffende, aktuelle Publikationen und Erfahrungen und operiert somit dem Stand der Wissenschaft und Technik entsprechend.

**Die Grund- und Bergwasserverhältnisse werden im Wesentlichen qualitativ vollständig, plausibel und nachvollziehbar zusammengefasst.** Eine quantitative Klassifizierung findet unter „Kapitel 5: Felduntersuchungen“ im IGB statt.

### 7.2.3. IGB Kapitel 4: Laboruntersuchungen

Die präsentierten Untersuchungen gliedern sich in

- Bodenmechanische Analysen,
- Felsmechanische Analysen,
- Analysen zur Mineralogie und Abrasivität sowie
- Grund- und Bergwasseranalysen in Hinblick auf Betonaggressivität.

Die Bodenmechanischen Analysen wurden am Bodenmechaniklabor bzw. Felsmechaniklabor der TU Graz und im Erdbaulabor der TU Wien durchgeführt. Es werden Versuchsarten sowie Resultate beschrieben, die den zitierten Prüfberichten entnommen wurden. Die angewandten Methoden sind aus der Sicht des SV zweckmäßig, plausibel und dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend. Es wird auf die Stellungnahme des SV für Dammbau und Geotechnik verwiesen.

Alle präsentierten Ergebnisse der felsmechanischen Analysen, Abrasivitätsanalysen und Grund- bzw. Bergwasseranalysen stammen zur Gänze aus den Erkundungen für den Koralmtunnel und haben somit bereits einen positiven UVP Bescheid erhalten. Es wird vom Unterfertigten vorausgesetzt, dass die angewandten Methoden im Sinne der Fragestellung zweckmäßig, plausibel sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend sind. Es wird auf die Stellungnahme des SV für Hohlraumbau verwiesen.

**Aus fachlicher Sicht sind die präsentierten Ergebnisse vollständig, plausibel und nachvollziehbar und konsistent mit den Aussagen des Hydrogeologischen Berichtes.**

***Fazit Laboruntersuchungen:***

***Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?***

**Ja**

***Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?***

**Ja**

#### **7.2.4. IGB Kapitel 5: Felduntersuchungen**

Die Felduntersuchungen gliederten sich laut Ingenieurgeologischem Bericht in

- Geländekartierung (1:5000 bzw. 1:2000)
- Kernbohrungen
- Schürfe
- Geophysikalische und hydrodynamische Versuche
- Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit (Bohrlochversuche)
- Ermittlung der Lagerungsdichte (SPT Versuche in Bohrlöchern)

Die Geländekartierung wurde in einem der Projektphase entsprechenden Maßstab kartiert. Die Kartierung wird als zweckmäßig erachtet, die Ergebnisse sind plausibel und übersichtlich ausgearbeitet. Die Verwendung eines digitalen Höhenmodells als Kartierungsgrundlage ist zweckmäßig und dem Stand der Technik entsprechend.

Die im Bereich der Speicher gewonnenen Untergrundinformationen stammen aus Bohrungen (2 Glitzalm, 5 Seebach) und Baggereschürfen (7 Glitzalm, 1 Seebach). Zusätzlich konnte auf die Ergebnisse von Erkundungsbohrungen im Projektgebiet und dessen Nahbereich zurückgegriffen werden, die im Rahmen der Erkundung für den Koralmtunnel ausgeführt wurden.

**Das Untersuchungsprogramm wird als zweckmäßig erachtet, die Ergebnisse sind plausibel. Die durchgeführten Aufschlussarbeiten sind allgemein üblich und dem Stand der Technik entsprechend. Für kommende Projektphasen wird auf den Entwurf eines erweiterten Untersuchungsprogrammes verwiesen.**

Die geophysikalischen Versuche wurden im Bereich des Ober- und Unterspeichers von der Joanneum Research GmbH durchgeführt und ergaben zusammen mit den dort abgeteufte Bohrungen und hergestellten Schurfroschen ein nachvollziehbares und plausibles Bild der Mächtigkeit der Lockermaterialbedeckung. Die zusätzlich in den Bohrungen durchgeführten geophysikalischen und hydrodynamischen Versuche umfassten Befahrungen mit akustischen (ABI) und/oder optischen (OBI) Bohrlochscannern (Gefüge- und Kalibermessungen etc.) sowie Tracer-Fluid-Logging, Flowmetermessungen (Wasserwegigkeiten) und die Dokumentation hydrologischer Parameter (Leitfähigkeit, Temperatur). Auch geophysikalische Ergebnisse der Erkundungen für den Koralmtunnel (ABI/OBI, Gammalogging, Temperatur- und

Leitfähigkeitsmessungen) standen zur Verfügung. Der Datensatz ist somit umfangreich und deckt räumlich den Projektraum ab.

**Die Untersuchungen sind zweckmäßig, deren Ergebnisse plausibel. Der Einsatz der genannten Methoden entspricht dem Stand von Wissenschaft und Technik.**

Für die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit wurden hydraulische Bohrlochversuche durchgeführt. Es wurden sowohl Ergebnisse der Erkundungsarbeiten für den Koralmtunnel als auch Ergebnisse der aktuellen Erkundungen herangezogen. Die Ergebnisse von Wasserabpressversuchen (WAP) die im Zuge der Erkundung 2013/2014 an ausgewählten Bohrungen durchgeführt wurden sind nachvollziehbar und plausibel aufbereitet und übersichtlich dargestellt.

**Die Methoden sind referenziert und folgen aktuellen Publikationen. Die Auswertung erfolgte dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend.**

**Die vorgelegten Unterlagen bezüglich der Felduntersuchungen sind aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar.**

***Fazit Felduntersuchungen:***

***Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?***

Ja

***Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?***

Ja

### **7.2.5. IGB Kapitel 6 und 7: Ingenieurgeologische Beurteilung – Oberspeicher Glitzalm bzw. Unterspeicher Seebach**

Die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten (Beurteilung siehe 7.2.1 bis 7.2.4) wurden herangezogen um die Speicherstandorte Glitzalm und Seebach nach ingenieurgeologischen Gesichtspunkten zu beurteilen. Es wurde auf die Geomorphologie und die Untergrundverhältnisse eingegangen. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wurde eine hydrogeologische und eine ingenieurgeologische Beschreibung der jeweiligen Standorte ausgearbeitet. Auf Basis der Laborergebnisse wurden repräsentative Boden- und Felskennwerte vorgestellt. Anhand der ermittelten Wasserdurchlässigkeiten wurden Rückschlüsse auf die Dichtigkeit des Untergrundes (Lockergesteine und Festgesteine) gezogen. Als Grundlage für die Beurteilung der Verfügbarkeit von Dammschüttmaterial werden die Ergebnisse aus Bohrungen, Schürfen, der geophysikalischen Untersuchungen und der Laboruntersuchungen (Sieblinien) angeführt.

