

Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Vigl  
Ingenieurkonsulent für Bauwesen

A-6780 Schruns  
Batloggstraße 52a  
E-Mail: alois.vigl@viglconsult.at

## GUTACHTEN

zu **Errichtung und Betrieb des Pumpspeicherwerkes Koralm**  
der Pumpspeicherwerk Koralm GmbH, Garanas

im Rahmen des UVP-Genehmigungsverfahrens

Fachgebiet: **Felsmechanik, Hohlraumbau, Injektionstechnik und Druckstollenbau**  
(Bericht VC 16-008-002a)

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

GZ: ABT 13-11.10-441/2016-2

## **Inhalt**

1	Veranlassung und Fachgebietsabgrenzung.....	4
2	Grundlagen der Beurteilung .....	4
2.1	Schriftliche Unterlagen: .....	4
3	Befund.....	5
3.1	Vorhabensbeschreibung .....	5
3.2	Anlagenteile Untertagebau .....	5
3.2.1	Allgemeines .....	5
3.2.2	Kontrollgang Glitzalm .....	6
3.2.3	Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm.....	6
3.2.4	OW Stollen.....	6
3.2.5	Apparatekammer Glitzalm .....	7
3.2.6	Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm.....	8
3.2.7	OW Schloss „Wasserschloss Glitzfelsen“ .....	8
3.2.8	Energieableitungsstollen und Verbindungsstollen Glitzfelsen .....	10
3.2.9	Lotschacht.....	11
3.2.10	Kraftwerkskaverne .....	12
3.2.11	Verteilrohrleitungen .....	14
3.2.12	Apparatekammer Kaverne.....	14
3.2.13	Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne – Unterwasserstollen und Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne .....	14
3.2.14	Zufahrtsstollen Kaverne .....	15
3.2.15	Wasserschloss UW Schloss Garanas .....	16
3.2.16	UW Stollen .....	18
3.2.17	Energieableitungsschacht .....	20
3.2.18	Umleitungsstollen Seebach .....	21
3.2.19	Apparatekammer Seebach.....	21
3.2.20	Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach.....	22
3.2.21	Hochwasserentlastungsstollen Seebach .....	23
3.2.22	Grundablassstollen Seebach.....	23
3.2.23	Schieberkammer Grundablass .....	24
3.2.24	Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach.....	25
3.3	Abdichtungskonzept Unterspeicher Seebach .....	25
3.3.1	Abdichtung Untergrund – Injektionsschirm Damm.....	25
4	Gutachten.....	27
4.1	Anlagenteile Untertagebau .....	27

4.1.1	Allgemein .....	27
4.1.2	Kontrollgang Glitzalm .....	27
4.1.3	Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm.....	27
4.1.4	OW Stollen.....	27
4.1.5	Apparatekammer Glitzalm .....	28
4.1.6	Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm .....	29
4.1.7	OW Schloss „Wasserschloss Glitzfelsen“ .....	29
4.1.8	Energieableitungsstollen und Verbindungsstollen Glitzfelsen .....	30
4.1.9	Lotschacht.....	31
4.1.10	Kraftwerkskaverne und Trafokavernen .....	32
4.1.11	Verteilrohrleitungen .....	34
4.1.12	Apparatekammer Kaverne.....	34
4.1.13	Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne – Unterwasserstollen und Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne .....	34
4.1.14	Zufahrtsstollen Kaverne .....	34
4.1.15	Wasserschloss UW Schloss Garanas .....	35
4.1.16	UW Stollen .....	36
4.1.17	Energieableitungsschacht .....	38
4.1.18	Umleitungsstollen Seebach .....	38
4.1.19	Apparatekammer Seebach.....	38
4.1.20	Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach.....	39
4.1.21	Hochwasserentlastungsstollen Seebach .....	39
4.1.22	Grundablassstollen Seebach.....	39
4.1.23	Schieberkammer Grundablass .....	40
4.1.24	Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach.....	40
4.2	Abdichtungskonzept Unterspeicher Seebach .....	40
4.2.1	Abdichtung Untergrund – Injektionsschirm Damm.....	40
5	Zusammenfassung und Beurteilung .....	42
5.1	Beantwortung der Prüfbuchfragen der UVP-Behörde .....	42
5.1.1	Allgemeine Fragen zu Projekt bzw. Gutachten .....	42
5.1.2	Fragenkomplex UVP- Gesetz § 17 .....	42
5.1.3	Fragenkomplex WRG Gesetz § 105.....	42
5.1.4	Nullvariante .....	43
5.2	Zusammenfassung von Befund und Gutachten.....	43
5.3	Zusammenfassende Bewertung der Umweltverträglichkeit .....	44

## **1 Veranlassung und Fachgebietsabgrenzung**

Mit der Eingabe vom 17.08.2016 wurde namens- und auftrags- der Pumpspeicherwerk Koralm GmbH mit Sitz in Garanas um Erteilung der Genehmigung nach den Bestimmungen des UVP-G 2000 für die Errichtung und den Betrieb des „Pumpspeicherwerkes Koralm“ angesucht.

Mit dem Schreiben vom 07.10.2016 (GZ: ABT 13-11.10-441/2016-2) wurde der Unterzeichnete seitens des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 13 für Umwelt- und Anlagenrecht, Wasser- und Schifffahrtsrecht, im Rahmen des verwaltungsbehördlichen Verfahrens zum gegenständlichen Projekt, als Sachverständiger für die Fachbereiche „**Felsmechanik, Hohlraumbbau, Injektionstechnik und Druckstollenbau**“ bestellt.

Der Beurteilungsumfang des gegenständlichen Fachbereiches wurde, mit Zustimmung der UVP-Behörde, gegenüber den benachbarten Fachbereichen, im Sinne einer Zuständigkeitsmatrix (Anhang 1) abgestimmt. Was den Massivbau und den allgemeinen Hochbau im jeweiligen Bereich (Speicher, Triebwasserweg, Untertagebau, Portale, Bachläufe) betrifft, besteht der Wunsch der Behörde, dass dies jeweils im Fachbereich grob mitbeurteilt wird und dass Nebenbestimmungen formuliert werden, die für besonders anspruchsvolle Bauteile und Konstruktionen im Zuge der Ausführungsplanung und Bauausführung den Einsatz eines fachkundigen Prüfgutachters (Prüfingenieur, Prüfstatiker) vorsehen.

## **2 Grundlagen der Beurteilung**

### **2.1 Schriftliche Unterlagen:**

Grundlage der Beurteilung bildet das seitens der PSKW Koralm GmbH übermittelte Einreichprojekt PSW Koralm, bestehend aus den Mappen 1/7 bis 7/7, GZ B1031/8676C; erstellt durch die Projektgruppe Pumpspeicher Koralm, im November 2015.

Als Folge der im Oktober durchgeführten UVP-Verhandlung (GZ: ABT13-11.10-441/2016-313) erfolgte eine Überarbeitung und Ergänzung des Projektes seitens der Antragstellerin (Revision 05). Mit Schreiben vom 14.02.2020 (GZ: ABT13-11.10-441/2016-350) wurden seitens der Behörde die Projektunterlagen der Revision 05 mittels USB-Stick digital zur Verfügung gestellt und bilden somit die letztgültige Beurteilungsgrundlage des vorliegenden Gutachtens.

### **2.2 Ortsaugenschein**

Am 10.08.2017 fand zusammen mit dem Verfahrensleiter sowie mit dem Prüfgutachter für Geologie und Vertretern der Antragstellerin sowie dessen Planern ein Ortsaugenschein des Projektgebietes sowie eine Erläuterung der vorliegenden schriftlichen Unterlagen statt.

### 3 Befund

#### 3.1 Vorhabensbeschreibung

Das Pumpspeicherwerk Koralm besteht im Wesentlichen aus den nachfolgend genannten Anlageteilen:

- **Oberspeicher Glitzalm** mit 5,5 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt, dem Stauziel auf 1 739,8 müA und dem Absenkziel auf 1 694 müA.
- **Oberwasserseitiger Triebwasserweg** bestehend aus dem 1,17 km langen Oberwasserstollen, dem Oberwasser Wasserschloss Glitzfelsen sowie dem 690 m tiefen Lotschacht.
- **Kraftkaverne** samt Nebenanlagen mit einer Turbinenleistung von ~980 MW und einer Pumpleistung von ~1 000 MW.
- **Unterwasserseitiger Triebwasserweg** bestehend aus dem 3,8 km langen Unterwasserstollen sowie dem Unterwasser Wasserschloss Garanas
- **Unterspeicher Seebach** mit 4,7 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt, dem Stauziel auf 1 082 müA und dem Absenkziel auf 1 032 müA.

Daneben sind noch eine Reihe von Bauwerken und Baumaßnahmen geplant, auf die in der Folge, soweit sie den Fachbereich betreffen, noch näher eingegangen wird.

Das Kraftwerk ist als Pumpspeicherkraftwerk mit einem Wasseraustausch vom Oberspeicher zum Unterspeicher im Turbinenbetrieb und umgekehrt im Pumpbetrieb konzipiert. Die maximale Höhendifferenz zwischen dem Stauziel des Oberspeichers und dem Absenkziel des Unterspeichers beträgt 707,8 m. Die Ausbauwassermenge beträgt im Turbinenbetrieb ~154,8 m<sup>3</sup>/s bei einer maximalen Turbinenleistung von ~980 MW. Im Pumpbetrieb beträgt die Ausbauwassermenge ~148,4 m<sup>3</sup>/s bei einer maximalen Pumpleistung von ~1 000 MW.

#### 3.2 Anlagenteile Untertagebau

##### 3.2.1 Allgemeines

Der gegenständliche Befund beschränkt sich, im Sinne der vorgenommenen Fachgebietsabgrenzung auf jene Anlagenteile, welche im Untertagebau errichtet und betrieben werden. Dazu kommt, im Hinblick auf den Fachbereich Injektionstechnik, auch die Erstellung des vorgesehenen Injektionsschirms zur Untergrundabdichtung des Dammbauwerkes Unterspeicher Seebach.

Die betroffenen Untertage-Bauwerke werden nachfolgend, von Ober- nach Unterwasser, aus der Sicht des Fachbereiches im Detail behandelt.

### 3.2.2 Kontrollgang Glitzalm

Quer durch den Damm des Oberspeichers Glitzalm wird entlang der Tallinie ein ca. 380 m langer Kontrollgang geführt. Auf eine Länge von 85 m ist dieser Kontrollgang in bergmännischer Bauweise wie folgt geplant:

- Vortrieb Ausbauklasse 1-3: zyklischer Vortrieb, Vollausbuch
- Querschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, eben Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 2,90 \text{ m}/3,27 \text{ m}/5,25 \text{ m}$
- Auskleidung: 60 cm – 101 cm Stahlbeton
- Abmessungen Grundablass:  $\varnothing = 1,25 \text{ m}$
- Abmessungen Kontrollgang:  $B/H = 1,25 \text{ m}/2,0 \text{ m}$

Der Kontrollgang endet beckeneseitig in einer Messkammer unterhalb der Dichtungsebene des Dammes.

### 3.2.3 Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm

Das Ein/ Auslaufbauwerk Oberspeicher Glitzalm ist überwiegend in offener Bauweise mit Gründung auf Fels geplant. Lediglich der allerletzte Teil der Verzugsstrecke zum Triebwasserstollen hin, mündet in den anstehenden Fels und soll bergmännisch ausgebrochen und gesichert werden. Der Ausbruch ist als Sprengausbruch geplant. Der Stützmitteleinsatz ist nicht näher spezifiziert. Der endgültige Ausbau ist mittels bewehrter Innenschale geplant.

### 3.2.4 OW Stollen

Der OW-Stollen bzw. „Triebwasserstollen“ teilt sich in zwei Abschnitte. Der erste, ca. 280 m lange Abschnitt (Homogenbereich T1), führt vom Ein/ Auslaufbauwerk Oberspeicher Glitzalm bis zur Apparatekammer Glitzalm (Homogenbereich T2). Der zweite, ca. 800 m lange Abschnitt (Homogenbereich T3) führt von der Apparatekammer bis zum Übergang in den Lotschacht. Der Triebwasserstollen durchörtert auf seine gesamte Länge eine Abfolge von Plattengneisen, bei Überlagerungshöhen bis zu 200 m.

- Innendurchmesser: 7,50 m
- Gefälle:  $I = 2,2\%$  (T1) bzw.  $4,4\%$  (T3)
- Ausbauwassermenge:  $Q = 160 \text{ m}^3/\text{s}$

Der erste Abschnitt (Homogenbereich T1,  $Hü = 5 - 30 \text{ m}$ ) ist mit dichter Auskleidung, bestehend aus 45 cm unbewehrter Ortbetonschale mit Folienabdichtung, Konsolidierungsinjektion und Kontaktinjektion geplant. Für den bergmännischen Vortrieb sind die Gebirgsverhaltenstypen GVT1, GVT2 und GVT3 prognostiziert. Der Innendruck erreicht dynamisch max. ca. 6,5 bar. Auf Grund der bereichsweise geringen Überlagerung sind die

Injektionsdrücke begrenzt und es wird in der Planung davon ausgegangen, dass die Innenschale Risse erfährt und dass die Dichtheit mit Hilfe der Folie erreicht wird. Der zweite Abschnitt des OW-Stollens (Homogenbereich T3, Hü = 80 – 170 m) ist mit einer vorgespannten Auskleidung mittels 45 cm unbewehrter Ortbetoninnenschale geplant. Für den bergmännischen Vortrieb sind die Gebirgsverhaltenstypen GVT1, GVT2 und GVT3 prognostiziert. Wo erforderlich soll eine Konsolidierungsinjektion des Gebirges erfolgen. Die Vorspannung soll mittels Vorspanninjektion (Schlauchinjektion) bei Drücken von 30 bis 40 bar erfolgen. Der Innendruck ist statisch mit 7,3 – 10,6 bar und dynamisch mit 8,6 – 14,4 bar angegeben. Es ist eine dichte Auskleidung vorgesehen, da der minimal zu erwartende Bergwasserspiegel teilweise unterhalb des Innendruckes erwartet wird. Im Bereich Übergang Wasserschloss Glitzfelsen ist eine Panzerung vorgesehen, die nicht näher spezifiziert ist.

### 3.2.5 Apparatekammer Glitzalm

Die Apparatekammer Glitzalm ist als 23 m lange, 15 m breite und 31 m hohe Kaverne geplant. Sie beherbergt zwei notschlusstaugliche Schützen, steht unter atmosphärischem Druck und ist über den Verbindungsstollen Glitzalm vom Dammfuß aus zugänglich. Der Ausbruch ist bergmännisch vorgesehen. Die Felssicherung soll mit nicht vorgespannten „Felsnägeln“ unterschiedlicher Länge und Kapazität im entsprechenden Raster erfolgen. Die Stützung ist mittels Spritzbeton, fallweise bewehrt und durch Bögen ergänzt, vorgesehen. Bei Bedarf erfolgen eine Voraussicherung mit Spießern und eine temporäre Sicherung der Ortsbrust. Eine geotechnische Bemessung dazu liegt nicht vor und soll später erfolgen. Die Apparatekammer Glitzalm ist Teil des Homogenbereiches T2, der ober- wie unterwasserseitig jeweils noch eine 12 m lange Verzugsstrecke vom Kreisprofil des OW-Stollens ( $D_i = 7,5$  m) auf einen quadratischen Querschnitt (6 x 6 m) innerhalb der Apparatekammer, mit einschließt. Die Endausführung der beiden Verzugsstrecken ist als dichte, bewehrte Auskleidung mit Abdichtungsbahn (Folie) geplant. Im Bereich der oberwasserseitigen Verzugsstrecke finden sich „Stahlrippen nach statischem Erfordernis“. Zum quadratischen Querschnitt (6 x 6 m) liegen hinsichtlich Detailausführung und Abdichtungskonzept keine Angaben vor. Ebenso liegen zur Lastabtragung der Deckeldruckkräfte in den Untergrund derzeit noch keine Angaben vor. Oberhalb des Ortbetonkörpers der den Triebwasserweg umschließt, ist die Apparatekammer nicht abgedichtet bzw. drainiert ausgeführt. Um die Bergwasserzutritte zu reduzieren, können bei Bedarf Injektionen durchgeführt werden. An die Apparatekammer Glitzalm schließt unmittelbar der Verbindungsstollen Glitzalm an, der ebenfalls drainiert ausgeführt werden soll.

### 3.2.6 Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm

Der 221 m lange Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm weist in Richtung Portal ein Gefälle von  $I = 6,7 \%$  auf und soll zyklisch vorgetrieben werden. Der Vortrieb ist, abgesehen vom vollständig verwitterten Portalbereich, in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge vorgesehen. Die maximale Überlagerungshöhe ist im Ingenieurgeologischen Bericht (Einlage 2.0.GG.01) mit bis zu 60 m angegeben. Im Längenschnitt (Einlage 4.0.GT.02) stellt sie sich mit ca. 5 m (über Firste) beginnend bis max. ca. 45 m über Firste dar. Das erwartete Gebirgsverhalten ist mit GVT2 und GVT7 angegeben. Der Ausbruch ist mittels Hufeisenprofil ( $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,30 \text{ m}/11,00 \text{ m}/9,10 \text{ m}$ ) geplant. Die Vortriebssicherung ist mittels Ausbauklasse 1-3, bzw. mit stahlfaserbewehrtem Spritzbeton, ergänzt mit Ankern und im Portalbereich (GVT7) zusätzlich mit Spieß- oder Rohrschirmen und erforderlichenfalls mit Ortsbrustsicherung vorgesehen. Der Ausbau soll im Gewölbe mittels 20 cm bewehrtem Spritzbeton und in der Sohle mit 30 cm bewehrtem Ortbeton erfolgen.