Die an tiefgründig verwittertem Fels aus dem künftigen Speicherbecken durchgeführte Laboranalytik hat relativ ungünstige Eigenschaften als Dammschüttmaterial nachgewiesen, wobei sowohl Klein- als auch nachgeforderte Großrahmen-Scherversuche ähnliche Ergebnisse brachten. Die charakteristischen Kennwerte des Lockergesteins bzw. des als Lockergesteins anzusehenden, gänzlich verwitterten Kristallin i.allg. sind in der Größenordnung und Streuung nachvollziehbar und wurden auch für den anstehenden Untergrund (Dammaufstandsfläche) angesetzt [3].

Es konnten keine fachlichen oder inhaltlichen Widersprüche in der ingenieurgeologischen Beurteilung des Planers bezüglich des Oberspeichers Glitzalm und des Unterspeichers Seebach festgestellt werden.

**Die Unterlagen sind aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar.**

**Fazit**

**Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?**

**Ja**

**Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?**

**Ja**

**7.2.6. Ingenieurgeologische Beurteilung Böschungsstabilitäten**

Die Methoden sind referenziert und folgen aktuellen Publikationen. Die Auswertung erfolgte dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend.

Die angegebenen Eingangsdaten bezüglich Trennflächengefüge, Rechenkennwerte für Boden- und Felsmaterialien, Belastungsmaßnahmen und Seismizität sind plausibel, nachvollziehbar und übersichtlich hergeleitet.

Die Ergebnisse und getroffenen Aussagen sind nachvollziehbar und plausibel.

Bezüglich der Einschränkung der Stauraum-Böschungsstabilität Seebach über intaktem Kristallin siehe Kapitel 9, Empfehlungen für Nebenbedingungen.

**Fazit Geologische Karten und Schnitte:**

**Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?**

**Ja, mit der angeführten Einschränkung, siehe Empfehlungen für Nebenbedingungen**

**Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?**

**Ja, mit der angeführten Einschränkung, siehe Empfehlungen für Nebenbedingungen**

**7.2.7. IGB Kapitel 8: Ingenieurgeologische Beurteilung – Untertagebauwerke****GA Ermittlung**

Als Schlüsselparameter für die GAs werden vom Planer die Tropie, die Zerlegung [cm], der Kataklastizität (betrifft 2 Störungsgesteinsgebirgsarten), die Gesteinsdruckfestigkeit (UCS), der Verwitterungsgrad sowie die Verkarstung angegeben. Tatsächlich wird die Einteilung in GAs vornehmlich anhand dreier Schlüsselparameter getroffen (Zerlegung, Gesteinsdruckfestigkeit, Verwitterung).

Alle GA mit Ausnahme der GA1 und einer Störungsgesteins-GA werden als „anisotrop“ klassifiziert. GA1 ist als GA nicht im Längenschnitt prognostiziert und wird überhaupt nur bei einem Bauteil (Zufahrtstollen Apparatekammer Glitzalm) im unmittelbaren Portalbereich erwartet. Die Anisotropie hat also gesamtheitlich betrachtet keinen großen Unterscheidungswert als Schlüsselparameter.

Die Zerlegung wird in ihrer angetroffenen Bandbreite den zueinander abgegrenzten und in der Größenordnung passenden einaxialen Druckfestigkeitsbereichen (Gesteinsdruckfestigkeit UCS) zugeordnet. Dadurch werden 5 maßgebliche Druckfestigkeitsklassen geschaffen, wobei den meisten Druckfestigkeitsklassen mehrere Zerlegungsgradklassen zugewiesen werden. Zusätzlich wurden den geringsten Druckfestigkeiten die höchste Verwitterungsintensität und vice versa die höchsten Druckfestigkeiten dem geringsten Verwitterungsgrad zugewiesen.

Das Verkarstungspotential wird bei allen GA (außer GA1 und die beiden Störungsgesteins-GA) qualitativ gleich und als untergeordnet beschrieben.

Die GA unterscheiden sich also im Wesentlichen in den angegebenen Wertebereichen für die felsmechanischen Gesteinskennwerte, dem Verwitterungsgrad und dem Zerlegungsgrad. Die Wertebereiche der Gesteinskennwerte wurden den GA in nachvollziehbarer Weise zugeordnet. Da jedoch jede Lithologie in jeder GA enthalten ist, gibt es Parameter-Kombinationen, die aufgrund der präsentierten Laborergebnisse nicht klar nachvollziehbar sind. Als Beispiel kann Plattengneis in der Ausprägung GA2 angeführt werden (siehe folgende Tab. 1).

Plattengneis		Labor		GA2
	Einheit	Triaxialversuch	Einaxialer Druckversuch	Gesteinskennwerte
$\sigma$ [MPa]	Minimalwert	62,9	68,7	5
	Maximalwert	203,6	193,7	25
	Median	-	-	10
	Mittelwert	138	123	-
mi [-]	Minimalwert	5,2	-	2
	Maximalwert	19,4	-	10
	Median	-	-	5
	Mittelwert	10,35	-	-
$\gamma$ [°]	Minimalwert	22,2	-	30
	Maximalwert	49,4	-	40
	Median	-	-	35
	Mittelwert	35	-	-
c [MPa]	Minimalwert	16,9	-	1
	Maximalwert	57,9	-	7
	Median	-	-	2,5
	Mittelwert	36,7	-	-
Ei [MPa]	Minimalwert	37 600	-	7 000
	Maximalwert	66 700	-	30 000
	Median	-	-	17 000
	Mittelwert	54 770	-	-
$\nu$ [-]	Minimalwert	0,09	0,08	0,1
	Maximalwert	0,2	0,26	0,2
	Median	-	-	0,15
	Mittelwert	0,14	0,14	-

Tab. 1: Vergleich der Laborwerte Plattengneis und der Gesteinskennwerte der GA2, die den Plattengneis enthält

**Generell wird festgestellt, dass Unterschiede zwischen den relativ klar unterscheidbaren Lithologien „verschmiert“ worden sind und die Annahme getroffen wurde, dass das Bauwerk in ein und demselben Gestein in unterschiedlicher Ausprägung (GA1 bis GA11) errichtet wird. Für die einzelnen Bauteile werden im geologischen Längenschnitt des Gesamtprojektes und des Zufahrtsstollens immer mehrere Gebirgsarten (zwischen ca. 30% und 92% aller möglichen GA) angegeben, sodass auch diese Prognose einer gewissen Unschärfe unterworfen ist. Für das Stadium einer Einreichplanung ist es jedoch ausreichend genau.**

Gemäß [33] sind für die Bestimmung der und Abgrenzung von Gebirgsarten jedenfalls die mechanischen und die hydraulischen Eigenschaften des Gebirges zu ermitteln. Alle auftretenden Lithologien wurden jedoch als Hauptgesteinsart jeder GA zugewiesen, damit gilt z.B. auch die gesamte ermittelte Bandbreite der hydraulischen Durchlässigkeit für jede GA und in Folge für jeden GVT, der eine beliebige GA enthält. Dies umfasst eine Bandbreite, die zwischen  $1,3 \cdot 10^{-9}$  m/s bis

in den unteren  $10^{-5}$  m/s Bereich liegt und sich somit über 5 Magnituden erstreckt. An offenen Fugen werden eng begrenzt noch höhere Werte erwartet. Eine Erwähnung der hydraulischen Eigenschaften des Gebirges gemäß [33] erfolgt jedoch im Rahmen der Erstellung der GA nicht.

Im Hydrogeologischen Bericht [6] wird der Annahme einer mit der Tiefe abnehmenden hydraulischen Durchlässigkeit Rechnung getragen, und eine Modellvorstellung angegeben die bei der quantitativen Abschätzung der Wasserzutritte in die Untertagebauwerke herangezogen wurde.

Dabei gilt:

- GOK bis 50 m Teufe: Felsauflockerungszone, kf-Wert =  $1,0 \cdot 10^{-6}$
- > 50 m bis 100 m Teufe: Felsauflockerungszone, kf-Wert =  $3,8 \cdot 10^{-7}$
- > 100 m Teufe: kristalline Gesteinsfolgen, kf-Wert =  $1,0 \cdot 10^{-8}$

Da, wie oben angeführt, jede GA als Sammellithologie behandelt wird und somit das gesamte Gebirge als Hauptgesteinsart dargestellt wird, der ortsabhängig unterschiedliche Eigenschaften zugeordnet werden, ist diese Modellvorstellung konsequent und im Rahmen der Planungsunterlagen nachvollziehbar.

Die eigentliche geotechnische Prognose zum Vortrieb ist basierend auf die vorweg dargelegte Methodik nachvollziehbar.

**GVT Ermittlung**

Laut der Richtlinie für die geomechanische Planung von Untertagebauwerken im zyklischen Vortrieb [33] (S. 16) sind folgende Mindestangaben für jeden Gebirgsverhaltenstyp (GVT) erforderlich:

Mindestangabe gemäß RILI	in der Planung berücksichtigt:
Gebirgsart(en)	<b>berücksichtigt</b>
Orientierung der maßgeblichen Trennflächen relativ zum Hohlraum	<b>teilweise berücksichtigt:</b> Der Planer wählt für GVT 1 bis GVT 4 wortgleich dieselbe Formulierung: „Die Schieferungsflächen streichen normal bis schleifend zur Bauwerksachse und fallen mittelsteil sowohl in als auch gegen die Vortriebsrichtung ein. Meist zwei, überwiegend (nur bei GVT1, sonst einfach „steil stehende“) steil stehende Kluftscharen“. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Schieferungsflächen in allen GVT offensichtlich in alle Richtungen einfallen können und somit keine Unterscheidung bezüglich einer Relevanz getroffen wird.  <b>Die Orientierung der Schieferungsflächen in GVT 1 bis GVT 4 scheint also laut Planer nicht relevant zu sein.</b>  Bei GVT 5 bis GVT 7 wird die Orientierung der Haupttrennflächen als „Nicht relevant“ bezeichnet.
Beanspruchung des Hohlraumrandes und des hohlraumnahen Bereiches	<b>berücksichtigt:</b> als „Spannungssituation“ bezeichnet
Bergwasserverhältnisse: Abgrenzung von Mengen/Drücken, unter welchen der GVT gültig ist	<b>teilweise berücksichtigt,</b> es erfolgt keine Abgrenzung von Wassermengen/Wasserdrücken unter denen der GVT gültig ist
Skizze der erwarteten Gebirgsstruktur	<b>berücksichtigt</b>

Gebirgsverhalten (Versagens- und Bruchmechanismen, Langzeitverhalten)	<b>teilweise berücksichtigt,</b> Langzeitverhalten fehlt
Größenordnung der Verschiebung des gestützten Hohlraumrandes und Angabe der dominanten Verschiebungsrichtungen. Unterscheidungen, ob Verschiebungen rasch abklingen, oder lange andauern können	<b>teilweise berücksichtigt,</b> Angabe der dominanten Verschiebungsrichtungen sowie Unterscheidungen, ob Verschiebungen rasch abklingen oder lange andauern können, fehlen.

Tab. 2: Vergleich der geforderten Mindestangaben gemäß [33] und den vorliegenden Unterlagen

### Anmerkungen zu Bauteilen

#### Energieableitungsschacht

Laut mündlicher Auskunft des Planers war eine Folienabdichtung des gesamten Schachtes geplant. Aus diesem Grund sollte es während der Betriebsphase zu keinen Wasserzutritten kommen. In der vorliegenden Endfassung des Berichtes wurde dies jedoch nicht eingearbeitet. Überdies wird für die Betriebsphase dieselbe Gesamtwassermenge wie während der Bauphase erwartet. Dies ist nach einer Vorentwässerung während der Bauphase anzuzweifeln.

#### Be- und Entlüftungstollen Wasserschloss Garanas

Unter der Prognose der auftretenden GAs scheint eine GA 12 auf. Diese ist jedoch unter Kapitel 8.1.3 nicht definiert. Es handelt sich auch nicht um eine der Kataklastit-GA da diese beide gesondert ebenfalls prognostiziert sind.

#### Zufahrtstollen Apparatekammer Glitzalm

Es werden pro 100 lfm Stollen und gleichzeitig eine maximale Gesamtwassermenge für die Länge des Bauwerks von bis zu 10 l/s prognostiziert. Dies setzt voraus, dass es im Bereich des Möglichen liegt, dass dies auch eintreten kann sollten tatsächlich bis zu 10 l/s pro 100 lfm Stollen eintreten, müsste die anzuschätzende Gesamtmenge für das Gesamtbauwerk zumindest 20 l/s betragen (Länge des Bauwerkes!), um dieser Art der Quantifizierung zu entsprechen.

#### **Fazit:**

***Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?***

**Ja, mit angeführten Einschränkungen**

***Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?***

**Ja, mit angeführten Einschränkungen**

### 7.2.8. IGB Kapitel 9: Ergänzende Charakterisierung

In kurzen Unterkapiteln werden die Betonaggressivität der Grund- und Bergwässer, der Primärspannungszustand des Gebirges, die Seismizität direkt im und in der Umgebung des Projektgebietes sowie die Entwässerbarkeit des Untergrundes abgehandelt.