### 3.2.7 OW Schloss „Wasserschloss Glitzfelsen“

#### *3.2.7.1 Allgemein*

Das OW Schloss „Wasserschloss Glitzfelsen“ ist als Wasserschloss mit einer Ober- und Unterkammer, die mit einem Steigschacht verbunden sind, geplant. Der Steigschacht liegt bergseitig des Triebwasserstollens und ist mit diesem mittels eines ca. 22 m langen Übergangsstollens verbunden.

Für die Lage der Bauwerksteile sind stark bis schwach verwitterte, mit zunehmender Überlagerung auch zum Teil unverwitterte Gesteine der Plattengneisfolge prognostiziert. Einzelne, geringmächtige Zerrüttungs- und Störungszonen können die Bauwerksachsen queren. Das Gebirgsverhalten ist im oberen Bereich dominierend mit GVT2 und mit zunehmender Überlagerung (ab 100 m) auch mit GVT1 prognostiziert. Für stärker zerlegte bis gestörte Zonen wird lokal von GVT3 ausgegangen.

Im Ingenieurgeologischen Bericht (Einlage 2.0.GG.01) wird der maximal an der Schachtsohle erwartete Bergwasserdruck mit 10 bar angegeben (entspricht ca. Kote 1.733 m). Gleichzeitig werden im Bereich der drainierten Oberkammer, je nach jahreszeitlichen Schwankungen, Wasserzutritte  $\leq 10 \text{ l/s}$  erwartet. Bei Stauziel (1.739,80 m) und Stillstand der Anlage beträgt der Innendruck auf Schachtsohle ca. 107 mWS. Bei Turbinenbetrieb ( $Q_T = 154,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sind bis zum OW-Wasserschloss ca. 1,2 m Verlusthöhe ausgewiesen. Bei Pumpbetrieb ( $Q_T = 148,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sind dies ca. 1,1 m. In der Technischen Detailbeschreibung „Maschinenbau und Stahlwasserbau“ (Einlage 5.0.WM.03) wird die maximale dynamischen Druckhöhe mit Kote 1 768 müA angegeben.



Der Übergangsstollen vom Triebwasserstollen zum Steigschacht soll weitestgehend analog zum Triebwasserstollen ausgeführt werden und ist darüber hinaus nicht näher beschrieben. Im Technischen Bericht findet sich ein Hinweis, dass bei den „Verzweigern des Wasserschlosses“ eine Panzerung vorgesehen sei.

Im Rahmen des Berichtes „Fallhöhenverluste und Druckstoßberechnung“ (Einlage 5.0.WM.05) findet sich der Hinweis, dass noch eine Drossel zur Dämpfung der Wasserschlossschwingung untersucht werde.

#### 3.2.7.2 *Unterkammer*

- Länge: 105 m; Sohlkote: 1 662,50 müA
- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte/Strosse
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 5,10 \text{ m}/7,90 \text{ m}/7,90 \text{ m}$
- Auskleidung: 45 cm Ortbeton, wasserdicht vorgespannt
- Abmessungen Auskleidung, kreisrund  $\varnothing_i = 7,00 \text{ m}$

#### 3.2.7.3 *Steigschacht*

- Höhe: 134 m; Schachtsohle: 1 632,83 müA
- Vortrieb: Raise boring  $\varnothing 3,0 \text{ m}$  und zyklisches Aufweiten
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 1-2: kreisrund
- Abmessungen, gesichert  $\varnothing = 7,90 \text{ m}$
- Auskleidung: 45 cm Ortbeton, wasserdicht vorgespannt
- Abmessungen Auskleidung, kreisrund  $\varnothing_i = 7,00 \text{ m}$

#### 3.2.7.4 *Oberkammer*

- Länge: 118,5 m; Sohlkote: 1 756,50 müA
- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte/Strosse
- Querschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 4,80 \text{ m}/7,40 \text{ m}/7,25 \text{ m}$
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 25 cm Ortbetonplatte, bewehrt; zusätzliche Abdichtung durch Injektionen je nach Gebirgsdurchlässigkeit
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 4,53 \text{ m}/7,00 \text{ m}/7,00 \text{ m}$

#### 3.2.7.5 *Zufahrtsstollen Unterkammer*

- Hufeisenprofil: D 6,9 m
- L = 148,6 m
- Gefälle: I = 12,9 %

Der ca. 150 m lange Zufahrtsstollen Unterkammer verbindet den Verbindungsstollen Glitzfelsen mit der Unterkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen. Für diesen Verbindungsstollen liegt im gegenständlichen Projektstand noch keine geotechnische Bemessung und Spezifikation von Sicherung und Auskleidung vor. Dasselbe gilt für den Dichtabschluss gegenüber der unter Innendruck stehenden Unterkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen.

### 3.2.8 Energieableitungsstollen und Verbindungsstollen Glitzfelsen

- Länge: Energieableitungsstollen 612 m, Verbindungsstollen Glitzfelsen 461 m
- Neigung: Energieableitungsst. 1 % und 8,8%, Verbindungsstollen Glitzfelsen 11,6 %
- Ausbruch: zyklisch, Kalotte/Strosse und Sohle
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,40 \text{ m}/11,00 \text{ m}/9,10 \text{ m}$
- Auskleidung U2: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 30 cm Ortbetonsohle, bewehrt
- Abmessungen Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,22 \text{ m}/10,6 \text{ m}/8,60 \text{ m}$

Der Stollen unterfährt den Rücken des Glitzfelsens. Der nördliche Teil wird als Verbindungsstollen Glitzfelsen bezeichnet und fällt etwa vom Kopfbauwerk des Energieableitungsschachtes mit 11,6 % in Richtung Portal ab. Der südliche Teil wird als Energieableitungsstollen bezeichnet und fällt mit zuerst 1 % und später 8,8% Gefälle zur freistehenden SF6 Halle ab. Vortriebs- und bautechnisch sind die beiden Abschnitte ident. Das Gebirgsverhalten der beiden Bauwerksabschnitte wird aufgrund der zum Teil oberflächennahen Lage mit überwiegend GVT2 prognostiziert. Mit zunehmender Überlagerung (ab 100 m) wird auch GVT1 prognostiziert. Für stärker zerlegte bis gestörte Zonen wird lokal von GVT3 ausgegangen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen in Form von Kluffregen und als Einzelwasserzutritte erwartet. Der maximale Bergwasserdruck wird mit ca. 9 bar angegeben und in der Betriebsphase wird eine Gesamtzutrittsmenge von ca. 10 l/s erwartet. Der Stollen quert östlich oberhalb des nach Westen ausgerichteten Krümmers den Triebwasserstollen mit einer kürzesten Bergfeste von ca. 25 m. Der maximale Innendruck im Krümmer des Triebwasserstollens beträgt dort etwa 110 mWS.

Der Energieableitungsstollen mündet südseitig in seichter Lage, in unmittelbarer Nähe des Mastes Nr. 116 der 380 kV Leitung der APG, zur geplanten SF6-Halle hin aus. Gemäß Projekt wird im Endzustand die 380 kV Leitung vom Mast 115 bzw. vom Mast 117 zur SF6-Halle hin abgespannt und es entfällt der Mast 116 samt der dortigen Leitungsführung. Wie die Bauabfolge in diesem Bereich geplant ist und ob besondere Maßnahmen vorgesehen werden, um den Stollenvortrieb zu erlauben, ohne dass der Mast dadurch gefährdet wird, konnte den vorgelegten Unterlagen nicht entnommen werden.

### 3.2.9 Lotschacht

Der Lotschacht weist ab GOK eine Höhe von 820 m bzw. ab der Einmündung des Triebwasserweges eine Höhe von 690 m auf. Er durchörtert laut Prognose Gesteine der Plattengneisfolge. Mit zunehmender Tiefe wird eine Abnahme der Verwitterung von mäßig verwittert auf unverwittert angenommen. Der Verwitterungseinfluss wird allerdings bis in eine Tiefe von ca. 150 m erwartet. Das erwartete Gebirgsverhalten wird im Modell von der Überlagerungsmächtigkeit, dem Grad der Gebirgszerlegung und dem Einfluss lokal auftretender Zerrüttungs- und Störungszonen bestimmt. Daraus leiten sich die erwarteten Gebirgsverhaltenstypen: GVT1 bis GVT5 ab.

Die Bergwasserzutritte werden in der Bauphase mit bis zu 10 l/s je 100 m Schacht bzw. insgesamt mit bis zu ca. 25 l/s geschätzt. Der Bergwasserdruck wird im Bereich der Schachtsohle mit 70 – 75 bar geschätzt. Im Schachtbereich oberhalb des Druckschachtes werden in der Betriebsphase Wasserzutritte  $\leq 10$  l/s erwartet.

Der Vortrieb des Lotschachtes ist von der Oberfläche aus zunächst mittels Raise boring ( $\varnothing$  3,0 m) geplant. Anschließend soll der Lotschacht von oben nach unten zyklisch aufgeweitet, sowie gesichert und abschließend auf den konstanten Innendurchmesser von 7,0 m kreisrund ausgekleidet werden. Für die Ausbruchssicherung sind 3 Ausbauklassen vorgesehen, welche jeweils Spritzbeton, Baustahlgitter und Anker in unterschiedlicher Abstufung beinhalten.

Das Auskleidungskonzept des unter Innendruck stehenden Lotschachtes ist von oben nach unten über 4 Homogenbereiche L1 – L4 wie folgt abgestuft:

- L1: gesichert  $\varnothing = 8,00$  m; Auskleidung: 50 cm Ortbeton, vorgespannt; Folienabdichtung nach Erfordernis; Innendruck 17 – 50 bar.
- L2: gesichert  $\varnothing = 8,20$  m; Auskleidung: 60 cm Ortbeton, vorgespannt; Folienabdichtung nach Erfordernis; Innendruck 50 – 65 bar.
- L3: gesichert  $\varnothing = 8,20$  m; Auskleidung: 60 cm Ortbeton, vorgespannt & bewehrt; Folienabdichtung nach Erfordernis; Innendruck 65 – 83 bar.
- L4: gesichert  $\varnothing = 8,00$  m; Auskleidung: 50 cm Ortbeton & Stahlpanzerung; Innendruck 83 – 86 bar.

Zum ca. 120 m hohen Teil des Lotschachtes, der oberhalb des Triebwasserweges verbleibt wird lediglich ausgesagt, dass er eine bauleistische Funktion hat.

Der Innendruck des Lotschachtes wird oben, am Übergang des Triebwasserstollens in den Lotschacht (Teufe ca. 120 m) mit etwa 18 bar und am Schachttiefsten (Teufe ca. 820 m) mit 86 bar angegeben. Der Bergwasserspiegel wird auf ca. 50 m unter GOK angenommen und der Bergwasserdruck wird am Schachttiefsten mit 75 bar angegeben.

Durch die nahe Lage des drainiert ausgeführten Energieableitungsschachtes (ca. 30 m lichter Abstand) wird von einer Bergwasserdruckentspannung zum Energieableitungsschacht

hin ausgegangen. Dazu ist eine fallweise Drainage vom Energieableitungsschacht aus mittels Drainagebohrungen geplant. Diese Bohrungen sollen nach Fertigstellung und Injektion des Lotschachtes ausgeführt werden und einen Abstand von ca. 10 m zum Lotschacht einhalten.

Das Auskleidungskonzept sieht, wie bereits oben beschrieben, eine dichte Auskleidung entlang des Lotschachtes vor. Diese soll im Wesentlichen über eine Vorspanninjektion erzielt werden, wobei im Homogenbereich L1 von einer verbleibenden Vorspannung von 10 bar und in den Homogenbereichen L2 und L3 von einer verbleibenden Vorspannung von 15 bar ausgegangen wird. Vorgängig zur Vorspanninjektion soll eine „Vorinjektion mit erhöhtem Aufwand“ erfolgen. Zusätzlich soll entlang der Homogenbereiche L1-L3 eine Folienabdichtung erfolgen. In der Technischen Beschreibung (Einlage 4.0.GT.01) wird die Folie als Systemelement beschrieben, in den zugehörigen Regelquerschnitten (Einlage 4.4.GT.03) wird sie optional „nach Erfordernis“ angegeben. Für den am tiefsten liegenden Homogenbereich L4 ist eine Endauskleidung mittels Stahlpanzerung mit Druckentlastungsventilen, eine Vorinjektion nach Bedarf sowie eine Hauptinjektion über Schläuche und Koaxialspaltverpressung vorgesehen. Eine entsprechende Bemessung der Panzerung, allenfalls unter Berücksichtigung einer Gebirgsmitwirkung, findet sich in den Unterlagen noch nicht. In den Unterlagen wird lediglich auf eine noch möglich Optimierung der Auskleidung verwiesen.

### 3.2.10 Kraftwerkskaverne

#### 3.2.10.1 *Allgemein*

Die Kavernenanlage umfasst die zentral gelegene Kraftkaverne, die beidseitig anschließenden Trafokavernen -Süd und -Nord, sowie ein umfangreiches Stollensystem. Gemäß Baugrundmodell soll die Kavernenanlage zur Gänze in unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge errichtet werden. Die Schieferungsflächen sind mit einem mittelsteilen Einfallen in Richtung NNO prognostiziert und stehen weitgehend normal auf die NNO bzw. – W ausgerichtete Kavernenachse. Die Orientierung von Zerrüttungs- und Störungszonen ist zum Großteil parallel zum Schieferungsgefüge orientiert. Das Gebirge wird zum überwiegenden Teil gering zerlegt bis massig prognostiziert. Stark zerlegte bis zerrüttete Abschnitte können laut Prognose lokal angetroffen werden, wobei die Mächtigkeit dieser Gebirgsbereiche bis zu mehreren Metern betragen kann.

Die Überlagerungshöhe reicht von ca. 745 m bis ca. 800 m. In gering zerlegten Gebirgsabschnitten wird GVT2 prognostiziert. In stärker zerlegten oder gestörten Gebirgsbereichen massigen wird mit tiefreichender Entfestigung gerechnet (GVT3, GVT4). In massigen Gebirgsabschnitten wird das Potenzial von Sprödbrecherscheinungen (GVT5) und teilweise von Knicken von Gesteinspaketen (GVT 6) gesehen.

Wasserzutritte werden in Form von Einzelwasserzutritten entlang offener Trennflächen erwartet und mit bis zu 5 l/s je 100 lfm Kaverne geschätzt. Durch die Vielzahl von Hohlraumbauten wird auch mit der Verlagerung von Bergwasserzutritten gerechnet. Der maximale Bergwasserdruck wird im Bereich der Kavernensohle mit 70 – 75 bar geschätzt.

### 3.2.10.2 Kraftkaverne

- Ausbruch: zyklisch, Kalotte und mehrere Strossenebenen bis 6 m Höhe und Sohle
- Länge: 242 m
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 24,8 \text{ m}/24,8 \text{ m}/33,10 \text{ m}$
- Stützung:
  - 15 m lange vorgespannte Anker, Raster 6 x 6 m
  - 6 m lange Nägel, Raster 2 x 2 m
  - 35 cm Spritzbeton Firste, 30 cm Spritzbeton Ulme, 2 lagig bewehrt.

Für die Kraftkaverne wurden eine Trennflächenkörperanalyse zur Identifikation kritischer Kluffkörper, sowie FE-Analysen für die Gebirgsarten GA9, GA10 und GA11 ausgeführt. Die FE-Analysen ergeben maximale Deformationen von 8 cm im Ulmbereich und Tiefen der plastischen Zone bis zu 14 m.

Für die Ausbruchssicherung wurden die Ausbauklassen 1-3 vordimensioniert, wobei bei der Ausbauklasse 3 die Annahme unterstellt wurde, dass eine nicht näher definierte Störungszone quer durch die Kaverne zieht. Für die Ausbauklasse 1 wurden 2 Varianten dargestellt, wobei die Variante 2 gegenüber der Variante 1 eine gewölbte Ulme aufweist. Die Ausbauklassen 2 und 3 sind mit ebener Ulme und ebener Sohle dargestellt.

Die Endauskleidung des Kavernengewölbes soll druckwasserentlastet werden. Um Wasserzutritte zu minimieren ist vorgesehen, das Gebirge während des Vortriebes systematisch durch Injektionen abzudichten. Es wird davon ausgegangen, dass die Durchlässigkeit des Spritzbetons ausreicht, eine flächenhafte Drainage sicherzustellen und den Aufbau hoher Bergwasserdrücke auf die Auskleidung zu verhindern. Allenfalls sind ergänzende, hallenseitig angeordnete Flächendrainagen in Form einer Kunststoffabdichtungsmembrane zur Fassung und Ableitung tropfender Bergwasserzutritte vorgesehen.

### 3.2.10.3 Trafokavernen -Süd und -Nord

- Ausbruch: zyklisch, Kalotte und mehrere Strossenebenen bis 6 m Höhe und Sohle
- Länge: 38 m
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 24,8 \text{ m}/24,8 \text{ m}/20,10 \text{ m}$

Die beiden Trafokavernen schließen nord- und südseitig an die Kraftkaverne an. Sie besitzen dieselbe Sohlbreite, jedoch eine um 13 m geringere Höhe. Der bergseitige Abschluss der

beiden Kavernen ist gewölbeartig geplant. Im gegenständlichen Projekt sind die geotechnische Bemessung und die Stützmittelkonzepte noch nicht näher definiert.

### 3.2.11 Verteilrohrleitungen

Die Verteilrohrleitungen führen im Bereich Oberwasser vom Lotschacht zur Kraftkaverne und im Bereich Unterwasser von der Kraftkaverne zu den Apparatekammern bzw. zum Unterwasserstollen. Zu den Stützmittelkonzepten wird angegeben, dass sie sich an den Konzepten der übrigen Stollensysteme im Bereich der Kraftkaverne orientieren und im Rahmen einer späteren Planungsphase spezifiziert werden sollen. Die Stollen der Verteilrohrleitungen sollen im Endzustand eine Panzerung mit Betonhinterfüllung erhalten.