**Die gezogenen Schlüsse sind plausibel und nachvollziehbar.**

**Fazit:**

**Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?**

Ja

**Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?**

Ja

### 7.2.9. IGB Kapitel 10: Weiterführende Erkundungen

Auf dieses Kapitel wird in den Empfehlungen für Nebenbedingungen näher eingegangen.

### 7.2.10. Geologische/Hydrogeologische Karten, Schnitte und Pläne

Teil der umfangreichen Unterlagen sind auch geologische Längsprofile und Schnitte, sowohl der Speicherstandorte als auch des Gesamtprojektes sowie des Zufahrtsstollens zur Kaverne, eine hydrogeologische Karte des Projektgebietes und geologische Karten beider Speicherstandorte und des Gesamtprojektgebietes. Die vorliegenden Endfassungen der Pläne und Schnitte wurden auf Plausibilität und Konsistenz überprüft.

Ein Vergleich des geologischen Längenschnittes des Gesamtprojektes mit dem geologischen Schnitt des Zufahrtsstollens zur Kaverne offenbart nicht nachvollziehbare Unterschiede. Im Bereich, in denen die Längsprofile einen - in etwa 130 m Distanz zueinander - parallelen Verlauf haben, zeigt ein Feinkorngneis-/Schiefergneis-/Glimmerschieferzug, in der auch Marmore und Amphibolite auftreten können, einen signifikant unterschiedlichen Verlauf. Während im geologischen Längenschnitt des Gesamtprojektes dieser Gesteinszug in Richtung der Kavernenanlage eine, unter rein geometrisch konstruktiven Gesichtspunkten, unerklärliche Aufsteilung des Schichtverlaufes andeutet, verläuft die Lage im Schnitt des Zufahrtsstollens zur Kaverne in gleichbleibendem Winkel bis an die Oberfläche.

Zusätzlich ist anzuführen, dass unter Berücksichtigung des zur Konstruktion herangezogenen Flächenpols der Schieferungsflächen 017/32 (aus ABI/OBI Messungen der TB 02/00) und des Profilwinkels (Winkel zwischen dem Streichen der Gesteine und der Profillinie) durch die Änderung der Orientierung der Bauwerksachse (und damit des Profilschnittes) das zu konstruierende scheinbare Einfallen des Schichtpaketes im Längenschnitt des Gesamtprojektes ab Station 3200 und im Schnitt des Zufahrtsstollens zur Kaverne etwa ab Station 1560 einen flacheren Verlauf nehmen müsste.

Der in den beiden Schnitten dargestellte Verschnitt des betreffenden Schichtpaketes mit der Oberfläche scheint laut geologischer Übersichtskarte auch nicht durch Oberflächenaufschlüsse belegt zu sein.

Im hydrogeologischen Bericht wird in Kapitel 3.2.3. Hydrochemischer Überblick auf die Quelle JR 519 (J519 in der Hydrogeologischen Übersichtskarte) verwiesen, deren Chemismus auf einen Ursprung in Karbonatischen Gesteinen nahelegt. Weiters wird angegeben, die Messstelle läge „im Bereich des möglichen Ausbisses einer, in der Bohrung TB 02/00 erbohrten Marmoreinschaltung in den Gesteinen der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge“. Diese Interpretation ist angesichts der vorliegenden Profilschnitte und der hydrogeologischen und geologischen Übersichtskarte nicht nachvollziehbar. Gemäß genannten Unterlagen würde ein derartiger Ausbiss mehrere 100 Meter weiter SW erfolgen.

Die Erkundung des Verlaufes der Glimmerschiefer/Schiefergneis-Abfolgen mit Marmoreinschaltungen muss ohne Zweifel hohe Priorität im Rahmen erweiterter Erkundungsarbeiten haben. Insbesondere im Bereich der großen Kavernen mit > 700m Überlagerung müssten würden diese Gesteine andere Gebirgsverhaltenstypen als die



Prognostizierten darstellen. Im Entwurf des Planers lag zumindest größtes Augenmerk darauf, durch die Situierung der Kavernen zu vermeiden, dass die genannten Gesteinsserien beim Ausbruch großer Querschnitte angetroffen würden. Diese Prognoseunschärfe ist für ein Einreichprojekt nicht ungewöhnlich. Die ingenieurgeologisch/felsmechanische Situation muss aber vor der Detailplanung mit entsprechenden Tiefenerkundungen geklärt werden.

**Fazit Geologische Karten und Schnitte:**

**Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?**

**Ja, mit angeführten Einschränkungen, siehe Empfehlungen für Nebenbedingungen**

**Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?**

**Ja, mit angeführten Einschränkungen, siehe Empfehlungen für Nebenbedingungen**

### 7.2.11. Hydrogeologischer Bericht [6]

Der Hydrogeologische Bericht beschreibt und bewertet die erkundete IST-Situation und prognostiziert und bewertet in der Folge die Auswirkungen und Risikopotentiale des Bauvorhabens auf die Grund- und Bergwassersituation.

Bei der Beschreibung und Bewertung der IST-Situation werden die geologischen Verhältnisse inhaltlich analog zum Kapitel 2 des IGB beschrieben. Kapitel 3.2.1.2 „Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit“ im HB entspricht textlich wie inhaltlich dem Kapitel 5.5 des IGB. Kapitel 3.2.2.2 „Oberspeicher Glitzalm“ im HB entspricht in Teilen dem Kapitel 6.2.1 „Hydrogeologische Beschreibung“ und 6.2.4 „Dichtheit des Untergrundes“ im IGB (beides im Kapitel 7 Ingenieurgeologische Beurteilung – Oberspeicher Glitzalm).

Analog dazu entspricht Kapitel 3.2.2.3 „Unterspeicher Seebach“ im HB in Teilen dem Kapitel 7.2.1 Hydrogeologische Verhältnisse“ und 7.2.4 „Dichtheit des Untergrundes“ (beides im Kapitel 7 Ingenieurgeologische Beurteilung – Unterspeicher Seebach).

**Die Aussagen zur Dichtheit des Untergrundes im Bereich der Untertagebauwerke und dem Druckniveau der Wasserstände sind plausibel und nachvollziehbar.**

Der hydrochemische Überblick (Kapitel 3.2.3) beschreibt plausibel die Herkunft untersuchter Quellwässer. Anhand ausgewählter Quellen wird auch die mittlere Verweildauer von Grund- und Bergwasser dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass Quellen, die hydrochemisch als erdalkalisch karbonatische Wässer mit erhöhtem Ca-Gehalten klassifiziert wurden (JR 789 und JR 793) und damit in ihrem Chemismus durch Marmor- oder Kalksilikatgestein im Einzugsgebiet beeinflusst wurden, eine kürzere Verweildauer haben als Wässer, denen alkalisch karbonatischer Charakter und niedrige Ca-Gehalte zugeordnet werden können (JR 574). Eine entsprechende Verknüpfung Verweildauer/ Chemismus liegt auf der Hand, fehlt aber im Hydrogeologischen Bericht.

Zur Beurteilung des Wasserhaushaltes wurde eine Wasserbilanz erstellt. Der mittlere Jahresniederschlag und die mittlere aktuelle Evapotranspirationsrate werden plausibel und nachvollziehbar hergeleitet. Alle anderen Eingangparameter werden über den Niedrigwasserabfluss NQ (MoMnQ-Verfahren nach WUNDT, base flow) hergeleitet. Dabei wird von der vereinfachten Annahme ausgegangen, dass der NQ dem Grundwasser-Abfluss und damit in etwa der Grund- und Bergwasserneubildungsrate entspricht.

Die Verwendung dieser Methode impliziert die Annahme, dass Grund- oder Bergwasserverluste aus Unterläufigkeit, Grundwasser-Evapotranspiration und durch Grundwasserentnahme minimal sind [35]. Da jedoch eine signifikante Evapotranspirationsrate als Eingangswert angenommen wird, ist die Verwendung des NQ als Proxy (indirekter Anzeiger) für die Neubildung von Grund- bzw. Bergwasser als Anschätzung zu sehen. Dies gilt auch für alle daraus abgeleiteten Werte.

Für die Wasserbilanz des Goslitzbaches wurde für die Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate anstatt der für das Einzugsgebiet im HGB angegebenen 9,1 km<sup>2</sup> ein Wert von 8,5 km<sup>2</sup> verwendet. Daraus ergibt sich in der Folge eine geringfügig höhere Grundwasserneubildungshöhe von 145 mm/a (korrekt wäre 135 mm/a). Durch den approximierenden Charakter der Methode fällt dieser Rechenfehler jedoch nicht ins Gewicht.

Basierend auf der Grund- und Bergwassersituation wurde die Sensibilität des hydrogeologischen Umfelds für das Gesamtprojekt aufgeteilt auf Teilräume bewertet. Die Bewertung erfolgte nach Angaben des Planers analog zur UVE Koralmtunnel anhand der Kriterien

- Beeinflussung von Gebieten mit Schutzstatus gemäß WRG
- Erhaltung bedeutender Grundwasservorkommen sowie
- Beeinflussung von Grundwassernutzung

nach einem dreistufigen Schema. Es wurde zwischen geringer, mittlerer und hoher Sensibilität unterschieden.

Die Sensibilität der Grund- und Bergwassersituation wurde in allen Kriterien für alle Teilräume als gering eingestuft. Die Voraussetzungen für diese Einstufung waren, dass:

- keine bzw. vereinzelte Schutzgebiete ausgewiesen sind,
- gering ergiebige Grund- bzw. Bergwasserkörper untergeordneter Bedeutung betroffen sind
- keine bzw. vereinzelte Grundwassernutzungen vorhanden sind.

**Diese Methodik und die gezogenen Schlüsse sind plausibel und nachvollziehbar.**

Der zweite große Abschnitt des HGB beschäftigt sich mit der Prognose und Bewertung der Auswirkungen und Risikopotentiale.

Für die Prognose unterirdischer Wasserzutritte wird ein Drei-Schicht-Modell angenommen. Die verwendeten Durchlässigkeiten basieren auf den Ergebnissen der WAP-Versuche die während der Erkundungsphase für das PSW Koralm durchgeführt wurden sowie auf den Untersuchungen für den Koralmtunnel. Für die Ermittlung des Wirkungsbereiches der druckentlastenden bzw. drainierend wirkenden Hohlrumbauteilen im Beharrungszustand wurden numerische Modellierungen durchgeführt.

Demnach kann es bei einer oberflächennahen Lage (bis 100 m Überlagerung) des betreffenden Hohlraumes entlang von wasserwegigen Trennflächensystemen lokal zu einer Absenkung des Grundwassers bis auf Bauwerkshöhe kommen. Aufgrund der geringen bis sehr geringen Durchlässigkeit des Gebirges wird jedoch bei größerer Überlagerungsmächtigkeit und tiefer liegenden Bauwerksabschnitten keine Absenkung des Grundwasserspiegels bis auf Bauwerkshöhe erwartet. Es kann jedoch auch bei tief liegenden Bauwerken zu einer lokalen Grundwasserspiegelabsenkung im Bereich einiger Meter (unter 10) kommen.

**Diese Ergebnisse sind plausibel und nachvollziehbar aufbereitet.**

Weiters erfolgt eine Beschreibung der einzelnen Untertagebauwerke in Hinblick auf die zu erwartenden hydrogeologischen Bedingungen. Inhaltlich überschneiden sich diese Aussagen mit Passagen aus der Geotechnischen Prognose zu den Vortrieben aus dem IGB, sind jedoch um Angaben über Quellaustritte im Nahbereich des Bauteiles und eine qualitative Beschreibung der Gebirgsdurchlässigkeit im betreffenden Bereich erweitert.

**Die Ausführungen dazu sind zweckmäßig, plausibel und dem Stand der Technik entsprechend.**

Es folgt eine Beschreibung der quantitativen Auswirkung, in der der Umsatzraum der Quellen berücksichtigt wird. Hierbei wird zwischen Bau- und Betriebsphase unterschieden. Beurteilt werden sechs Teilbereiche des Projektgebietes die im Einflussbereich der Bautätigkeit liegen

- Oberspeicher Glitzalm
- Bereich zwischen Glitzalm und Glitzfelsen
- Bereich zwischen Glitzfelsen und Garanashütte

- Bereich Gregormichlalm
- Bereich Seebach
- Unterspeicher Seebach

Nach Auflistung allgemeiner Aussagen zu den qualitativen Risikopotentialen während der Bauphase, dem Regelbetrieb und während eines Störfalles wird mit Hinblick auf die getroffenen quantitativen und qualitativen Aussagen auf die Wirkungsintensität (gering/mittel/hoch) in den Teilräumen des PSW Koralm eingegangen.

Aus den Ergebnissen für Sensibilität und Wirkungsintensität wird mittels einer Verknüpfungsmatrix die Eingriffserheblichkeit für den jeweiligen Teilraum abgeleitet. Auch hier wird zwischen Bau- und Betriebsphase unterschieden.