### 3.2.12 Apparatekammer Kaverne

- Ausbruch: zyklisch, Kalotte und mehrere Strossenebenen und Sohle
- Querschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,62 \text{ m}/11,00 \text{ m}/28,04 \text{ m}$
- Auskleidung: oberer Bereich Spritzbeton, nicht näher spezifiziert, im unteren Bereich Ortbeton

Die beiden „Apparatekammern Kaverne“ werden unterwasserseitig der Kraft- und Trafokaverne errichtet. Vortrieb und Stützung sind zyklisch geplant. Dabei wird in besonderer Weise auf die große Höhe Rücksicht genommen. Eine detaillierte geotechnische Planung ist im Rahmen der Detailplanung vorgesehen.

Es ist vorgesehen, die Apparatekammer drainiert auszuführen. Um Wasserzutritte weitestgehend zu verhindern sind Gebirgsinjektionen geplant.

### 3.2.13 Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne – Unterwasserstollen und Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne

Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne – Unterwasserstollen:

- Länge: 146,35 m
- Neigung: 4,2 %

Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne:

- Länge: 111,14 m
- Neigung: 12,0 %

Beide Stollen werden für die Bauphase errichtet und befinden sich im geologischen Umfeld der Kraftkaverne. Zu den Stützmittelkonzepten wird angegeben, dass sie sich an den Konzepten der übrigen Stollensysteme im Bereich der Kraftkaverne orientieren und im Rahmen einer späteren Planungsphase spezifiziert werden sollen.

### 3.2.14 Zufahrtsstollen Kaverne

- Länge: 2 340 m
- Neigung: 12 %

Ausbauklassen 1-3:

- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte und Strosse; Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,30 \text{ m}/11,00 \text{ m}/9,10 \text{ m}$
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 30 cm Ortbetonplatte bewehrt
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,22 \text{ m}/10,60 \text{ m}/8,60 \text{ m}$

Ausbauklasse 4:

- zyklischer Vortrieb, Kalotte, Strosse und Sohle; Hufeisenprofil und Sohlgewölbe
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,70 \text{ m}/11,20 \text{ m}/10,61 \text{ m}$
- Auskleidung: 30 cm Ortbeton, 60 cm Ortbeton-Sohlgewölbe
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,21 \text{ m}/10,60 \text{ m}/8,60 \text{ m}$

Der Zugangsstollen Kaverne ist überwiegend in unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge prognostiziert. Im Zentralbereich, zwischen Stat. ca. 1 150 m und ca. 1 270 m quert der Stollen Einschaltungen der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge in der auch geringmächtige Amphibolitlagen angetroffen werden können. Im Nahbereich zum Portal im Seebachtal sind schwach verwitterte Gesteinen der Plattengneisfolge prognostiziert. Im Kernbereich der sogenannten „Seebachmulde“ besteht das Potenzial für schwach verwitterte bis unverwitterte Gesteine der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge.

Das Gebirge wird zum überwiegenden Teil gering zerlegt bis massig mit lediglich lokalen stark zerlegten bis zerrütteten Abschnitten prognostiziert. Die Überlagerungshöhe steigt bis zu ca. 740 m. Das Gebirgsverhalten ist überwiegend mit GVT1 und GVT2, in stärker zerlegten und gestörten Gebirgsbereichen mit GVT3 bis GVT 4 prognostiziert.

Wasserzutritte werden entlang offener Klüfte als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte mit insgesamt bis zu ca. 10 l/s je 100 lfm erwartet. Entlang von Marmorlagen können Wasserzutritte initial bis zu mehreren 10er Litern/s betragen.

Für die Vortriebssicherung wurden die Ausbauklassen 1-3 mit ebener Sohle, sowie die Ausbauklasse 4 mit Sohlgewölbe im Rahmen einer Vorbemessung nachgewiesen.

Der Zufahrtsstollen soll drainiert ausgeführt werden, wobei die Durchlässigkeit des umgebenden Gebirges mit Hilfe von Injektionen herabgesetzt werden soll um die Wasserzutritte zu minimieren. In Gebirgsbereichen mit prognostizierten Wasserdrücken > 15 bar und einer Ortbetonauskleidung mit Sohlgewölbe (Ausbauklasse 4) sollen Drainageöffnungen in der Auskleidung ausgeführt werden.

### 3.2.15 Wasserschloss UW Schloss Garanas

#### 3.2.15.1 *Allgemein*

Die Bauwerksteile des Wasserschlosses Garanas sind in unverwitterten, überwiegend gering zerlegten bis massigen Gesteinen der Plattengneisfolge prognostiziert. Die Bauwerksachsen der Ober- und Unterkammer liegen parallel zur Achse der Kraftkaverne und somit normal auf die Schieferungsflächen, die mit einem mittelsteilen Einfallen in Richtung NNO prognostiziert sind. Einzelne Störungszonen können die Bauwerksachsen queren.

Das Gebirgsverhalten ist überwiegend mit GVT1 und GVT2, in stärker zerlegten und gestörten Gebirgsbereichen mit GVT3 bis GVT4 prognostiziert. Wasserzutritte werden entlang offener Klüfte als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte mit insgesamt bis zu ca. 5 l/s je 100 lfm erwartet.

Die Ober- wie die Unterkammer werden vom Zufahrtsstollen Kaverne aus, über jeweils einen eigenen Zugangsstollen erschlossen, wobei der „Zufahrtsstollen Oberkammer WS-Garanas“ zur Be- und Entlüftung des Wasserschlosses dient.

Für das Wasserschloss Garanas gelten die nachfolgenden Höhenkoten:

- Sohle Steigschacht: 937,58 müA
- Sohle Unterkammer: 999,05 müA
- Absenziel Unterspeicher Seebach: 1 032,00 müA
- Stauziel Unterspeicher Seebach: 1 082,00 müA
- Sohle Oberkammer: 1 109,00 müA
- Firste Oberkammer: 1 119,70 müA

#### 3.2.15.2 *Oberkammer und Unterkammer*

##### *Oberkammer*

- Länge: 200 m
- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte/Strosse und Sohle
- Querschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,40 \text{ m}/11,10 \text{ m}/11,15 \text{ m}$
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 25 cm Ortbetonplatte, bewehrt
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,17 \text{ m}/10,70 \text{ m}/10,70 \text{ m}$

##### *Unterkammer*

- Länge: 170 m
- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte/Strosse und Sohle
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,20 \text{ m}/11,10 \text{ m}/11,10 \text{ m}$
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 4: kreisrund



- Abmessungen, gesichert:  $\varnothing = 11,10$  m
- Auskleidung: 55 cm Ortbeton, vorgespannt; kreisrund  $\varnothing_i = 10,00$  m

Der Vortrieb der Ober- und Unterkammer erfolgt zyklisch. Die Sicherung erfolgt mit den Ausbauplassen 1-3 bis GVT3. In Störungszonen ist beim Vortrieb der Unterkammer ein kreisrunder Ausbruch mit der Ausbauplasse 4 vorgesehen. Die Endauskleidung ist in der Unterkammer mittels kreisrunder, unbewehrter Ortbetonauskleidung geplant, die zum Zweck der Abdichtung vorgespannt werden soll. In der Oberkammer ist als Endauskleidung im Gewölbe eine bewehrte Spritzbetonauskleidung und in der Sohle eine ebene, bewehrte Ortbetonplatte vorgesehen. Die Spritzbetonschale wird im Projekt als ausreichend durchlässig erachtet, um das Zutreten von Bergwasser in die obere WS-Kammer sicher zu stellen. Ob und in welcher Form in Ergänzung der geplanten Maßnahmen ein Injektionskonzept geplant ist, ist im gegenständlichen Projekt noch nicht spezifiziert. Die Ober- und Unterkammer sind derzeit ohne Sohl-Längsgefälle geplant. Zum Abschluss der Ober und Unterkammer gegenüber den jeweiligen Zugangsstollen bzw. zur Be- und Entlüftung der Oberkammer finden sich derzeit im Projekt noch keine spezifischen Angaben.

### *3.2.15.3 Steigschacht*

- Länge: 180m
- Vortrieb: Raise boring  $\varnothing 3,0$  m und zyklisches Aufweiten
- Ausbruchquerschnitt Ausbauplasse 1-3: kreisrund
- Abmessungen, gesichert  $\varnothing = 11,00$  m
- Auskleidung: 55 cm Ortbeton vorgespannt, kreisrund  $\varnothing_i = 10,00$  m

Der Steigschacht des UW-Schlusses Garanas ist als Raise boring Schacht mit  $\varnothing 3,0$  m und zyklischem Aufweiten von oben nach unten mit  $\varnothing = 11,00$  m gesichert, geplant. Die Abdichtung gegenüber dem Gebirge ist mittels vorgespannter, unbewehrter Ortbetonauskleidung geplant.

### *3.2.15.4 Zufahrtsstollen Oberkammer und Unterkammer Wasserschloss Garanas*

#### Zufahrtsstollen Oberkammer

- Länge: 485 m
- Gefälle I = 10,7 %/12 %
- Vortrieb: zyklischer Vortrieb, Kalotte/Strosse und Sohle
- Querschnitt Ausbauplasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 6,40 \text{ m}/7,20 \text{ m}/6,08 \text{ m}$
- Auskleidung: 15 – 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 30 cm Ortbetonplatte
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 6,28 \text{ m}/6,90 \text{ m}/5,63 \text{ m}$
- Ausbauplasse 4: Hufeisenprofil mit Sohlgewölbe

#### Zufahrtsstollen Unterkammer

- Länge: 271,16 m
- Gefälle I = 10,5 %

Der Zufahrtsstollen Oberkammer Wasserschloss Garanas dient im Betrieb als Be- und Entlüftungsstollen und zweigt vom Zufahrtsstollen Kaverne in Richtung Oberkammer Wasserschloss Garanas ab, erreicht dann auf Sohlkote 1 120,4 m einen Hochpunkt und taucht anschließend zur Oberkammer ab. Der Vortrieb erfolgt zyklisch, je nach angetroffenem GVT 1-4 mit den Ausbauplassen 1-4. Der Zufahrtsstollen ist drainiert geplant, wobei eine systematische Injektion zur Reduktion der Wasserzutritte erfolgen soll. In Gebirgsbereichen mit prognostizierten Wasserdrücken > 15 bar und Ortbetonauskleidung mit Sohlgewölbe sind Drainageöffnungen in der Auskleidung geplant um den auf die Innenschale wirkenden Wasserdruck abzubauen.

Der Zufahrtsstollen Unterkammer Wasserschloss Garanas ist im vorliegenden Projekt nicht näher beschrieben. Für beide Stollen ist die Detailplanung in einer späteren Planungsphase geplant.

#### 3.2.16 UW Stollen

Der Unterwasserstollen reicht vom Ein- und Auslaufbauwerk Unterspeicher Seebach bis zum unterwasserseitigen Ende der Verteilrohrleitung der Kraft- und Trafokaverne.

Der Unterwasserstollen ist überwiegend in unverwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge und Feinkorngneisfolge prognostiziert. Im Abschnitt, zwischen Stat. ca. 2 450 m und ca. 2 600 m quert der Stollen Einschaltungen der Glimmerschiefer-Schiefergneisfolge, in der auch geringmächtige Marmor- und Amphibolitlagen angetroffen werden können. Im Nahbereich zum Portal im Seebachtal sind schwach verwitterte Gesteine der Feinkorngneisfolge prognostiziert.

Dem Unterwasserstollen wurden insgesamt 5 Homogenbereiche zugewiesen:

- Homogenbereich U1: Bereich des Anschlusses UW-Wasserschloss Garanas
- Homogenbereiche U2+U3: Hauptabschnitt des Unterwasserstollens; zusätzlich U2 oberwasserseitig des Ein- und Auslaufbauwerkes Unterspeicher Seebach
- Homogenbereich U4: ober- und unterwasserseitig der Apparatkammer Seebach
- Homogenbereich U5: Apparatkammer Seebach

Das Gebirge wird zum überwiegenden Teil gering zerlegt bis massig mit lediglich lokalen stark zerlegten bis zerrütteten Abschnitten prognostiziert. Die Überlagerungshöhe steigt bis zu ca. 740 m. Das Gebirgsverhalten ist überwiegend mit GVT1 und GVT2, in stärker zerlegten und gestörten Gebirgsbereichen mit GVT3 bis GVT 4 prognostiziert. Nördlich der Apparatkammer Seebach (Homogenbereich U2) wird lediglich GVT1-3 prognostiziert.

Wasserzutritte werden entlang offener Klüfte als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte mit insgesamt bis zu ca. 10 l/s je 100 lfm erwartet. Entlang von Marmorlagen können Wasserzutritte initial bis zu mehreren 10er Litern/s betragen. Der maximale Bergwasserdruck wird im Bereich der größten Überlagerungshöhe mit ca. 65 bar angegeben. Im Bereich der Querung der Seebachmulde wird das Potenzial für artesische Druckverhältnisse beschrieben.

Für die Vortriebssicherung wurden die Ausbauklassen 1-3 mit ebener Sohle sowie die Ausbauklasse 4 mit Kreisquerschnitt im Rahmen einer Vorbemessung nachgewiesen. Für die Vorspanninjektion der Auskleidung wurden Nachweise unter Hinweis auf SEEBER geführt.

Der Bergwasserdruck wird für den Homogenbereich U1 (Anschluss UW-Wasserschloss Garanas) mit 0 - 20 bar, für die Homogenbereiche U2 und U3 (Stollenstrecke) mit minimal „Stauziel“ bis maximal 65 bar und für den Homogenbereich U4 mit 0 bar bis maximal „Stauziel“ angegeben.

Geometrie und Herstellung:

- Innendurchmesser: 7,5 m
- Auskleidung: Ortbeton
- Länge:  $L=3\ 650\ \text{m} + 150\ \text{m}$  bzw. 3 830 m
- Neigung: 2,22 % + 2,23 %
- Ausbruch: zyklisch, Kalotte/Strosse und Sohle

Homogenbereiche U1 und U4 / Ausbauklassen 1-3:

- Ausbruchquerschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 6,00\ \text{m}/8,40\ \text{m}/8,40\ \text{m}$
- Auskleidung: 45 cm Ortbeton, vorgespannt; kreisrund  $\varnothing_i = 7,50\ \text{m}$
- Injektion: Konsolidierungsinjektion des Gebirges mittels radialer Bohrlöcher, falls erforderlich

Homogenbereich U2 / Ausbauklassen 1-3:

- Ausbruchquerschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 5,70\ \text{m}/7,90\ \text{m}/7,70\ \text{m}$
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 25 cm Ortbetonsohle, bewehrt
- Abmessungen Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 5,50\ \text{m}/7,50\ \text{m}/7,50\ \text{m}$
- Injektion: Konsolidierungsinjektion des Gebirges mittels radialer Bohrlöcher

Homogenbereich U3 / Ausbauklasse 4 (Störungszonen):

- Ausbruchquerschnitt: kreisrund
- Abmessungen, gesichert:  $\varnothing = 8,40\ \text{m}$

- Auskleidung: 45 cm Ortbeton, vorgespannt bzw. nicht vorgespannt, kreisrund  $\varnothing_i = 7,50$  m
- Injektion: Konsolidierungsinjektion des Gebirges mittels radialer Bohrlöcher; Schlauchinjektion des Ringbetons mit Drücken bis zu 40 bar

Homogenbereich U5 (Apparatekammer Seebach samt Verzugsstrecken):

- Bewehrte Ortbetonschale mit Foliendichtung
- Injektion: Konsolidierungsinjektion des Gebirges mittels radialer Bohrlöcher und zusätzlich Kontaktinjektion.

### 3.2.17 Energieableitungsschacht

- Höhe: 690 m ab Energieableitungsstollen, 800 m ab GOK
- Vortrieb: Raise boring  $\varnothing 3,0$  m und zyklisches Aufweiten
- Ausbruchquerschnitt Ausbauklasse 1-3: kreisrund
- Abmessungen, gesichert  $\varnothing = 6,80$  m
- Auskleidung: 40 cm Ortbeton (Stahlbetonschraffur),
- Abmessungen Auskleidung, kreisrund  $\varnothing_i = 6,00$  m + Trennwand 30 cm

Der Energieableitungsschacht durchörtert laut Prognose, gleichermaßen wie der Lotschacht, Gesteine der Plattengneisfolge. Das Gebirgsverhalten wird mit GVT1 bis GVT5 prognostiziert. Die Bergwasserzutritte werden in der Bauphase mit bis zu 10 l/s je 100 m Schacht bzw. insgesamt mit bis zu ca. 15 l/s geschätzt. Der Bergwasserdruck wird im Bereich der Schachtsohle mit 70 – 75 bar geschätzt. Wie beim Lotschacht ist der Vortrieb von der Oberfläche aus zunächst mittels Raise boring ( $\varnothing 3,0$  m) geplant. Anschließend soll der Lotschacht von oben nach unten zyklisch aufgeweitet, sowie gesichert werden. Für die Ausbruchssicherung sind gemäß Plan (Einlage 4.4.GT.05) 3 Ausbauklassen vorgesehen, welche jeweils Spritzbeton, Baustahlgitter und Anker in unterschiedlicher Abstufung beinhalten. Laut Technischem Bericht (Einlage 4.0.GT.01) ist im Bereich von Störungszonen auch noch eine Ausbauklasse 4 vorgesehen. Abschließend soll der Energieableitungsschacht auf den konstanten Innendurchmesser von 6,0 m kreisrund mittels einer 40 cm Ortbetonschale ausgekleidet werden.

Dem Energieableitungsschacht wird auch die Funktion der Drainage zur Druckentspannung der Auskleidung des Lotschachtes zugeordnet. Dazu sind ab einer Teufe von etwa 250 m wartbare Drainagebohrungen in Richtung Lotschacht vorgesehen, die über ein Vertikaldrainagesystem zur Kraft- und Trafokaverne hin abgeleitet werden sollen.

Wie mit dem ca. 110 m hohen Schachtfortsatz zur Oberfläche hin bei der Überführung in den Bestand verfahren werden soll, ist im vorliegenden Projekt noch nicht im Detail beschrieben.

### 3.2.18 Umleitungsstollen Seebach

- Länge: 2 090 m; Gefälle: 6 %; max. Überlagerung: 185 m
- Querschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle mit Niederwassergraben; Ausbruch zyklisch, Vollausbuch
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, 30 cm Betonsohle

Der Umleitungsstollen Seebach ist überwiegend in unverwitterten bis schwach verwitterten Gesteinen der Plattengneisfolge prognostiziert. Der Bereich des Ostportals (Einlaufbauwerk) werden laut Prognose Gesteine der Plattengneisfolge von einer geringmächtigen Blockschuttdecke überlagert werden. Im Bereich des Westportals (Auslaufbauwerk) wird von Gesteinen der Feinkorngneisfolge die laut Prognose von einer geringmächtigen Hang und Blockschuttdecke überlagert.

Das Gebirge wird überwiegend gering zerlegt bis massig prognostiziert, wobei stark zerlegte bis zerrüttete Abschnitte lokal, mit Mächtigkeiten bis zu mehreren Metern, erwartet werden. Entsprechend sind GV1 bis GVT3 prognostiziert.

Wasserzutritte werden entlang von Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte mit insgesamt bis zu ca. 10 l/s je 100 lfm erwartet. Entlang von Marmorlagen können Wasserzutritte initial bis zu mehreren 10er Litern/s betragen. Der Bergwasserdruck ist im Bereich der größten Überlagerungshöhe (185 m) mit ca. 15 bar prognostiziert.

Der Stollen soll zyklisch vorgetrieben und gesichert werden. Die Dimensionierung und Festlegung der Maßnahmen ist im Zuge einer späteren Planungsphase vorgesehen. Der Stollen ist grundsätzlich drainiert vorgesehen. In Abschnitten mit hoher Gebirgsdurchlässigkeit sowie im Verschneidungsbereich mit dem Unterwasserstollen und im Bereich der Dammbdichtungsebene sind Abdichtungsinjektionen geplant.

Die Endauskleidung sieht eine 20 cm Spritzbetonauskleidung im Gewölbe und eine 30 cm Betonsohle vor.

### 3.2.19 Apparatekammer Seebach

Die Apparatekammer Seebach ist als 23 m lange, 15 m breite und 31 m hohe Kaverne geplant. Sie beherbergt zwei notschlusstaugliche Schützen, steht unter atmosphärischem Druck und ist über einen etwa 729 m langen Zufahrtsstollen im Bereich des Unterspeichers zugänglich. Der Ausbruch ist bergmännisch vorgesehen. Die Felssicherung soll mit nicht vorgespannten „Felsnägeln“ unterschiedlicher Länge und Kapazität im entsprechenden Raster erfolgen. Die Stützung ist mittels Spritzbeton, fallweise bewehrt und durch Bögen ergänzt, vorgesehen. Bei Bedarf erfolgen eine Voraussicherung mit Spießern und eine temporäre Sicherung der Ortsbrust. Eine geotechnische Bemessung dazu liegt nicht vor und soll später erfolgen.

Die Apparatekammer Seebach ist Teil des Homogenbereiches U5 der ober- wie unterwasserseitig jeweils noch eine ca. 12 m lange Verzugsstrecke vom Kreisprofil des UW-Stollens ( $D_i = 7,5 \text{ m}$ ) auf einen quadratischen Querschnitt ( $6 \times 6 \text{ m}$ ) innerhalb der Apparatekammer, mit einschließt. Die Endausführung der beiden Verzugsstrecken ist als dichte, bewehrte Auskleidung mit Abdichtungsbahn (Folie) geplant. Zum quadratischen Querschnitt ( $6 \times 6 \text{ m}$ ) liegen hinsichtlich Detailausführung und Abdichtungskonzept keine Angaben vor. Ebenso liegen zur Lastabtragung der Deckeldruckkräfte in den Untergrund derzeit noch keine Angaben vor. Oberhalb des Ortbetonkörpers der den Triebwasserweg umschließt, ist die Apparatekammer nicht abgedichtet bzw. drainiert ausgeführt. Um die Bergwasserzutritte zu reduzieren, können bei Bedarf Injektionen durchgeführt werden. An die Apparatekammer Seebach schließt unmittelbar der Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach an, der ebenfalls drainiert ausgeführt werden soll.

### 3.2.20 Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach

- Länge: 720 m; Gefälle  $I = 1,77 \%$
- Vortrieb Ausbauklasse 1-3: zyklischer Vortrieb, Kalotte und Strosse
- Querschnitt Ausbauklasse 1-3: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,30 \text{ m}/11,00 \text{ m}/9,10 \text{ m}$
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton, bewehrt und 30 cm Ortbetonplatte
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 9,22 \text{ m}/10,60 \text{ m}/8,60 \text{ m}$
- Kontaktinjektion vorgesehen

Der Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach schafft südseitig des Unterspeichers Seebach, ausgehend vom luftseitigen Dammfuß, den Zugang zur Apparatekammer Seebach.

Der Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach ist in stark- bis schwach verwitterten, z.T. auch unverwitterten Gesteinen der Feinkorn- und Plattengneisfolge prognostiziert. Im Portalbereich ist über dem Fels eine geringmächtige Hangschuttdecke prognostiziert, die vor Beginn der Vortriebsarbeiten abgeräumt werden soll. Das Gebirgsverhalten wird aufgrund der oberflächennahen Lage überwiegend mit GVT2, bei größerer Überlagerung auch mit GVT1 angenommen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte mit insgesamt bis zu ca. 10 l/s je 100 lfm erwartet. Der Bergwasserdruck ist im Bereich der größten Überlagerungshöhe mit ca. 7 – 9 bar prognostiziert.

Für die Ausbruchssicherung sind die Ausbauklassen 1-3 vorgesehen. Die Auskleidung soll im Gewölbe mit bewehrtem Spritzbeton und in der Sohle mit einer Ortbetonplatte erfolgen. Der Zufahrtsstollen ist drainiert geplant. Zur Abdichtung gegenüber Wasserzutritten aus dem benachbarten Speicherraum ist eine systematische Gebirgsinjektion vorgesehen. Weiters ist

vorgesehen, die Wasserzutritte während der Einstauphase des Unterspeichers Seebach zu beobachten und erforderlichenfalls nachträgliche Injektionen durchzuführen.

### 3.2.21 Hochwasserentlastungsstollen Seebach

- Länge: 215 m
- Gefälle I = 25,88 % / tw. vertikal
- Querschnitt: kreisrund
- Abmessungen, gesichert:  $\varnothing = 4,70$  m
- Auskleidung: 35 cm Ortbeton (Stahlbetonschraffur)
- Abmessungen Auskleidung,  $\varnothing = 4,00$  m

Der Hochwasserentlastungsstollen ist in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge prognostiziert. Das Gebirgsverhalten wird aufgrund der oberflächennahen Lage überwiegend mit GVT2, bei größerer Überlagerung auch mit GVT1 angenommen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Lokal werden auch artesisch gespannte Einzelwasserzutritte nicht ausgeschlossen.

Der Vortrieb ist zyklisch, vom Grundablass aus steigend vorgesehen. Der speicherseitige vertikale Abschnitt soll von der Oberfläche aus abgeteuft werden. Die Auskleidung ist kreisrund mittels Ortbeton vorgesehen.

Der Stollen soll vom Einlauf bis zum Injektionsschirm in der Dammebene dicht ausgeführt werden. Zusätzlich sind dort Injektionsmaßnahmen in Form von Abdichtungsinjektionen im umgebenden Gebirge, Kontakt- und Vorspanninjektion in den Kontaktfugen zwischen Betonauskleidung und Vorauskleidung, sowie die Herstellung eines Injektions- und Abdichtungsschirmes im Bereich der Durchdringung der Dichtebene des Tiefenschirmes vorgesehen. Vom Injektionsschirm bis zum Grundablass soll der Stollen grundsätzlich drainiert ausgeführt werden.

### 3.2.22 Grundablassstollen Seebach

- Länge: 354 m; Gefälle I = 5,4 %
- Vortrieb Ausbauklasse 1-3: zyklischer Vortrieb, Vollprofil
- Querschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle

Vom Einlauf Grundablass bis Schieberkammer

- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 2,50 \text{ m}/3,70 \text{ m}/3,70 \text{ m}$
- Auskleidung: 35 cm Ortbeton;  $\varnothing = 3,00$  m

Von Schieberkammer bis Portal

- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 4,00 \text{ m}/4,70 \text{ m}/4,70 \text{ m}$
- Auskleidung: 35 cm Ortbeton;  $\varnothing = 4,00$  m

Wie der Hochwasserentlastungsstollen Seebach ist der Grundablassstollen Seebach in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge prognostiziert. Das Gebirgsverhalten wird aufgrund der oberflächennahen Lage überwiegend mit GVT2, bei größerer Überlagerung auch mit GVT1 angenommen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der Vortrieb ist zyklisch, vom Grundablass aus steigend oder vom Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach aus vorgesehen. Die Auskleidung ist kreisrund mittels Ortbeton vorgesehen.

Analog zum Hochwasserentlastungsstollen soll der Stollen vom Einlauf bis zum Injektionsschirm in der Dammebene dicht ausgeführt werden. Zusätzlich sind dort Injektionsmaßnahmen in Form von Abdichtungsinjektionen im umgebenden Gebirge, Kontakt- und Vorspanninjektion in den Kontaktfugen zwischen Betonauskleidung und Vorauskleidung, sowie die Herstellung eines Injektions- und Abdichtungsschirmes im Bereich der Durchdringung der Dichtebene des Tiefenschirmes vorgesehen. Vom Injektionsschirm bis zur Schieberkammer Grundablass wird von einem Innendruck von bis zu 8,5 bar ausgegangen, der aufgrund der drainierenden Wirkung der Schieberkammer Grundablass höher als der Bergwasserdruck angenommen wird. Aus diesem Grund wird auch dort angestrebt, mit Hilfe von Vorspann- und Abdichtungsinjektionen eine dichte Betonauskleidung herzustellen. Der an die Schieberkammer bis zum Energieumwandlungsbauwerk anschließende, drucklose Stollen, soll dräniert ausgeführt werden.

### 3.2.23 Schieberkammer Grundablass

- Länge: 12 m; zyklischer Vortrieb
- Querschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 7,06 \text{ m}/7,70 \text{ m}/13,18 \text{ m}$
- Auskleidung Gewölbe: Spritzbeton und Stützmittel / drainiert

Die Schieberkammer Grundablass ist in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge prognostiziert. Das Gebirgsverhalten wird mit GVT2 angenommen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Der Vortrieb ist zyklisch vom Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach aus vorgesehen. Hinsichtlich einer detaillierten geotechnischen Planung wird auf eine spätere Planungsphase verwiesen.

Die Auskleidung ist im Gewölbe drainiert vorgesehen. Die zeichnerische Darstellung in der Einlage 6.2.WM.18 lässt im Bereich der Absperrorgane auf eine Länge von 11,27 m auf eine Stahlpanzerung entlang des Wasserweges schließen.



Der lichte Abstand zwischen dem Gewölbe der Schieberkammer Grundablass gegenüber dem Hochwasserentlastungsstollen ist der Einlage 6.2.WM.16 mit ca. 3,5 m (gemessen) zu entnehmen. Die im Schnitt C-C der Einlage 6.2.WM.18 dargestellte Felssicherung weist eine Länge von 6 m auf (gemessen).

### 3.2.24 Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach

- Länge: 180 m; Gefälle I = 1,81 %
- Vortrieb Ausbauklasse 1-2: zyklischer Vortrieb, Vollausbuch
- Querschnitt: Hufeisenprofil, ebene Sohle
- Abmessungen, gesichert:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 6,55 \text{ m}/7,50 \text{ m}/6,23 \text{ m}$
- Auskleidung: 15 – 20 cm Spritzbeton, 30 cm Ortbetonplatte
- Abmessungen, Auskleidung:  $B_{\text{Sohle}}/B_{\text{max}}/H = 6,59 \text{ m}/7,20 \text{ m}/5,78 \text{ m}$

Der Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach ist in stark bis schwach verwitterten Gesteinen der Feinkorngneisfolge prognostiziert. Das Gebirgsverhalten wird aufgrund der oberflächennahen Lage überwiegend mit GVT2, bei größerer Überlagerung auch mit GVT1 angenommen. Wasserzutritte werden entlang von offenen Trennflächen als Kluffregen sowie als Einzelwasserzutritte erwartet. Lokal ist werden auch artesisch gespannte Einzelwasserzutritte bis zu ca. 5 l/s nicht ausgeschlossen.

Der Vortrieb ist zyklisch, vom bergmännischen Portal aus, in Richtung Schieberkammer Grundablass- Seebach vorgesehen. Die Vortriebssicherung ist mit zwei Ausbauklassen vorgesehen. Die Endauskleidung sieht im Gewölbe eine drainierte Spritzbetonschale und in der Sohle eine Ortbeton-Sohlplatte vor.

## **3.3 Abdichtungskonzept Unterspeicher Seebach**

### 3.3.1 Abdichtung Untergrund – Injektionsschirm Damm

Der Untergrund des Unterspeichers Seebach ist bestehend aus Platten- und Feinkorngneis prognostiziert. Im Zuge von Wasserabpressversuchen in Kernbohrungen wurden bis zu einer Tiefe von etwa 30 m Wasseraufnahmen von etwa 40 bis 100 Lugeon gemessen. In größeren Tiefen wurde eine Reduktion der Wasseraufnahme bis zu <10 Lugeon gemessen. Um eine Umströmung des Dammes durch den Untergrund zu verhindern, soll dieser mittels eines Injektionsschirmes abgedichtet werden. Der Injektionsschirm ist in Nord-Süd Richtung unterhalb des Kontrollganges und der Herdmauer geplant. Der Injektionsschirm ist zumindest bis auf die Höhe der Dammkrone auf 1 087,00 müA vorgesehen. Die Richtung der geplanten Injektionsbohrungen wurde auf die prognostizierten, dominierenden Trennflächenorientierungen abgestimmt.

Der Injektionsschirm ist im Bereich der Talsohle primär auf eine Tiefe von 60 m vorgesehen. Im oberen Bereich der Talflanken wird die geplante Tiefe von zunächst 50 m auf

abschließend 40 m zurückgenommen. Sollten in der tiefsten Passe hohe Aufnahmen an Injektionsgut festgestellt werden, wird der Injektionsschirm tiefer ausgeführt.

Die Herstellung des Injektionsschirmes ist in folgenden Schritten geplant:

- Primärbohrungen und Primärinjektion
- Kontaktinjektionen
- Sekundärbohrungen und Sekundärinjektion nach Erfordernis
- Kontrollbohrungen mit Wasserabpressversuchen
- Zusätzlich erforderliche Injektionen
- Abschließende Kontrollbohrungen mit Wasserabpressversuchen

Die Injektionen sind mit Portlandzement entsprechender Mahlfineinheit geplant. Die Rezepturen sollen durch Eignungsversuche aufgrund der tatsächlich erzielten Aufnahmen festgelegt werden. Die Kontaktinjektionen sollen mit einem Regelabstand von 1,5 m bis zu einer Tiefe von 7,5 m durchgeführt werden. Der maximal zulässige Injektionsdruck der Kontakt- und Primärinjektionen ist über die Tiefe von 2 bar bis 50 bar gestaffelt. Die maximale Zementaufnahme soll je Passe mit 5 000 kg begrenzt werden. Die zu erzielende maximale Wasseraufnahme ist mit 1 Lugeon begrenzt. Bei Überschreiten dieses Wertes sind weitere Injektionsmaßnahmen in den entsprechenden Abschnitten vorgesehen. Während der Injektionsmaßnahmen sind eine geodätische Überwachung von Herdmauer und Kontrollgang sowie Spülung der Drainageleitungen im Bereich der Herdmauer vorgesehen.

## **4 Gutachten**

### **4.1 Anlagenteile Untertagebau**

#### **4.1.1 Allgemein**

Das gegenständliche Gutachten, im Sinne der vorgenommenen Fachgebietsabgrenzung, beschränkt sich auf jene Anlagenteile, welche im Untertagebau errichtet und betrieben werden. Dazu kommt, im Hinblick auf den Fachbereich Injektionstechnik, auch die Erstellung des vorgesehenen Injektionsschirms zur Untergrundabdichtung des Dammbauwerkes Unterspeicher Seebach.

Die betroffenen Untertage-Bauwerke werden nachfolgend, analog zum Kapitel 0 Befund, von Ober- nach Unterwasser, aus der Sicht des Fachbereiches im Detail behandelt.