In Hinblick auf das Schutzgut Wasser wird eine Festlegung von Reduktions- und Ausgleichsmaßnahmen getroffen. Reduktionsmaßnahmen sollen die eigentliche Auswirkung auf das Grund- und Bergwasserregime, Ausgleichsmaßnahmen eine Kompensation in Bezug auf Wassernutzungen leisten.

Die Verknüpfung von Eingriffserheblichkeit und Maßnahmenwirksamkeit resultiert in der verbleibenden Auswirkung des PSW Koralm auf das Grund- und Bergwasserregime.

Demnach bestehen nur in den Bereichen

- Oberspeicher Glitzalm,
- der untertägigen Anlagenteile im Bereich zw. Glitzalm und Glitzfelsen, die oberflächennah verlaufen
- und der untertägigen Anlagenteile im Bereich Seebach

eine mittlere quantitative Restbelastung. Es wird in keinem Teilbereich eine qualitative Restbelastung erwartet.

Die Beurteilung des Planers (siehe vorliegenden Bericht Kapitel 0) bezüglich der Projektauswirkungen auf Grund- und Bergwasser sind basierend darauf nachvollziehbar und vollständig beschrieben.

**Die Methodik ist zweckmäßig, vorbildhaft ausgeführt und vollständig nachvollziehbar dargelegt. Die Ergebnisse sind vollständig, plausibel und fachlich nachvollziehbar.**

**Von Seiten des NASV für Baugeologie und Hydrogeologie wird zum vorgesehenen Beweissicherungsprogramm (vgl. Kapitel 5.3) angemerkt, dass gemäß Empfehlung für die Nebenbestimmung 20 das Messprogramm der Planungsphase bis ein Jahr vor Baubeginn weiterzuführen ist. Anschließend gilt das vom Projektanten ausgearbeitete Beweissicherungsprogramm (Hydrogeol. Bericht [8]). Die mit max. 6 Monaten angegebene Dauer der Beweissicherung nach Ende der Bauarbeiten ist allerdings zu kurz. Der Unterfertigte hält es für erforderlich, die Messungen nach Bauende noch bis mindestens sechs Monate nach der ersten Schneeschmelze, die auf das Ende der Bauarbeiten folgt, weiter zu führen.**

***Fazit Hydrogeologischer Bericht:***

***Sind die von der Projektwerberin angewandten Methoden (Mess-, Berechnungs-, Prognose- und Bewertungsmethoden) zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend?***

**Ja, die angeführten Einschränkungen schränken nicht die insgesamt positive Beurteilung ein.**

***Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Darstellungen aus fachlicher Sicht vollständig, plausibel und nachvollziehbar?***

**Ja.**

### 7.3. Fragenkomplex UVP – Gesetz § 17

Wurde die Immissionsbelastung des Grundwassers möglichst geringgehalten, und jedenfalls Immissionen vermieden die...

...das Leben oder die Gesundheit von Menschen gefährden?	<b>ja</b>
...das Eigentum oder sonstige dingliche Rechte (Wasserrechte) der Nachbarn/Nachbarinnen gefährden?	<b>nicht aus Sicht des Fachbereiches Geologie und Hydrogeologie zu beantworten.</b>
...die eine erhebliche Belastung der Umwelt durch nachhaltige Einwirkung verursachen?	<b>nicht aus Sicht des Fachbereiches Geologie und Hydrogeologie zu beantworten</b>
Ist zu erwarten, dass durch das Vorhaben aus geologischer Sicht negative Auswirkungen auf (die) Hangstabilität (und den) Bodenzustand zu erwarten sind und ergeben sich daraus erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen?	<b>nein</b>

### 7.4. Fragenkomplex WRG – Gesetz § 105

Ist durch das Vorhaben eine nachhaltige Beeinflussung der Beschaffenheit des Grundwassers zu erwarten?	<b>nein</b>
Ist eine Gefährdung der notwendigen Wasserversorgung durch das Vorhaben zu erwarten?	<b>Lokal kann es zur Verminderung von Quellschüttungsmengen kommen.</b>
Ist durch die Art der beabsichtigten Anlage eine Verschwendung des Grundwassers zu erwarten?	<b>nein</b>
Ist eine wesentliche Beeinträchtigung des ökologischen Zustandes des Grundwassers durch das Vorhaben zu erwarten?	<b>nicht im Rahmen des Fachbereiches Geologie und Hydrogeologie zu beantworten</b>
Ist durch das Vorhaben eine erhebliche Veränderung der Grundwasserneubildungsrate im Vergleich zur Nullvariante und damit eine Beeinträchtigung des ökologischen Zustandes des Grundwasserkörpers zu erwarten?	<p><b>Durch den Bau des Oberspeichers Glitzalm kommt es zu einer Versiegelung von etwa 8% (0,27 km<sup>2</sup>) des untersuchten Einzugsgebietes (3,4 km<sup>2</sup>) des Glitzbach. Dadurch kann es in diesem Bereich zu einer Veränderung der Grundwasserneubildungsrate kommen.</b></p> <p><b>Durch den Bau des Unterspeichers Seebach entsteht keine negative Beeinflussung der Grundwasserneubildungsrate da der Speicherraum nicht nach unten abgedichtet wird.</b></p> <p><b>Eine Änderung der Grundwasserneubildungsrate durch die Untertagebauwerke ist nicht zu erwarten, da es zu keinen oder nur zu vernachlässigbaren (Baufeld, Straßen) oberflächlichen Versiegelung</b></p>

	<b>kommt, die eine Infiltration verhindern würde.</b>
--	---

Ist durch die Bauphase (zB bei Sprengungen) eine relevante Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers durch Erschütterungen zu erwarten?	<b>Es ist mit einer Verminderung der Wasserwegigkeit im Bereich des Gebirgstragringes zu rechnen. Dies hat jedoch positive Auswirkungen, da dadurch eine Entwässerung des Gebirges zu den Hohlrumbaute abgemindert wird.</b>
Gibt es eine hinreichende Störfallvorsorge?	<b>nicht im Rahmen des Fachbereiches Geologie und Hydrogeologie zu beantworten</b>

## 8. Zusammenfassende Bewertung der Umweltverträglichkeit

Nach Begutachtung der dem SV für Geologie und Hydrogeologie vorliegenden Projektunterlagen, ergibt sich für die schutzgutorientierte Beurteilung (Schutzgut Wasser) der Umweltverträglichkeit in Bezug auf Grund- und Bergwasser eine

***vernachlässigbare bis gering nachteilige Auswirkung (C).***

Durch das Vorhaben bzw. dessen Auswirkungen (Ursachen) kommt es unter Umständen - und durch Einsatz entsprechend wirksamer Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung - zu einer geringen Beeinträchtigung des zu schützenden Gutes (Bergwasser/ Kluftgrundwasser) bzw. dessen Funktion. Insgesamt bleiben diese sowohl quantitativ, als auch qualitativ von vernachlässigbarer bzw. jedenfalls tolerierbarer geringer Bedeutung.