#### **4.1.2 Kontrollgang Glitzalm**

Der vorgesehene Regelquerschnitt im Bereich des bergmännischen Vortriebes des Kontrollganges Glitzalm erscheint bautechnisch zweckmäßig umsetzbar. Im Zuge der Detailplanung wird ein Stützmittelkonzept auszuarbeiten sein, mit welchem für alle erwartbaren Fälle ein standsicheres Systemverhalten nachgewiesen werden kann. Bedingt durch die Sprengerschütterungen beim zyklischen Vortrieb ist von einer bedingten Sprengauflockerung im umgebenden Gebirge auszugehen. Diese Sprengauflockerung erhöht tendenziell die hydraulische Durchlässigkeit im umgebenden Gebirge. Dieser Umstand ist im Rahmen der Detailplanung von Kontrollgang und Dammschüttung zu berücksichtigen. Allenfalls wird es erforderlich sein, die Bereiche erhöhter Durchlässigkeit mittels geeigneter Maßnahmen (z.B. Injektionsmaßnahmen) zu behandeln.

#### **4.1.3 Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm**

Der bergmännisch geplante kurze Teil des Ein/ Auslaufbauwerkes, Oberspeicher Glitzalm erscheint baupraktisch unwahrscheinlich, da kaum davon auszugehen ist, dass im Firstbereich die gezeichnete schmale Felskappe erhalten bleibt. Jedenfalls wird im Rahmen der Detailplanung auch das Szenario zu berücksichtigen sein, dass das Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm zur Gänze in offener Bauweise erstellt wird. Über das Anschluss Detail an den OW-Stollen wird mit den zuständigen SV der Behörde das Einvernehmen herzustellen sein.

#### **4.1.4 OW Stollen**

Das geplante Vortriebskonzept des ersten Abschnittes erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT1, GVT2, GVT3) einen geordneten Vortrieb erwarten. Im ersten Abschnitt (Homogenbereich T1) des OW-Stollens bzw. „Triebwasserstollens“ ist zumindest speicherseitig davon auszugehen, dass der Bergwasserspiegel unter das Niveau des dynamischen Innendruckes abfällt und die

Dichtheit des Stollens gegenüber Wasseraustritten sicherzustellen ist. Die Anwendbarkeit und die Anwendungssicherheit der Folie wird für diesen Bereich, unter Berücksichtigung begründeter Gebirgseigenschaften nachzuweisen sein. Dasselbe gilt für das geplante Injektionskonzept.

Das geplante Vortriebskonzept des zweiten Abschnittes erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT1, GVT2, GVT3) einen geordneten Vortrieb erwarten. Der OW- Stollen bewegt sich, ausgehend von der Apparatkammer Glitzalm zunächst in einer mittelsteilen Hanglage (ca. 20° bzw. ca. 35 %) hin zu einer mäßig steilen Kammlage (bis ca. 30° bzw. ca. 55 %), wo er kurz vor dem Wasserschloss Glitzfelsen, den Glitzfelsen als höchsten Punkt der Kammlage, unterquert. Im Längenschnitt und angesichts des dort eingetragenen Bergwasserspiegels erscheint das geplante Auskleidungskonzept mit passiv vorgespannter Betonauskleidung, soweit bisher in der Planung spezifiziert, zweckmäßig umsetzbar. Im Zuge der Detailplanung werden jedoch, auch unter Einbeziehung mehrerer Querprofile und des dort prognostizierten, niedrigsten Bergwasserspiegels, die Nachweise eines mittels Vorspanninjektion ausreichend erfüllbaren Abdichtungserfolges zu führen sein. Im Zweifelsfall und unter Berücksichtigung der im Vortrieb tatsächlich angetroffenen Gebirgsverhältnisse, wird allenfalls ein zusätzliches Abdichtungselement (z.B. Folie wie im T1) zur Ausführung kommen müssen.

#### 4.1.5 Apparatkammer Glitzalm

Das geplante Vortriebskonzept erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2) einen geordneten Vortrieb erwarten. Bei der Abdichtung der oberwasserseitigen Verzugsstrecke ist davon auszugehen, dass die geplante Folie an die Folie entlang des oberwasserseitigen Homogenbereiches T1 angeschlossen wird. Wie das Abdichtungskonzept durch die Apparatkammer hindurch, bis zur unterwasserseitigen Verzugsstrecke fortgeführt wird, wird im Zuge der Detailplanung darzulegen und zu prüfen sein. Die unterwasserseitige Verzugsstrecke ist mittels Folie gedichtet vorgesehen. Geht man von einem maximalen dynamischen Innendruck von 75 mWS am Ende der unterwasserseitigen Verzugsstrecke aus und berücksichtigt man einen Abstand zur, unter atmosphärischem Druck stehenden, Apparatkammer, so ergibt sich eine Druckabbaugradiente von 5 mWS/m. Eine solche Druckabbaugradiente ist bei den prognostizierten Gebirgseigenschaften technisch beherrschbar. Hinsichtlich allfälliger Umläufigkeiten (z. B. diskrete Wasserwege oder Sprengauflockerungen im Gebirge) setzt eine solche Druckabbaugradiente allerdings eine sorgfältige Behandlung des Gebirges mittels Abdichtungsinjektionen voraus. Für die entlang der oberwasserseitigen Verzugsstrecke eingezeichneten „Stahlrippen nach statischem Erfordernis“ konnte keine

schlüssige Erklärung gefunden werden, da das beschriebene Auskleidungskonzept keine Stahlpanzerung ausweist. Für die gesamte Durchführung des OW-Stollens bzw. des Triebwasserstollens durch den Homogenbereich T3 wird im Rahmen der Detailplanung ein in sich schlüssiges Bewehrungs- und Abdichtungskonzept zu planen und zu prüfen sein. Das Abdichtungskonzept muss jedenfalls auch auf Sprengauflockerungen Rücksicht nehmen, welche sich im Zuge des bergmännischen Vortriebes ergeben können. Ebenso wird im Zuge der Detailplanung ein in sich schlüssiges Lastableitungssystem zur Lastableitung der Deckeldruckkräfte in das umgebende Gebirge darzulegen und zu prüfen sein. Für allenfalls erforderliche Abdichtungsinjektionen im Gewölbebereich der Apparatenummer wird ein entsprechendes Injektions- und Drainagekonzept auszuarbeiten und zu prüfen sein.

#### 4.1.6 Zufahrtsstollen Apparatenummer Glitzalm

Das geplante Vortriebskonzept erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2) einen geordneten Vortrieb erwarten. Angesichts der aus dem Längsschnitt ersichtlichen, über eine größere Länge doch eher seichten Überlagerung kann sich GVT7 deutlich über den portalnahen Bereich hinaus, in den Tunnel hinein erstrecken. Dies erscheint allerdings mit dem Stützmittelkonzept der Ausbauklasse 3 beherrschbar.

#### 4.1.7 OW Schloss „Wasserschloss Glitzfelsen“

##### 4.1.7.1 *Unterkammer, Steigschacht, Oberkammer*

Für die Anlagenteile des Wasserschlosses Glitzfelsen erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1, GVT2 und GVT3) einen geordneten Vortrieb erwarten. Wie in der Technischen Detailbeschreibung „Maschinenbau und Stahlwasserbau“ (Einlage 5.0.WM.03) angegeben, soll die maximale dynamische Druckhöhe auf Kote 1 768 müA liegen. Dies entspricht einem maximalen Innendruck auf Schachtsohle von ca. 135,2 mWS. Allerdings konnte nicht gänzlich nachvollzogen werden, wo im Bereich von Oberkammer und Steigschacht tatsächlich die Schwankungsbreite des Bergwasserspiegels erwartet wird, da in der Oberkammer (Sohlkote 1 756,50 m) Wasserzutritte  $\leq 10$  l/s erwartet werden, während im Steigschacht der maximale Bergwasserspiegel auf 1 733 m prognostiziert ist. Diese Annahme hat jedoch Einfluss auf die Wahl bzw. Auslegung des Abdichtungskonzeptes der Anlagenteile des Wasserschlosses Glitzfelsen und wird als Grundlage desselben im Detail noch zu untersuchen bzw. festzustellen sein.

Sowohl die Unterkammer wie auch die Oberkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen sind im gegenständlichen Planungsstand noch mit ebenem Sohlverlauf dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass zumindest die ca. 120 m lange Oberkammer mit einem Längsgefälle zum

Steigschacht hin ausgeführt wird, um eine vollständige gravitative Entleerung und Entwässerung zum Steigschacht hin, auch unter Berücksichtigung ausführungstechnischer Toleranzen, sicher zu stellen. Bei der endgültigen Festlegung des Auskleidungs- und Abdichtungskonzeptes der Oberkammer wird jedenfalls die tatsächliche Anlagengeometrie zu berücksichtigen sein.

Die Unterkammer wird vom Verbindungsstollen Glitzfelsen aus über den Zufahrtsstollen Unterkammer erschlossen. Der Abschluss der unter Innendruck (ca. 105,5 mWS bei maximalem Aufschwingen und ca. 77,3 mWS bei Ruhedruck) stehenden Unterkammer gegenüber dem Zufahrtsstollen ist aus dem gegenständlichen Planungsstand noch nicht im Detail ersichtlich. Jedenfalls werden im Nahbereich des Dichtabschlusses besondere Abdichtungsmaßnahmen erforderlich sein, um die Gradienten potenzieller Sickerwege von der Wasser- zur Luftseite hin in einem verträglichen Ausmaß zu halten (max. 5/1: Druckabbau je lfm. Sickerstrecke bei entsprechender Injektion). Zudem wird im Zuge der Detailplanung die Lastableitung der Deckeldruckkraft in das umgebende Gebirge darzustellen und nachzuweisen sein.

#### *4.1.7.2 Zufahrtsstollen Unterkammer*

Für den ca. 150 m langen Zufahrtsstollen zur Unterkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen liegt im gegenständlichen Projektstand noch keine geotechnische Bemessung und Spezifikation von Sicherung und Auskleidung vor. Dasselbe gilt für den Dichtabschluss gegenüber der unter Innendruck stehenden Unterkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen. Da für die beiden anschließenden Bauwerke, die Unterkammer Glitzfelsen und den Verbindungsstollen Glitzfelsen, die bauliche Machbarkeit unter den prognostizierten Bedingungen nachgewiesen wurde, kann dies auch für den Zufahrtsstollen Unterkammer angenommen werden. Im Zuge der Detailplanung wird für den Zufahrtsstollen Unterkammer allerdings eine geordnete geotechnische Planung vorzunehmen sein.

#### 4.1.8 Energieableitungsstollen und Verbindungsstollen Glitzfelsen

Für den Energieableitungsstollen und den Verbindungsstollen Glitzfelsen erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1, GVT2 und GVT3) einen geordneten Vortrieb erwarten. Die beiden Bauwerksabschnitte des Stollens werden dräniert ausgeführt. Bei entsprechend erfolgreicher Entspannung des Bergwasserdruckes im Umfeld des Stollens erscheinen auch die gewählte Endauskleidung (20 cm bewehrter Spritzbeton) und die ebene, bewehrte Ortbeton Sohlplatte technisch gut machbar.

Aus der Nähe zum Krümmer des Triebwasserstollens am Übergang zum Lotschacht ergibt sich eine Gradienten des erforderlichen Druckabbaus von ca. 110 mWS entlang ca. 25 m Bergfeste mit 4,4 mWS/m. Ein solcher Druckabbau ist im Gebirge erfahrungsgemäß möglich.

Eine Voraussetzung dafür wird allerdings sein, dass die Sprengauflockerungen sowohl im Umfeld des Triebwasserstollens wie auch des Verbindungsstollens Glitzfelsen einer entsprechenden Behandlung durch Gebirgsinjektionen unterzogen werden. Da der Triebwasserstollen im Betrieb schwer und nur mit großem Aufwand zugänglich ist, wird hier eine präventive Maßnahme zur Injektion potenzieller Sprengauflockerungen auf eine beschränkte Länge in beiden Stollen gefordert.

Im Bereich des Südportals des Energieableitungsstollens ist aufgrund der seichten Lage ein bergmännischer Vortrieb schwer vorstellbar, ohne den bestehenden Mast Nr. 116 der 380 kV Leitung der APG zu gefährden. Für den Fall, dass die 380 kV Leitung während des Vortriebes auf der bestehenden Trasse über den Mast 116 geführt wird, wäre ein Baukonzept zu erarbeiten, welches auf diese spezifische Situation Rücksicht nimmt.

#### 4.1.9 Lotschacht

Für die Herstellung und Sicherung des Lotschachtes erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1 bis GVT5) bedingt einen geordneten Vortrieb erwarten. Als bautechnisch anspruchsvoll wird dabei die Herstellung des ca. 820 m tiefen Raise boring Schachtes gesehen, da dieser bis zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung unausgekleidet verbleiben muss. Dies kann insbesondere im Zusammenwirken von GVT4 (tiefreichende Überbeanspruchung) mit Bergwasser und der mechanischen Beanspruchung durch den Schutterbetrieb zu kritischen Situationen führen. Damit ist die Herstellbarkeit des Raise boring Schachtes mit einem Restrisiko behaftet, dem mit einer entsprechenden Vorbereitung begegnet werden sollte. Eine solche Vorbereitung wird eine Risikoanalyse mit der Identifikation der maßgeblichen Risikoszenarien und mit der daraus abgeleiteten präventiven Vorbereitung risikominimierender Maßnahmen und geeigneter Interventionsmaßnahmen mit einschließen müssen. Das geplante Sicherungskonzept für die Aufweitung erscheint angemessen und zweckmäßig.

Das Auskleidungskonzept erscheint hinsichtlich der vorgesehenen Auskleidungstypen (vorgespannte Betonauskleidung mit Dichtfolie bzw. Stahlpanzerung mit Ringspaltinjektion) durchaus zweckmäßig. Der Zweck der bewehrten Innenschale zusammen mit der Dichtfolie konnte allerdings nicht nachvollzogen werden.

Eine deutliche Diskrepanz zum Verständnis der Vorbemessung hat sich bei der Teufenzuordnung der Homogenbereiche L1-L4 ergeben. Im Zuge einer überschlägigen Nachrechnung ist der Nachweis der Folienabdichtung bis 83 bar Innendruck bei der Anwendung gängiger Folien nicht gelungen. Die Nachrechnung hat hingegen das Erfordernis einer Stahlpanzerung (RQ L4) über eine deutlich größere Höhe als ausgewiesen, ergeben. Jedenfalls werden im Zuge der Detailplanung die zur Anwendung kommenden

Auskleidungssysteme nach einem anerkannten Verfahren zu dimensionieren und nachzuweisen sein. Bei der vorgesehenen Folienabdichtung entlang der Homogenbereiche L1-L3 wird davon ausgegangen, dass diese dort systematisch und nicht nur optional eingesetzt wird. Die vorgesehene „Vorinjektion mit erhöhtem Aufwand“ ist zwar nicht näher spezifiziert. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass es sich dabei um eine systematische Konsolidierungsinjektion der Schachtläubung handelt. Eine solche systematische Konsolidierungsinjektion wird nicht nur entlang der Homogenbereiche L1-L3 als erforderlich erachtet, sondern insbesondere auch im Homogenbereich L4, wo eine einigermaßen homogene Bettungssteifigkeit für die Stahlpanzerung über die gesamte Laibung als gleichermaßen wichtig erachtet wird, wie bei der Folienabdichtung. Das vorgesehene Injektionskonzept wird im Zuge der Detailplanung noch näher zu spezifizieren sein. Die Überlegung, dass der lediglich in einem Abstand von ca. 30 m parallel zum Lotschacht verlaufende dränierte Energieableitungsschacht zur Entlastung des Bergwasserdruckes im Umfeld des Lotschachtes herangezogen werden soll, erscheint nachvollziehbar. Andererseits erhöht sich damit der Dichtigkeitsanspruch an die Auskleidung des Lotschachtes. Zusammen mit den geplanten Injektionsmaßnahmen erhöht sich auch die Gefahr der Versinterung allfälliger Drainagemaßnahmen. Aus diesen Gründen wird es als wichtig erachtet, den Energieableitungsschacht in ein permanentes Mess- und Beobachtungsprogramm zur Überprüfung des beabsichtigten Systemverhaltens (dauerhafte geordnete Drainage des Gebirges im Umfeld des Lotschachtes) mit einzubeziehen. Zum ca. 120 m hohen Teil des Lotschachtes oberhalb des Triebwasserweges finden sich im gegenständlichen Bearbeitungsstand nur sehr spärliche Angaben. Für diesen Teil wird jedenfalls die geordnete Überführung vom Bauzustand in den Bestand der Anlage darzustellen und umzusetzen sein. Teile dieses Konzeptes werden die Abdichtung gegenüber dem unter Druck stehenden Triebwasserweg sowie die geordnete Ableitung der Deckeldruckkräfte und die Wasserhaltung der zusitzenden Bergwässer sein. Falls dort auf Dauer ein Zugang zum Lotschacht erhalten bleiben soll, werden auch diese Belange in die Planung und Ausführung mit einfließen müssen.