**Aus Sicht der Fachbereiche Ingenieurgeologie und Hydrogeologie kann von Seite des unterfertigten Sachverständigen bei Berücksichtigung der in Abschnitt 0 formulierten Empfehlungen, der Bewilligung und Ausführung des Projektes zugestimmt werden.**

## 9. Empfehlungen für Nebenbestimmungen aus dem Fachbereich Geologie und Hydrogeologie

1. *Für die baubegleitende Überwachung der Nebenbestimmungen aus den Fachgebieten Geologie/Hydrogeologie und Hohlraumbau, sowie für die Überwachung der fachgerechten Ausführung von Detailplanungen die baubegleitend erstellt werden und bescheidgemäß der Behörde zur Prüfung und Freigabe vorzulegen sind, wird eine geologisch/geotechnische Bauaufsicht gemäß §120 WRG bestellt.*
2. *Die geologisch/geotechnische Erkundung der Standorte von Lotschacht, Kaverne, und Unterwasserschloss (Garanas) durch direkte Aufschlüsse hat rechtzeitig vor der Detailplanung zu erfolgen. Die Ergebnisse und das resultierende Gebirgsmodell sind der Behörde zur Prüfung vorzulegen.*
3. *Die Untersuchungen haben auf die Konsolidierung des bestehenden Untergrundmodells abzielen. Insbesondere der Verlauf bzw. der Verschnitt mit der Oberfläche eines in der TB 02/00 erbohrten Schichtpaketes bestehend aus Gesteinen der Feinkorngneisfolge und der Glimmerschiefer-/ Schiefergneisfolge welche auch linsenförmige Einschaltungen von Kalzit- bzw. Dolomitmarmoren und Amphibolite enthalten können, ist durch geeignete Maßnahmen zu erkunden.*
4. *Erkundungsbohrungen in der Trasse des Triebwasserweges und der Zufahrtstunnel und -stollen sind als Bergwasserpegel auszubauen. Das Messintervall hat dem der Quellen und Abflüsse gemäß Punkt 21 zu entsprechen.*
5. *Weitere geologisch geotechnische Erkundungen sind im Zuge der Ausführung durchzuführen und betreffen unter anderen Bauwerken die „Dosiersperre Seebach“ den „Einlauf Bachumleitungsstollen“, die „Ausleitung Bachumleitungsstollen samt Rückgabebereich in den Seebach“ sowie die „Konsolidierungssperre Glitzbach“. Die Ergebnisse sind vor der Detailplanung der Behörde zur Prüfung vorzulegen.*
6. *Die Annahmen über den Untergrund, denen das geologische Modell und die geotechnische Planung der Dammgründungen zugrunde liegen, sind während der Bauphase laufend zu überprüfen, d.h. alle Aufstandsflächen (Damm und Kontrollgang, Triebwasserentnahme, Apparatkammer, Hochwasserentlastung), sowie alle Böschungsanschnitte im Beckenbereich und über der rundum laufenden Berme sind durch einen Ingenieurgeologen zu dokumentieren.*
7. *Die laut Planer nicht erbringbaren Böschungsbruchnachweise in der Lockergesteinsauflage eines Abschnittes des Unterspeichers Seebach machen ein Sicherheits-/Entwässerungskonzept der betreffenden Speicherböschungen im Lockergestein erforderlich. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei voller Pumpleistung (150m<sup>3</sup>/s) die Ablaufgeschwindigkeit entlang des Talweges (7% Gefälle) bis 10 m/min betragen kann.  
*Die in der Detailplanung ausgearbeiteten Maßnahmen sind der Behörde zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.**
8. *Werden im Zuge des Abraumes und Aushubes für die Beckengestaltung Glitzalm und Seebach sowie die jeweiligen Dammaufstandsflächen bis jetzt nicht bekannte oder unerwartete geologische Verhältnisse angetroffen, die Projektanpassungen erfordern, sind die betreffenden, geänderten Projektdetails der Behörde zur Prüfung vorzulegen.*
9. *Die Kriterien für die Tiefe des Abraumes in den Dammaufstandsflächen bzw. die laufende Überwachung dieser Kriterien sind für die Ausführungsplanung konkreter zu definieren.*
10. *Die endgültige Aushubtiefe der Dammaufstandsflächen ist abschnittsweise durch einen Ingenieurgeologen / Geotechniker festzulegen und die Aufstandsfläche zur Schüttung freizugeben.*
11. *Im Zuge der Aushubarbeiten des Beckens Glitzalm angetroffene natürliche Hang-/Schichtwässer sind getrennt von den Sickerwasser-Kontrolldrainagen des Dichtsystems zu fassen und in die Messkammer zu leiten.*
12. *Für alle zyklischen Vortriebe sind Rahmenpläne im Sinne der ÖGG-Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb zu erstellen.*



13. **Alle Vortriebe sind durch ein Team von im Druckstollenbau erfahrenen Baugeologen beratend zu begleiten und die angetroffenen Verhältnisse sind geologisch zu dokumentieren.**
14. **Mit dem Ende der Vortriebsarbeiten der einzelnen untertägigen Bauteile sind zeitnah Teilberichte zu erstellen und an die Behörde zu übermitteln. In diesen Berichten sind die angetroffenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu beschreiben und zu bewerten.**
15. **Drei Monate nach Ende aller Vortriebs- und Auskleidungsmaßnahmen ist ein umfassender geologisch/geotechnischer-hydrogeologischer Schlussbericht unter Beigabe aller Stollenbänder, Brustbilder, Bergwassermessungen und -analysen unaufgefordert der Behörde zu übermitteln. In diesem Schlussbericht sind die angetroffenen Verhältnisse und getroffenen Maßnahmen fachlich zu bewerten.**
16. **Diskrete Bergwasserzutritte zu den Hohlraumbauten über 1,0 l/s sind nach Möglichkeit messbar zu fassen (Abschlauchungen) und sind im gleichen Intervall wie die Obertagequellen zu messen (siehe Punkte 20 und 21). Das genauere Messprogramm ist im Zuge der Verhandlung in Abstimmung mit der Behörde festzulegen.**
17. **Es ist eine getrennte Messung der Bergwässer und Brauchwässer an den Portalen (Differenzmessungen) durchzuführen.**
18. **Der Bereich der Kraftkaverne ist der tiefste Punkt des Systems. Für die aus den Hohlraumbauten gepumpten Berg- und Brauchwässer muss eine der Prognose entsprechend ausreichend dimensionierte Gewässerschutzanlage vorhanden sein.**
19. **Auf der Grundlage des Dauerzuflusses zu den Hohlraumbauten nach Beendigung aller Vortriebsarbeiten ist eine Bilanz Grundwasserneubildungsrate/ Drainagewirkung in dem durch die Messungen nachgewiesenen Einflussbereich der Untertagebauten bezüglich des Grund- und Bergwassers durchzuführen. Zeigt diese Bilanz einen höheren Abfluss als die Grundwasserneubildungsrate kompensieren kann sind Maßnahmen zur Reduzierung von Bergwasserzutritten zu planen und der Behörde zur Prüfung vorzulegen.**
20. **Die Quellen- und Abflussmessungen, die bisher Planungsinstrument waren, sind zur hydrogeologischen Beweissicherung fortzuführen. Besonderes Augenmerk muss auf den im hydrogeologischen Bericht aufgelisteten Quellen liegen, die während der Bau- und Betriebsphase beeinträchtigt werden können. Darüber hinaus sind aber gegebenenfalls auch weitere repräsentative Quellen auszuwählen.**
21. **Für alle Quellen nach Punkt 20 ist im Zuge der Verhandlung in Abstimmung mit der Behörde (Fachbereiche Hydrologie und Umweltschutz) ein auf die Bauphasen abgestuftes Mess- und Beobachtungsprogramm mit unterschiedlichen Intervallen – bis zum Baubeginn, bis zum Beginn der Vortriebsarbeiten, während der Vortriebe, ab einem Jahr nach Abschluss der Ausbruchsarbeiten, bis zur Kollaudierung – festzulegen.**
22. **Bei der Kollaudierung der Anlage ist ein Dauer-Messprogramm für repräsentative Quellen, Bachquerschnitte und Bohrlochpegel vorzulegen, welches in die Betriebs- und Überwachungsordnung der Anlage zu übernehmen ist. Um die Langzeitauswirkungen quantifizieren zu können, sind die Messergebnisse und eine Bewertung der Ergebnisse nach fünf Jahren regulärem Betrieb unaufgefordert der Behörde zu übermitteln. Um eine Änderung des Dauer-Messprogrammes kann dann angesucht werden.**
23. **Die angetroffenen baugeologisch/hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse sind in Bestandsplänen darzustellen und rechtzeitig vor der ersten Füllung der Speicherbecken und des Triebwasserweges einschließlich der Wasserschlösser der Behörde vorzulegen. Das Gesamtoperat zur technischen Abnahme muss eine Beurteilung der Resultate aller bis dahin durchgeführten Beweissicherungen und geotechnischen Messungen enthalten.**
24. **Vor dem ersten Einstau sind im Seebachspeicher zwei repräsentative Hangprofile auszuwählen, an denen gegebenenfalls Hangverformungen durch die täglichen Ein- und Abstauzyklen gemessen werden können.**

- 25. Die Festlegung der Vermessungsfixpunkte außerhalb des Einflusses der Dammbauwerke zur Bauvermessung und dem geodätischen Monitoring während des Betriebes hat gemeinsam durch den Projektgeologen und das beauftragte Vermessungsbüro zu erfolgen.**

Dr. Sven Jacobs

Leobendorf,

2020-02-18

(ergänzt nach Auftrag der Behörde vom 30.01.2020)



**PSW Koralm**  
Projekt der  
**Pumpspeicherkraftwerk Koralm GmbH**  
**Burgring 18**  
**8010 Graz**

**Gutachten im Rahmen des UVP Verfahrens für das  
Fachgebiet Baugeologie und Hydrogeologie**

**Anhang 2**

**Auflistung der Änderungen u. Ergänzungen des Gutachtens Vers. 1,  
Stand Februar 2020.**

erstellt im Auftrag des Amtes der steiermärkischen Landesregierung  
Umwelt und Anlagenrecht, Wasser- und Schifffahrtsrecht

Leobendorf, 2020-02-18

**Basierend auf folgenden Austausch- bzw. Ergänzungsunterlagen:**

Austauschunterlagen (in bestehenden Mappen 1 und 7 ausgetauscht):

- 1.0.AL.11      Luftbildlageplan
- 7.3.WM.10      Schnitt Energieableitung und Verbindungsstollen Glitzfelsen

Ergänzungsunterlagen (in Ergänzungsmappen 10 und 11):

- 11.0.BU.01      Ergänzungsbericht zum UVP-Verfahren
- 11.0.BU.04      Beweissicherungsprogramm Quellen

**ÄNDERUNGEN**

Seite, Kapitel	Änderung	
S. 6, Pkt. 1.2.2.	Revisionsnummer und Datum	[13] Luftbildlageplan, PSW Koralm, Einreichprojekt 2014. M 1:10.000, 1.0.AK.11, rev5, Dezember 2019
S. 33, Pkt. 5.2.14.	Stollenlänge 595 m statt 475 m	Der Energieableitungsstollen führt ausgehend vom Portal im Bereich des Umspannwerkes Glitzalm über 595 m nach N zum Energieableitungsschacht.
S. 33, Pkt. 5.2.14.	Gesamtwassermenge von $\leq 45$ l/s statt $\leq 40$ l/s	Während der Bauphase werden abhängig von jahreszeitlichen Schwankungen bis zu 10 l/s je 100 Laufmeter (lfm) Stollen erwartet, die zu erwartende Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauwerksteillänge wird jedoch mit ca. 45 l/s angegeben.
Gesamtes Dokument	Korrektur diverser Tippfehler	

**ERGÄNZUNGEN**

Seite, Kapitel	Ergänzung	
S. 5, Pkt. 1.2.1.	Quellenverweise [9] und [10]	[9] Ergänzungsbericht zum UVP-Verfahren, 11.0.BU.01, Dez. 2019 [10] Beweissicherungsprogramm Quellen, 11.0.BU.04, Dez. 2019
S. 6, Pkt. 1.2.2.	Quellenverweis [32]	[32] Schnitt Energieableitung und Verbindungsstollen Glitzfelsen, Einreichprojekt 2015, M 1:1.000, 7.3.WM.10, rev 05, Dezember 2019
S. 35, Pkt. 5.3.	Kapitel mit Beschreibung des ergänzten Quellenbeweissicherungsprogrammes	„Im Hydrogeologischen Bericht des Einreichprojektes 2015 [8] ist das geplante Beweissicherungs- und Monitoringprogramm [...]“
S. 51, Pkt. 7.2.11.	Beurteilung des Beweissicherungsprogrammes	„Von Seiten des NASV für Baugeologie und Hydrogeologie wird zum vorgesehenen Beweissicherungsprogramm (vgl. Kapitel 5.3) angemerkt, dass [...]“