#### 4.1.10 Kraftwerkskaverne und Trafokavernen

##### *4.1.10.1 Kraftkaverne*

Das Ausbaukonzept der Kraftkaverne sieht im Firstgewölbe eine 35 cm dicke und in den Ulmen eine 30 cm dicke bewehrte und geankerte Spritzbetonschale vor. Die Ausbauklassen 1-3 unterscheiden sich lediglich im Ankerraster. Die Sohle ist in allen 3 Ausbauklassen eben und ungesichert. Die exemplarischen FE-Berechnungen zeigen für den besten untersuchten Fall (GA 9) Ulmverschiebungen von 2 cm und lediglich seichte plastische Überbeanspruchungen. Im schlechtesten untersuchten Fall (GA 11) ergeben sich



Ulmverschiebungen von 8 cm und eine maximale Tiefe der plastischen Zone von 14 m. Dazu kommt eine massive Plastifizierung im ungesicherten Sohlbereich. Dementsprechend wird das Ausbaukonzept überwiegend als angemessen erachtet. Für den eher unwahrscheinlichen Fall allerdings, dass über eine größere Länge über den gesamten Querschnitt GA 11 auftreten sollte, wäre das planerisch vorgesehene Ausbaukonzept nicht schlüssig. Insbesondere müssten bei bis 14 m tief prognostizierten Plastifizierungen die Ankerlängen deutlich länger als 15 m gewählt werden, um eine verlässliche Verankerung im nicht überbeanspruchten Gebirge sicher zu stellen. Ebenso erschiene bei den für GA11 ausgewiesenen Plastifizierungen in der Sohle, die Ausbildung eines Sohlgewölbes als angemessen. Positiv ist zu vermerken, dass mit der Variante 2 der Ausbauklasse 1 eine Variante mit gewölbter Ulme zur Verfügung steht, die sehr wahrscheinlich bei wechselhaften Gebirgsverhältnissen felsmechanisch mehr Reserven aufweist und vorteilhafter anzuwenden ist, als die Varianten mit ebener Ulme. Insgesamt ist davon auszugehen, dass mit den vorgesehenen Stützmittelarten eine geordnete Vortriebssicherung und ein geordneter Endausbau erzielbar sein werden. Im Detail wird auf ausreichende Ankerlängen Rücksicht zu nehmen sein und darauf, dass die Einleitung der Ankerkräfte der vorgespannten Anker in die Spritzbetonschale mit ausreichender Sicherheit konstruktiv gestaltet und nachgewiesen wird. Die im Zuge des Vortriebes planmäßig anzuwendende Beobachtungsmethode, wird insbesondere darauf Rücksicht nehmen müssen, dass der Ausbruch der Kaverne schrittweise erfolgt und wird Verhaltensprognosen für Teilausbrüche beinhalten müssen. Das beschriebene Abdichtungskonzept geht davon aus, dass die Entlastung des Bergwasserdruckes letztendlich über die Durchlässigkeit der Spritzbetonschale erfolgt und dass bei verbleibenden Tropfwasserzutritten hallenseitig flächenhaft eine Fassung und Ableitung solcher Wässer erfolgen soll. Dem ist entgegenzuhalten, dass dem Auskleidungsspritzbeton nicht dauerhaft eine Penetration durch, unter Druck stehendes, Bergwasser überantwortet werden soll. Es wird hingegen als erforderlich erachtet, die Wasserzutritte zur Kaverne soweit als möglich auf Dauer zu messen und zu beobachten. Ferner wird es als erforderlich erachtet, das Systemverhalten des Spritzbetongewölbes auf Dauer möglichst uneingeschränkt optisch einsehen zu können. Daher sollen flächige Ableitmaßnahmen an der Oberfläche möglichst vermieden werden. Zur Unterstützung der Beobachtung des Systemverhaltens wird eine repräsentative Anzahl von Vorspannankern als Messanker auszubilden und in das Mess- und Beobachtungsprogramm der Kaverne auf Dauer einzubinden sein.

#### *4.1.10.2 Trafokavernen -Süd und -Nord*

Bei den beiden Trafokavernen -Süd und -Nord dürfte grundsätzlich von denselben geologisch geotechnischen Randbedingungen, wie in der Kraftkaverne auszugehen sein.

Damit steht exemplarisch die geotechnische Machbarkeit außer Frage. Die geotechnische Bemessung und planliche Darstellung der notwendigen Baumaßnahmen wird im Zuge der Detail- und Ausführungsplanung erfolgen müssen.

#### 4.1.11 Verteilrohrleitungen

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich die Stollen der Verteilrohrleitungen bautechnisch mit den, bei den übrigen Stollensysteme im Bereich der Kraftkaverne, angewandten Stützmittelsystemen bautechnisch herstellen lassen. Eine entsprechende Bemessung und Planung wird im Rahmen der Detailplanung erfolgen müssen. Im Endzustand werden diese Stollen gepanzert und hinterbetoniert. Von der Art und Weise der Detailausführung wird es abhängen, wie im Einzelnen die Lastabtragung von Innendruck und Deckeldruck in das umgebende Gebirge erfolgt. Dies wird im Detail noch auszuarbeiten und darzulegen sein.

#### 4.1.12 Apparatekammer Kaverne

Bei den beiden Apparatekammern Kaverne dürfte grundsätzlich von denselben geologisch geotechnischen Randbedingungen wie im Bereich der Kraftkaverne auszugehen sein. Damit steht exemplarisch die geotechnische Machbarkeit außer Frage. Die geotechnische Bemessung und planliche Darstellung und Spezifizierung der notwendigen Baumaßnahmen, einschließlich der beabsichtigten Injektionsmaßnahmen, wird im Zuge der Detail- und Ausführungsplanung erfolgen müssen.

#### 4.1.13 Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne – Unterwasserstollen und Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich der Verbindungsstollen sowie der Zufahrtsstollen Kalotte Maschinenkaverne bautechnisch mit den, bei den übrigen Stollensysteme im Bereich der Kraftkaverne, angewandten Stützmittelsystemen bautechnisch herstellen lassen. Eine entsprechende Bemessung und Planung wird im Rahmen der Detailplanung erfolgen müssen. Im Endzustand wird der Verbindungsstollen zwischen dem Zufahrtsstollen Kaverne und dem Unterwasserstollen in Richtung des Unterwasserstollens druckdicht zu verplomben sein. Eine entsprechende Detailplanung einschließlich der Planung der Injektionsmaßnahmen wird zu gegebener Zeit noch erfolgen müssen.

#### 4.1.14 Zufahrtsstollen Kaverne

Für den Zugangsstollen Kaverne erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1, GVT2, GVT3 und GVT4) einen geordneten Vortrieb erwarten. Auch der Umgang mit den prognostizierten Wasserzutritten erscheint plausibel und praktisch beherrschbar. Das geplante

Injektionskonzept wird im Zuge der Ausführungsplanung noch im Detail zu planen und festzulegen sein.

#### 4.1.15 Wasserschloss UW Schloss Garanas

##### 4.1.15.1 *Oberkammer und Unterkammer*

Das für die Ober- und Unterkammer des Unterwasserschlosses Garanas geplante Vortriebskonzept erscheint grundsätzlich zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1, GVT2, GVT3 und GVT4) einen geordneten Vortrieb erwarten. Aus bautechnischer Sicht erhebt sich die Frage, ob nicht für die Ausbauklasse 4 ein Hufeisenprofil mit Sohlgewölbe praktischer wäre. In der Technischen Beschreibung (Einlage 4.0.GT.01) ist diese Variante beschrieben, im Plan (Einlage 4.3.GT.03) jedoch nicht ausgewiesen.

Die Auskleidung der Unterkammer ist als vorgespannte, unbewehrte Ortbetonauskleidung vorgesehen. Dies erscheint, zusammen mit einem Injektionskonzept, welches neben der Vorspanninjektion auch die Konsolidierung und Abdichtung der Sprengauflockerungen erfasst, technisch machbar. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Unterkammer gegenüber dem Zugangstollen einer druckhaltenden Abdichtung bedarf, die neben der Beschränkung von Umläufigkeiten auch die dort wirksamen Deckeldruckkräfte geordnet in das umgebende Gebirge ableiten muss. Beides wird im Zuge der Detailplanung noch zu planen sein. Im Ruhezustand (Stauziel Unterspeicher Seebach) ist dort ein Wasserdruck von ca. 83 mWS, im Fall des Aufschwingens des Unterwasserschlosses (angenommener Füllgrad der Oberkammer 70 %) ist dort ein Wasserdruck von ca. 118 mWS, wirksam. Die Auskleidung der Oberkammer mit 20 cm bewehrtem Spritzbeton erscheint unter Beachtung des Umstandes, dass die Oberkammer meistens leer sein wird, angemessen. Es wird auch davon ausgegangen, dass wie in der Technischen Beschreibung (Einlage 4.0.GT.01) beschrieben, bei stark gestörten Gebirgsverhältnissen (Annahme GVT 4) eine Ortbetonschale und ein Sohlgewölbe zur Ausführung kommen. Um eine Be- und Entwässerung des Gebirges im Betrieb möglichst zu unterbinden, werden auch entlang der Oberkammer systematische Abdichtungs- und Konsolidierungsinjektionen als erforderlich erachtet. Auch für die Oberkammer liegt der geplante Abschluss der Oberkammer gegenüber dem Zugangstollen, samt Be- und Entlüftung noch nicht vor. Diese Planung wird im Zuge der Detailplanung noch zu erfolgen haben. Im Zuge dieser Detailplanung wird empfohlen, die beiden Äste der Oberkammer zum Steigschacht hin zu neigen, damit, auch unter Berücksichtigung der Bautoleranzen, eine rasche Entwässerung im Betrieb sicher gestellt wird.

#### *4.1.15.2 Steigschacht*

Für die Herstellung und Sicherung des Steigschachtes erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1 bis GVT4) bedingt einen geordneten Vortrieb erwarten. Als bautechnisch anspruchsvollste Phase wird dabei die Herstellung des ca. 180 m tiefen Raise boring Schachtes gesehen, da dieser bis zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung unausgekleidet verbleiben muss. Dies kann insbesondere im Zusammenwirken von GVT4 tiefreichende Überbeanspruchung) mit Bergwasser und der mechanischen Beanspruchung durch den Schutterbetrieb zu kritischen Situationen führen. Dem damit verbundenen Risiko sollte mit einer entsprechenden Vorbereitung begegnet werden. Eine solche Vorbereitung wird eine Risikoanalyse mit der Identifikation der maßgeblichen Risikoszenarien und mit der daraus abgeleiteten präventiven Vorbereitung risikominimierender Maßnahmen und geeigneter Interventionsmaßnahmen mit einschließen müssen. Das geplante Sicherungskonzept für die Aufweitung erscheint angemessen und zweckmäßig.

Die Auskleidung des Steigschachtes ist als vorgespannte, unbewehrte Ortbetonauskleidung vorgesehen. Dies erscheint, zusammen mit einem Injektionskonzept, welches neben der Vorspanninjektion auch die Konsolidierung und Abdichtung der Sprengauflockerungen erfasst, technisch sinnvoll machbar. Allerdings wäre das dazu erforderliche Injektionskonzept im Zuger der Detailplanung noch zu erstellen.

#### *4.1.15.3 Zufahrtsstollen Oberkammer und Unterkammer Wasserschloss Garanas*

Für die Herstellung und Sicherung des Zufahrtsstollen Oberkammer Wasserschloss Garanas erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1 bis GVT4) einen geordneten Vortrieb erwarten. Für den Zufahrtsstollen Unterkammer Wasserschloss Garanas wird davon ausgegangen, dass er denselben Planungsgrundsätzen folgt, womit für die Zweckmäßigkeit der technischen Umsetzung dasselbe gilt wie für den Zufahrtsstollen Oberkammer Wasserschloss Garanas. Für beide Stollen wird im Zuge der Detailplanung eine sorgfältige geotechnische Planung erfolgen müssen. Dabei wird insbesondere beim Zufahrtsstollen Unterkammer Wasserschloss Garanas auf die unmittelbare Nähe der unter Innendruck stehenden Unterkammer zu achten sein und der Dichtabschluss einschließlich der geordneten Ableitung der Deckeldruckkräfte in das Gebirge zu beachten und zu berücksichtigen sein.

#### 4.1.16 UW Stollen

Für die Herstellung und Sicherung des Unterwasserstollens erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1 bis GVT4) einen geordneten Vortrieb erwarten.

Im Homogenbereich U1 (Innendruck max. ca. 180 mWS) wird der erwartete Bergwasserdruck mit 0 – 20 bar angegeben. Zur Abdichtung ist dort eine Vorspanninjektion mit 40 bar vorgesehen. Der kürzeste Abstand zum unter atmosphärischem Druck stehenden Zufahrtsstollen Kaverne beträgt ca. 60 m Bergfeste. Dies ergäbe eine Gradienten von 3 m Druckabbau je Meter Gebirge. Eine solche Gradienten ist unter Einbeziehung sorgfältiger Injektionsmaßnahmen im Allgemeinen technisch beherrschbar. Insofern werden die im technischen Konzept als „optional“ angesprochenen Gebirgsinjektionen als erforderlich erachtet. Dasselbe trifft auf systematische Gebirgsinjektionen entlang der unterwasserseitigen Verteilrohrleitung bis zum Zugangsstollen Kaverne zu.

Im Homogenbereich U2 und U3 (Innendruck max. ca. 180 mWS bis „Stauziel“ Unterspeicher Seebach) ist der Bergwasserspiegel mit minimal „Stauziel“ bis maximal 65 bar und damit praktisch durchwegs über dem Innendruck des Unterwasserstollens prognostiziert. Der Geologische Längenschnitt (Einlage 2.3.GG.01) legt nahe, dass jedenfalls davon auszugehen ist, dass der Bergwasserspiegel praktisch durchwegs über dem Innendruck des Unterwasserstollens liegt. Im Ausbaukonzept ist sowohl für den Regelquerschnitt U2 wie auch für den Regelquerschnitt U3 zumindest eine systematische Konsolidierungsinjektion des Gebirges mittels radialer Bohrlöcher vorgesehen. Zusammen mit dieser Maßnahme wird das Auskleidungskonzept der Regelquerschnitt U2 und U3 als ausreichend erachtet. Die ebene Sohlausbildung des vermutlich überwiegend zur Ausführung gelangenden Regelquerschnittes U2 wird allerdings eine Anpassung der Konsolidierungsinjektion im Sohlbereich erforderlich machen und entsprechend in der Planung zu berücksichtigen sein. Im Homogenbereich U4, ober- und unterwasserseitig der Apparatekammer, ist ein maximaler Innendruck knapp über dem jeweiligen Stauspiegel zu erwarten. Bei Stauziel wird im Bereich der Apparatekammer Seebach von einem max. Innendruck von ca. 65 m WS auszugehen sein. Der erwartete Bergwasserdruck wird dort mit 0 bar bis max. „Stauziel“ (Unterspeicher Seebach) angegeben. Zur Abdichtung ist dort eine vorgespannte Betonauskleidung in Verbindung mit einer vorgängig systematisch durchgeführten Konsolidierungsinjektion des Gebirges, sowie besondere Abdichtungsinjektionen vorgesehen. Die maximal verbleibende Bergfeste zu den unter atmosphärischem Druck stehenden Bauwerken Apparatekammer Seebach und Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach beträgt 13 m bzw. 20 m. Dies ergibt im ungünstigsten Fall eine Gradienten von 5 m Druckabbau je m Gebirge. Eine solche Gradienten ist bautechnisch im Allgemeinen noch beherrschbar, setzt jedoch sehr sorgfältige Injektionsmaßnahmen im Gebirge voraus. Optional sollte hier, unter Erwägung von angetroffenen Gebirgseigenschaften, welche eine geordnete Injektion nur eingeschränkt zulassen, die Fortsetzung der Folienstrecke vom Homogenbereich U5 in den Homogenbereich U4 hinein zumindest im Konzept vorgesehen werden.

Im Homogenbereich U5 entsteht das Ortbeton-Bauwerk der Apparatekammer Seebach samt ober- und unterwasserseitiger Verzugsstrecke vom Kreisquerschnitt auf den Rechteckquerschnitt in der Ebene der Absperrorgane. Es ist dort eine wasserdichte Bauausführung mit Foliendichtung beschrieben. Wie diese im Detail ausgeführt werden soll, wird im Zuge der Detailplanung zu beschreiben sein. Ebenso wird im Zuge der Detailplanung die geordnete Ableitung der Deckeldruckkräfte in das umgebende Gebirge zu beschreiben sein.

#### 4.1.17 Energieableitungsschacht

Für die Herstellung und Sicherung des Energieableitungsschachtes erscheint das geplante Vortriebskonzept zweckmäßig und lässt innerhalb der prognostizierten Gebirgsverhaltenstypen (GVT1 bis GVT5) bedingt einen geordneten Vortrieb erwarten. Als kritisch wird dabei, wie bereits beim Lotschacht näher ausgeführt, auch beim Energieableitungsschacht die Herstellung des ca. 800 m tiefen Raise boring Schachtes gesehen. Im Zusammenhang mit der vorgesehenen Drainage des Gebirges um den Lotschacht wird im Energieableitungsschacht auf Dauer ein Mess- und Beobachtungsprogramm umzusetzen sein, welches auch die regelmäßige Wartung der Drainagemaßnahmen mit einschließt.

Wie mit dem ca. 110 m hohen Schachtfortsatz zur Oberfläche hin bei der Überführung in den Bestand verfahren werden soll, wird im Zuge der Detailplanung noch im Detail zu planen und abschließend umzusetzen sein.

#### 4.1.18 Umleitungsstollen Seebach

Die Herstellung und Sicherung des Umleitungsstollens Seebach erscheint unter den beschriebenen geologisch- geotechnischen Bedingungen (GVT1-3) zweckmäßig machbar. Wie beschrieben wird davon ausgegangen, dass in den Portalbereichen im Zuge der Einschnitte der Fels freigelegt wird. Eine geotechnische Planung wird im Zuge der Detailplanung zu erfolgen haben. Dasselbe gilt sinngemäß für das im Konzept angedeutete Injektionsprogramm.

In der derzeit vorliegenden Planung wird nicht auf die Abrasionsgefahr von Sohle und Gewölbeauskleidung durch den Geschiebetransport eingegangen. Dies wird im Rahmen der Detailplanung speziell zu berücksichtigen sein.

#### 4.1.19 Apparatekammer Seebach

Das geplante Vortriebskonzept erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2) einen geordneten Vortrieb erwarten. Hinsichtlich der erforderlichen Detailplanung wird sinngemäß auf die Ausführungen zur Apparatekammer Glitzalm und zum Homogenbereich U4 des UW-Stollens verwiesen.

#### 4.1.20 Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach

Das geplante Vortriebskonzept erscheint zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2 und GVT1) einen geordneten Vortrieb erwarten. Der Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach quert die Dichtebene des Unterspeichers Seebach und nähert sich im Bereich der Apparatekammer Seebach dem unter Innendruck stehenden Unterwasserstollen. Über die im Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach gemessenen Wasserzutritte ist demnach ein Aufschluss über die Wirksamkeit der Abdichtungsmaßnahmen im Bereich Apparatekammer Seebach wie auch gegenüber dem Stauraum Unterspeicher Seebach zu erwarten. Entsprechend werden die in den Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach zusitzenden Wässer auf Dauer sektional zu fassen und hinsichtlich Schüttung und Wasserchemie im Rahmen des Mess- und Beobachtungsprogrammes der Anlage zu bewerten und zu dokumentieren sein. Das beabsichtigte Injektionskonzept, einschließlich allfälliger Nachinjektion wird im Rahmen der Detailplanung noch zu spezifizieren sein.

#### 4.1.21 Hochwasserentlastungsstollen Seebach

Das geplante Vortriebskonzept erscheint, soweit bisher spezifiziert, zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2 und GVT1) einen geordneten Vortrieb erwarten.

Auch das beschriebene Abdichtungskonzept mittels Injektionen erscheint, soweit bisher spezifiziert, angemessen und zweckmäßig. Allerdings wird dieses im Rahmen der Detailplanung noch im Detail dazulegen sein.

#### 4.1.22 Grundablassstollen Seebach

Das geplante Vortriebskonzept erscheint, soweit bisher spezifiziert, zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2 und GVT1) einen geordneten Vortrieb erwarten. Auch das beschriebene Abdichtungskonzept mittels Injektionen erscheint, soweit bisher spezifiziert, angemessen und zweckmäßig. Allerdings wird dieses im Rahmen der Detailplanung noch im Detail dazulegen sein. Für den unter Innendruck stehenden Abschnitt luftseitig der Dichtebene bis zur Schieberkammer Grundablass, besteht ein hoher Anspruch an die Zuverlässigkeit der Abdichtung. Der Innendruck beträgt dort bei Stauziel ca. 85 mWS. Da bei Abdichtungsmaßnahmen, die ausschließlich auf die Wirksamkeit von Injektionsmaßnahmen aufbauen, nicht von einer völligen Abdichtung ausgegangen werden kann, wird oberwasserseitig der Schieberkammer auf eine Mindestlänge ein dichtes Abdichtungselement, z. B. eine Folienabdichtung, vorzusehen sein. Bei einer Gradienten von 5 m Druckabbau je Meter Bergfeste ergibt sich bei einem Innendruck von ca. 85 mWS das Erfordernis einer zuverlässigen Abdichtung über eine Länge von 17 m, bei einer Gradienten von 3 m Druckabbau je Meter Bergfeste ergibt sich eine Länge von ca. 28 m.

#### 4.1.23 Schieberkammer Grundablass

Das geplante für die Schieberkammer Grundablass dargelegte Vortriebskonzept erscheint, soweit bisher spezifiziert, zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2) einen geordneten Vortrieb erwarten. Allerdings wird auf den in nur ca. 3,5 m Abstand tangierenden Hochwasserentlastungsstollen in besonderer Weise Rücksicht zu nehmen sein. Die Durchleitung des Grundablasses wird hinsichtlich des Abdichtungskonzeptes noch genauer zu spezifizieren sein. Die derzeit gemäß Darstellung zu vermutende Stahlpanzerung wird als adäquat erachtet. Allerdings wird auch entlang der oberwasserseitigen Verzugsstrecke eine dichte Auskleidung mit einem verlässlichen Dichtelement als erforderlich erachtet. Hinsichtlich dessen Fortsetzung in den oberwasserseitigen Grundablassstollen wird auf die Stellungnahme zu diesem verwiesen. Zur Abdichtung Sprengauflockerungen und Gebirgsdurchlässigkeiten zum Gewölbe der Schieberkammer Grundablass hin, werden besondere Injektionsmaßnahmen erforderlich sein. Diese werden im Zuge der Detailplanung noch zu spezifizieren sein.

#### 4.1.24 Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach

Das für den Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach dargelegte Vortriebskonzept erscheint, soweit bisher spezifiziert, zweckmäßig und lässt innerhalb des prognostizierten Gebirgsverhaltens (GVT2, GVT1) einen geordneten Vortrieb erwarten. Es wird nicht auszuschließen sein, dass potenzielle Wasserzutritte vom Grundablassstollen Seebach aus zum Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass- Seebach eine Abdichtungsinjektion im Bereich von Sprengauflockerungen oder diskreter Wasserwege im Gebirge erforderlich machen. Diesbezüglich wird gegebenenfalls ein entsprechendes Injektionskonzept zu planen und umzusetzen sein. Ein solches Konzept wird sich im Wesentlichen an jenem Konzept orientieren, welches für die Schieberkammer Grundablass Seebach gefordert wurde. Daher wird diesbezüglich sinngemäß auf dieses Injektionskonzept verwiesen.

### **4.2 Abdichtungskonzept Unterspeicher Seebach**

#### 4.2.1 Abdichtung Untergrund – Injektionsschirm Damm

Gegenständlich wird lediglich die Herstellbarkeit des beabsichtigten Injektionsschirmes beurteilt. Die Einschätzung der Eignung des beabsichtigten Injektionsschirmes im Hinblick auf die Umströmung des Dammbauwerkes bleibt dem Sachverständigen der Behörde für Dammbau vorbehalten und ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.

Die Herstellung des beabsichtigten Injektionsschirmes wurde so verstanden, dass in der vorgängig hergestellten Herdmauer und entlang des Kontrollganges in der Dammachse, alle 1,5 m Leerverrohrungen vorgesehen werden sollen, durch die anschließend der Rohrschirm,



samt Kontaktinjektion hergestellt werden soll. Die Abfolge bei der Herstellung wurde so verstanden, dass zunächst alle 6 m eine Tiefen-Bohrung samt Injektion erfolgt und anschließend alle 1,5 m eine 6 m Bohrung samt Kontaktinjektion. Die Injektion ist offensichtlich in Passen von 2 m, 3 m und 5 m Länge vorgesehen. Die Sekundärbohrungen samt Injektion erfolgen dann vermutlich, wo erforderlich erachtet auf Lücke und ebenso allfällig als erforderlich erachtete Tertiärbohrungen samt Injektion. Die beabsichtigte Abfolge der Bohrungen und die Richtung der passensweisen Injektion (von unten nach oben oder von oben nach unten) werden im Rahmen der Detailplanung ebenso festzulegen sein, wie die Leerrohre für die Schirminjektionen und die Kontaktinjektionen. Ferner wird auf die Problemstellung einzugehen sein, wie oberflächennah bei reduziertem Injektionsdruck der beabsichtigte Abdichtungserfolg erzielt und nachgewiesen werden soll. Die festgelegten Mengenkriterien je Passe werden ebenso wie die festgelegten Druckkriterien je Tiefenstufe im Detail noch zu begründen und allenfalls an weitere Erkenntnisse anzupassen sein. Insgesamt wird im Rahmen der Detailplanung noch ein Injektionskonzept zu erstellen sein, welches zumindest Ziel und Zweck des jeweiligen Verfahrens spezifiziert, das Verfahren selbst beschreibt, die Injektionsmittel und Rezepturen sowie die Injektionsregeln und Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Dokumentation angibt. Jedenfalls wird es als zweckmäßig erachtet, dass im Vorfeld der Injektionen Eignungsversuche und Injektionsversuche durchgeführt werden um die Eignung der beabsichtigten Injektionsmittel, Rezepturen und Injektionsregeln unter repräsentativen Feldbedingungen zu untersuchen und situationsangepasst festlegen zu können.

Insgesamt erscheint das beabsichtigte Injektionskonzept, was die geometrische Anordnung, die Rastergeometrie und die Passenlängen betrifft, zweckmäßig anwendbar. Die Absicht, bei einer Ausgangstransmissivität von 100 Lugeon mit zementgebundenen Injektionsmitteln einen Abdichtungserfolg von 1 Lugeon zu erzielen, erscheint im Bereich des technisch Möglichen. Bei einer Ausgangstransmissivität von 10 Lugeon dürfte mit zementgebundenen Injektionsmitteln einen Abdichtungserfolg von 1 Lugeon nur grenzwertig erreichbar sein. Daher scheint, gemessen an der prognostizierten Ausgangstransmissivität von 100 – 40 Lugeon bis 30 m Tiefe, mit den angedachten zementgebundenen Injektionsmitteln, lediglich in diesem Bereich der erhoffte Abdichtungserfolg erreichbar. Dieses Szenario sollte in jedem Fall bei der Beurteilung der Umströmungssituation Berücksichtigung finden. Eingesetzten Injektionsmittel und Zusatzmittel werden so zu wählen sein, dass sie die Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) nicht überschreiten.

## 5 Zusammenfassung und Beurteilung

### 5.1 Beantwortung der Prüfbuchfragen der UVP-Behörde

#### 5.1.1 Allgemeine Fragen zu Projekt bzw. Gutachten

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

**Antwort:** JA; das Projekt liegt in Form einer konzeptionellen Planung vor. Dieser Projektstand ist zweckmäßig und plausibel, sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend. Im Zuge der Detailplanung und bedingt durch den Kenntniszuwachs hinsichtlich der angetroffenen Verhältnisse, wird das Projekt entsprechend zu vertiefen sein. Dies ist durch die geforderten Nebenbestimmungen sichergestellt.

#### 5.1.2 Fragenkomplex UVP- Gesetz § 17

*Wurde die Immissionsbelastungen möglichst gering gehalten, und jedenfalls Immissionen vermieden, die*

- *das Leben oder die Gesundheit von Menschen gefährden?*
- *das Eigentum oder sonstige dingliche Rechte (Wasserrechte) der Nachbarn/Nachbarinnen gefährden?*
- *Wurde die Immissionsbelastung möglichst gering gehalten, und jedenfalls Immissionen vermieden, die erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen verursachen?*
- *Ist zu erwarten, dass durch das Vorhaben aus geotechnischer Sicht negative Auswirkungen auf Hangstabilität, Bodenzustand zu erwarten sind und ergeben sich daraus erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen?*

**Antwort:** das geplante Vorhaben entspricht in den Belangen des Fachbereiches Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollenbau und Injektionstechnik dem Stand der Technik, bzw. wird durch die geforderten Nebenbestimmungen die Einhaltung des Standes der Technik bedungen. Die Planung einschließlich der geforderten Nebenbestimmungen zielt jedenfalls darauf ab, dass durch das Vorhaben aus geotechnischer Sicht keine negativen Auswirkungen auf Hangstabilität und Bodenzustand zu erwarten sind und sich keine erheblichen Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen ergeben.

#### 5.1.3 Fragenkomplex WRG Gesetz § 105

- *Ist durch das Vorhaben eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit zu erwarten?*
- *Entspricht die Anlage hinsichtlich Errichtung und Betrieb dem derzeitigen Stand der Technik?*

- *Sind Emissionen nach dem Stand der Technik begrenzt?*
- *Ist durch die Art der beabsichtigten Anlage eine Verschwendung des Grundwassers zu erwarten?*
- *Gibt es eine hinreichende Störfallvorsorge?*

**Antwort:** das geplante Vorhaben entspricht in den Belangen des Fachbereiches Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollenbau und Injektionstechnik dem Stand der Technik, bzw. wird durch die geforderten Nebenbestimmungen die Einhaltung des Standes der Technik bedungen. Die Planung einschließlich der geforderten Nebenbestimmungen zielt jedenfalls darauf ab, dass durch das Vorhaben keine Verschwendung des Grundwassers zu erwarten ist. Eine hinreichende Störfallvorsorge wird durch die Nebenbestimmungen gefordert.

#### 5.1.4 Nullvariante

Nicht relevant

## 5.2 Zusammenfassung von Befund und Gutachten

Das Pumpspeicherwerk Koralm besteht im Wesentlichen aus dem Oberspeicher Glitzalm, dem Oberwasserseitiger Triebwasserweg, einer Kraftkaverne samt Nebenanlage, dem unterwasserseitiger Triebwasserweg und dem Unterspeicher Seebach. Daneben gibt es eine Reihe von obertägigen und bevorzugt untertägig errichteten Bauwerksteilen, die der Zugänglichkeit zur Anlage und z.T. der Wasserumleitung dienen.

Ein großer Teil der Anlage wird untertägig errichtet und gliedern sich grob wie folgt:

- In Stollen und Schächte des Triebwasserweges die dauernd unter Innendruck stehen.
- In die Stollen und Schächte der beiden Wasserschläsler die bereichsweise nur temporär unter Innendruck stehen.
- In die Kavernen und Zugangstollen die unter atmosphärischem Druck stehen.
- In den Umleitungsstollen Seebach, der im Freispiegelabfluss mit Geschiebetrieb durchflossen werden soll –
- und in temporär aus baubetrieblichen Gründen erforderlichen Stollen und Schächten, die auf Dauer in den Bestand übergeführt werden sollen.

Im Zuge der Einreichplanung, welche der Beurteilung zugrunde lag, wurde für all diese Untertagebauwerke, auf der Grundlage einer geologischen Prognose, direkt oder indirekt die grundsätzliche geotechnische und bautechnische Machbarkeit nachgewiesen. Dies erfolgte zunächst in Bezug auf den Ausbruch und die Sicherung der Untertagebauwerke und anschließend, gemessen am späteren Verwendungszweck, auch in Bezug auf deren Auskleidung. Hinsichtlich Auskleidung wurden Methoden untersucht und vorbemessen, welche maßgeblich auch die Mitwirkung des Gebirges in das Trag- und Abdichtungskonzept mit einbeziehen. Um dies zu realisieren sind umfangreiche Injektionen des Gebirges erforderlich und entsprechend beschrieben worden. Den Injektionen wurde nicht nur die Verbesserung der Gebirgseigenschaften zugeordnet, sondern auch ein gewisser Abdichtungsanteil zur Reduktion der Wasserzutritte zu den Untertagebauwerken.

Die Planung der Untertagebauwerke wurde auf deren Zweckmäßigkeit und deren Umsetzbarkeit hin überprüft. Grundsätzlich erscheinen alle Untertagebauwerke zweckmäßig machbar. Da naturgemäß die tatsächlichen Randbedingungen der Umsetzbarkeit der Untertagebauwerke erst mit dem Gebirgsaufschluss letztgültig vorliegen, konnte bisher nur eine konzeptionelle Planung beurteilt werden. In einem zweiten Schritt wird im Zuge der Detailplanung der Bauwerke und Baumaßnahmen noch einmal eine Überprüfung der letztgültigen Bemessung und der letztgültig geplanten Umsetzung erfolgen müssen. Um dies im Sinne der Wahrung der öffentlichen Sicherheitsinteressen auch durchsetzen zu können, wurden Nebenbestimmungen gefordert, welche die entsprechende begleitende Kontrolle durch die Bewilligungsbehörde sicherstellen sollen.

Zusammen mit diesen Nebenbestimmungen erscheint das vorgelegte Baukonzept aus der Sicht des Fachbereiches Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollenbau und Injektionstechnik dem Stand der Technik entsprechend sicher und sinnvoll umsetzbar.

### **5.3 Zusammenfassende Bewertung der Umweltverträglichkeit**

#### Vernachlässigbare bis geringe nachteilige Auswirkung (C)

Durch das Vorhaben bzw. dessen Auswirkungen (Ursachen) kommt es, unter Umständen trotz entsprechend wirkender Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung, zu einer geringen Beeinträchtigungen des zu schützenden Gutes bzw. dessen Funktionen. Insgesamt ist durch die Wahrung des Standes der Technik davon auszugehen, dass die Auswirkungen sowohl qualitativ, als auch quantitativ von vernachlässigbarer bzw. jedenfalls tolerierbarer, geringer Bedeutung bleiben. Dies gilt gleichermaßen für die Bau wie für die Betriebsphase.

### **6 Geforderte Nebenbestimmungen**

Hinsichtlich der Nebenbestimmungen wird auf Anhang 2 verwiesen.

### **7 Stellungnahme zu eingegangenen Einwendungen**

Mit Schreiben des Koordinators der UVP-Behörde vom 19.07.2017 wurden dem Unterzeichneten die eingegangenen Einwendungen zur UVE des gegenständlichen UVP-Verfahrens zu Kenntnis gebracht und zur Beantwortung zugewiesen.

Auf die unmittelbar mit den gegenständlichen Fachbereichen Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollenbau und Injektionstechnik im Zusammenhang erachteten Einwendungen wird der Reihe nach wie folgt eingegangen.

#### **7.1 Einwendung der Umweltorganisation VIRUS vom 16.06.2017 (Seite 11 von 21)**

**Textauszug der Einwendung:** „48. Angaben zur Erdbebensicherheit sind nicht verfügbar“

**Stellungnahme:** Für die Sicherung und Auskleidung von Untertagebauwerken ist aufgrund der Massenkoppelung mit dem Untergrund eine Erdbebenbemessung nicht explizit relevant. Die zu erwartende Erdbebenbeschleunigung macht einen Bruchteil des Eigengewichtes aus und ist im Rahmen des Teilsicherheitskonzeptes mit der Teilsicherheit der Einwirkung abgedeckt. Dort wo Bauteile im Massivbau errichtet werden ist die Bemessung im Rahmen der jeweils gültigen Bemessungsnormen und Richtlinien durch Auflagen bedungen. Sofern dabei eine Erdbebenbelastung zu berücksichtigen ist hat dies entsprechend zu erfolgen.

## **7.2 Einwendung der Umweltorganisation VIRUS vom 16.06.2017 (Seite 12 von 21)**

**Textauszug der Einwendung:** „62. Erschütterungen sind im Wesentlichen vom Sprengvortrieb für Druckstollen Kavernen u.dgl. zu erwarten. Ob Sprengvortrieb die Tunnelvortriebsmethode der Wahl darstellt wäre zu prüfen.“

**Stellungnahme:** Die im Projekt getroffene Wahl der jeweiligen Vortriebsmethode entspricht dem Stand der Technik. Dies trifft gemessen an der jeweiligen Ausbruchsgeometrie (Länge, Breite, Höhe, geometrische Form) zum Beispiel auf den Ausbruch der Kavernen und Stollen im Sprengvortrieb gleichermaßen zu wie auf den Einsatz des Raise Boring Systems bei der Herstellung von Schächten.

Dr. A. Vigl

## Anhang 1

### Zuständigkeitsmatrix

Fachgebietsabgrenzung Fachbereich Felsmechanik,  
Hohlraumbau, Druckstollenbau und Injektionstechnik  
Stand 16.11.2016

PUMPSPEICHERWERK KORALM  
GUTACHTEN FÜR FELSMCHANIK, HOHLRAUMBAU, INJEKTIONSTECHNIK UND DRUCKSTOLLENBAU

Fachgebietsabgrenzung gegenüber Felsmechanik / Hohlraumbau	Geologie, Hydrogeologie: Jacobs	Dambau, Geotechnik oT: Tschernutter	Wasserbau: Aufleger	Maschinenbau, Verschlüsse: Steiner	Stahlbau, Panzerung, Rohrleitg.: Hirtenlehner	Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollen, Injektionen: Vigl
<b>Bauteil</b>	Baugeologie, Hydrogeologie	Dambau, Übergänge Dammmassivbau, Betriebseinrichtungen im Dammbereich, Portale OT, Konsolidierungssperren	Hydraulik, Flussbau, Hydrodynamik, HW-Sicherheit	Maschinen, Verschlüsse, Sicherheitstechnik - Objektschutz	Stahlrohrleitungen, Panzerungen	Ausbruch, Sicherung, Auskleidung, Injektionen UT, Lastaufnahme Untergrund, Injektionsschirm
Oberspeicher Glitzalm, inkl. Kontrollgang Offene Bauweise, Grundablass und HW-Entlastung	Geologie Gründung, Erfordernis Untergrund Abdichtung	Dambau, Dammschlüsse, Leitungsdurchführungen, Betriebseinrichtungen; Standsicherheit Ein- und Auslaufbauwerk	hydraulische Bemessung HW.Sicherheit; Deckeldruck Dammtafeln	Dammtafeln		Anschluß /Abdichtung von Triebwasserstollen an Verzugsstrecke
Triebwasserstollen	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Innendruck)			Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Apparatekammer Glitzalm	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Deckeldruck Notschluss, Turbinen- u. Pumpbetrieb)	Kräfte für Lastableitung ins Gebirge	Panzerungsanschlüsse Ortbeton; Rückhängebewehrung Kontakt-Injektion	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion, Lastableitung Kräfte ins Gebirge
Wasserschloss Glitzfelsen (OW-WS)	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Füllzustände, Innendruck)		Panzerungsanschlüsse WS-Abzweig	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Lotschacht	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Innendruck)		Panzerung?, Panzerungsanschlüsse	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Kavernenanlage und umgebende Stollensysteme	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Innendruck)	Kräfte für Lastableitung ins Gebirge	Verteilrohrleitung, Betonbettung	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion; Lasteintrag Kräfte in das Gebirge
Unterwasserstollen	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Wasserschloss Garanas (UW-WS)	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Füllzustände, Innendruck)			Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Apparatekammer Seebach	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung , Hydrodynamik (Deckeldruck Notschluss, Turbinen- u. Pumpbetrieb)		Panzerungsanschlüsse Ortbeton; Rückhängebewehrung Kontakt-Injektion	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion, Lastableitung Kräfte ins Gebirge
Unterspeicher Seebach inkl. Kontrollgang	Geologie Gründung, Erfordernis Untergrund Abdichtung	Dambau, Dammschlüsse, Leitungsdurchführungen, Betriebseinrichtungen; Kontrollgänge, Herdmauern, Anschluß Injektionsschirm, Standsicherheit Ein- und Auslaufbauwerk	hydraulische Bemessung HW.Sicherheit; Deckeldruck Dammtafeln	Dammtafeln		Anschluß /Abdichtung von Unterwasserstollen an Verzugsstrecke Ein- und Auslaufbauwerk Unterspeicher; Ausführung Injektionsschirm
Grundablassstollen	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)	Gründung und Standsicherheit Einlauf GA	hydraulische Bemessung, Deckeldruck	Deckeldruckkräfte	Stahlbau Einlauf GA	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion, Anschluss Einlauf GA, Lastableitung Kräfte ins Gebirge
Schieberkammer Grundablass	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)		hydraulische Bemessung, Deckeldruck	Deckeldruckkräfte	Stahlbau Schieberkammer GA	Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion, Anschluss Stahlbau, Lastableitung Kräfte ins Gebirge
Hochwasserentlastungs-stollen	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)	Portalsicherung OT Auslauf HW-Entlastungsstollen	hydraulische Bemessung Energieumwandlungs-bauwerk			Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion, Anschluss Energieumwandlungs-bauwerk

PUMPSPEICHERWERK KORALM  
GUTACHTEN FÜR FELSMECHANIK, HOHLRAUMB AU, INJEKTIONSTECHNIK UND DRUCKSTOLLENBAU

Fachgebietsabgrenzung gegenüber Felsmechanik / Hohlraumbau	Geologie, Hydrogeologie: Jacobs	Dammbau, Geotechnik oT: Tschernutter	Wasserbau: Aufleger	Maschinenbau, Verschlüsse: Steiner	Stahlbau, Panzerung, Rohrleitg.: Hirtenlehner	Felsmechanik, Hohlraumbau, Druckstollen, Injektionen: Vigl
Zufahrtsstollen Kaverne	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Energieableitungsschacht	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Energieableitungsstollen. Verb.Stollen Glitzfelsen	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Zufahrtsstollen OK WS Garanas	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Zufahrtsstollen Apparatekammer Glitzalm	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Zufahrtsstollen Schieberkammer Grundablass	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Bachumleitungsstollen Seebach	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion
Oberspeicher Glitzalm Kontrollgang Geschlossene Bauweise	Geologie, Hydrogeologie (BW-Spiegel / Aussendruck)					Vortrieb, Sicherung, Auskleidung, Abdichtung, Injektion

Was den Massivbau und den allgemeinen Hochbau im jeweiligen Bereich (Speicher, Triebwasserweg, Untertagebau, Portale, Bachläufe) betrifft, besteht der Wunsch der Behörde, dass dies jeweils im Fachbereich grob mitbeurteilt wird und dass Nebenbestimmungen formuliert werden, die für besonders anspruchsvolle Bauteile und Konstruktionen im Zuge der Ausführungsplanung und Bauausführung den Einsatz eines fachkundigen Prüfgutachters (Prüfingenieur, Prüfstatiker) vorsehen



## Anhang 2

# Nebenbestimmungen

(aktualisiert gemäß Rev. 05)

ANHANG 2

**Geforderte Nebenbestimmungen aus dem Fachgebiet Felsmechanik, Hohlraumbau, Injektionstechnik und Druckstollenbau**

1. Für alle Stollen und sonstige Hohlraumbauten ist spätestens im Zuge der Detailplanung eine geotechnische Planung im Sinne der ÖGG Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauarbeiten vorzunehmen und dem SV der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
2. Für die Stollen und Hohlraumbauten mit Betonauskleidung hat im Zuge der Detailplanung unter begründeter Annahme der Innen- und Außendrucke eine statische Bemessung der Endauskleidung zu erfolgen. Diese Bemessung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
3. Für die Detailplanung sämtlicher Massivbauwerke einschließlich der dafür erforderlichen statisch konstruktiven Bemessung sind facheinschlägig erfahrene und staatlich befugte Zivilingenieure bzw. Ingenieurkonsulenten für Bauwesen heranzuziehen. Die jeweils in Österreich gültigen Normen und Regelwerke sind als Grundlage heranzuziehen. Die Bauausführung darf ausschließlich auf der Grundlage von durch staatlich befugte Zivilingenieure bzw. Ingenieurkonsulenten für Bauwesen freigegebenen Planunterlagen erfolgen. Die freigegebenen Ausführungs-Planunterlagen sind zumindest bis zur Kollaudierung der Anlage evident zu halten und der Bewilligungsbehörde auf Verlangen zugänglich zu machen.
4. Bei der Detailplanung des bergmännischen Abschnittes des Kontrollganges Glitzalm ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass sich durch Sprengauflockerungen im Gebirge rund um den Ausbruchsquerschnitt des Kontrollganges eine erhöhte hydraulische Durchlässigkeit ergeben kann. Das allfällige Erfordernis geeigneter Maßnahmen zur Reduktion der Durchlässigkeit ist zusammen mit der Behörde im Rahmen der Detailplanung zu erörtern und entsprechend zu berücksichtigen.
5. Bei der Planung des Anschlusses des Ein/ Auslaufbauwerk, Oberspeicher Glitzalm an den OW-Stollen ist im Zuge der Detailplanung vorsorglich auch der Fall zu berücksichtigen, dass das stollenseitige Ende des Ein/ Auslaufbauwerkes nicht in bergmännischer Bauweise hergestellt werden kann. Die Planung des Anschlusses ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
6. Entlang des OW-Stollens (Homogenbereich T1) ist, im Zuge der Detailplanung, die Anwendbarkeit und die Anwendungssicherheit der dort zur Abdichtung des Stollens geplanten Folie, unter Berücksichtigung des maximalen dynamischen Innendruckes und begründeter Gebirgseigenschaften nachzuweisen. Die Nachweisführung bzw.

ANHANG 2

die Detailplanung der Abdichtungsmaßnahmen sind der Behörde zur Prüfung vorzulegen.

7. Entlang des OW-Stollens, sowie entlang des Steigschachtes, der Unterkammer und des Übergangsstollens des Wasserschlosses Glitzfelsen, ist im Zuge der Detailplanung nach einem anerkannten Verfahren (z.B. Seeber, 1999) der Nachweis zu führen, dass mittels Vorspanninjektion der ausreichende Abdichtungserfolg erzielbar ist. Dabei sind entlang des Homogenbereiches T3 zumindest 3 Querprofile, möglichst entlang der Falllinie heranzuziehen, welche einerseits die Hanglage und andererseits die Kammlage der Trassenführung repräsentieren. Im Zweifelsfall und nach Maßgabe der im Vortrieb tatsächlich angetroffenen Gebirgsverhältnisse, ist ein zusätzliches Abdichtungselement (z.B. Folie wie im T1) auszuführen. Die Detailplanung des Auskleidungskonzeptes ist er Behörde zur Prüfung vorzulegen.
8. Für den gesamten Homogenbereich T2 des OW-Stollens sowie den Homogenbereich U4+U5 des UW-Stollens ist im Zuge der Detailplanung ein in sich schlüssiges Bewehrungs- und Abdichtungskonzept zu planen. Das Abdichtungskonzept muss auch auf Sprengauflockerungen Rücksicht nehmen, welche sich im Zuge des bergmännischen Vortriebes ergeben können. Die entsprechende Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
9. Für die Apparatekammer Glitzalm sowie für die Apparatekammer Seebach ist ein im Zuge der Detailplanung ein Lastableitungssystem zur Lastableitung der Deckeldruckkräfte in das umgebende Gebirge auszuarbeiten und nachzuweisen. Die Nachweise haben alle möglichen Lastsituationen der beiden Verschlussorgane zu berücksichtigen. Die entsprechende Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
10. Für die Oberkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen ist im Zuge der Detailplanung der Nachweis der ausreichenden Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit insbesondere der Sohlausbildung zu führen. Dabei sind der maximal zu erwartende Bergwasserdruck, der maximale temporäre Füllgrad der Oberkammer sowie die maximale Absenkgeschwindigkeit des Wasserspiegels in der Oberkammer zu berücksichtigen. Die entsprechende Detailplanung ist samt Nachweisführung der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
11. Der Abschluss der unter Innendruck stehenden Unterkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen zum, unter atmosphärischen Druck stehenden, Zufahrtsstollen Unterkammer hin, ist im Zuge der Detailplanung derart zu planen, dass entlang potenzieller Sickerwege ein mit dem Gebirge verträglicher Druckabbau sichergestellt ist. Sprengauflockerungen im umgebenden Gebirge sind im potenziellen

ANHANG 2

Sickerbereich mit geeigneten Injektionsmaßnahmen zu behandeln. Darüber hinaus ist die Lastableitung der Deckeldruckkraft in das umgebende Gebirge darzustellen und nachzuweisen. Die entsprechende Detailplanung ist samt Nachweisführung der Behörde vorzulegen.

12. Bei der Detailplanung der Oberkammer des Wasserschlosses Glitzfelsen ist im Zuge der Detailplanung zum Steigschacht hin ein Sohlgefälle einzuplanen, welches, auch unter Berücksichtigung der Herstellungstoleranzen, die vollständige Entleerung der beiden Äste der Oberkammer sicherstellt. Bei der Detailplanung der Unterkammer ist zu berücksichtigen, dass es zu keinen Lufteinschlüssen an der Firste kommen kann. Die Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
13. Im Kreuzungsbereich zwischen dem Triebwasserstollen und dem Verbindungsstollen Glitzfelsen ist in beiden Stollen, ausgehend vom Punkt der geringsten verbleibenden Bergfeste zwischen den beiden Stollen, auf eine Länge von zumindest 50 m beidseitig (zumindest 100 m je Stollen), eine Abdichtungsinjektion der potenziellen Sprengauflockerungen mittels Bohrlochinjektion vorzunehmen. Das Injektionskonzept ist im Zuge der Ausführungsplanung der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
14. Für den Fall, dass im Bereich des Südportal des Energieableitungsstollens die 380 kV Leitung während des Vortriebes auf der bestehenden Trasse über den Mast 116 geführt wird, ist im Rahmen der Detailplanung ein Baukonzept zu erarbeiten, welches sicherstellt, dass der Mast durch die Vortriebsarbeiten keine größere Beeinflussung erfährt, als dies aus der Sicht des Betreibers APG und des Fachbereiches Elektrotechnik zulässig ist. Das Baukonzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
15. Für die Erstellung des Raise boring Schachtes zur Erstellung des Lotschachtes und des Energieableitungsschachtes ist im Zuge der Detailplanung auf der Basis einer Risikoanalyse ein Sicherheitsmanagementplan mit Interventionsmatrix zu erstellen. Diese Interventionsmatrix, muss die Erstellung der Pilotbohrung gleichermaßen wie die Aufweitung durch das Raise boring umfassen und muss auf das Zusammenspiel des möglichen Gebirgsverhaltens mit dem Bergwasser und der Wirkung des Schutterbetriebes auf die ungesicherte Schachtlaibung Rücksicht nehmen. Die Interventionsmatrix ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
16. Die für die Endauskleidung des Lotschachtes zur Ausführung kommenden Auskleidungssysteme sind im Zuge der Detailplanung nach einem anerkannten Verfahren (z.B. Seeber 1999) zu konzipieren und nachzuweisen. Die Nachweisführung ist er Behörde zur Prüfung vorzulegen.
17. Für alle geplanten und erforderlichen Injektionsmaßnahmen ist im Zuge der Detailplanung ein Injektionskonzept auszuarbeiten. In diesem Injektionskonzept sind

ANHANG 2

zumindest Ziel und Zweck des jeweiligen Verfahrens zu spezifizieren, das Verfahren selbst zu beschreiben, die Injektionsmittel und Rezepturen anzugeben sowie die Injektionsregeln und Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Dokumentation anzugeben. Das Injektionskonzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.

- 18.** Für jenen Teil des Lotschachtes, der oberhalb des Lotschachtes des Triebwasserweges aus baubetrieblichen Gründen errichtet wird, ist im Zuge der Detailplanung die Überführung in den Bestand im Detail zu beschreiben. Die Beschreibung und Planung hat auch auf die Abdichtung gegenüber dem unter Innendruck stehenden Lotschacht und auf die Ableitung der Deckeldruckkräfte in das Gebirge Rücksicht zu nehmen. Die entsprechende Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
- 19.** Der Energieableitungsschacht ist in ein permanentes Mess- und Beobachtungsprogramm zur Beurteilung des Systemverhaltens des Lotschachtes mit einzubeziehen. Dieses Programm hat zumindest eine permanente Erfassung und chemische Analyse der zuzitenden Wässer, sowie regelmäßige Inspektionen durch, mit der Anlage vertrautes Personal, zu umfassen. Das Mess- und Beobachtungsprogramm ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen, sowie in die Betriebsordnung aufzunehmen und bei Bedarf fortzuschreiben.
- 20.** Für die Kavernen und Stollensysteme im Bereich der Kraftkaverne ist im Zuge der geotechnischen Detailplanung für die ungünstigsten Querschnitts- und Parameter-Kombinationen, das erwartete Gebirgsverhalten (GVT) zu begründen und sind geomechanische Nachweise für das Systemverhalten unter Einbeziehung der Stützungsmaßnahmen zu führen und der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
- 21.** Im Zuge der Detailplanung der Kraftkaverne, der Trafokavernen und der zugeordneten Stollenanlagen ist die Geotechnische Planung an den Letztstand der geologischen Prognose anzugleichen und im Detail nach den Grundsätzen der ÖGG Richtlinie für Geotechnische Planung durchzuführen. Dabei sind die Varianten mit Gewölbeausbildung der Ulmen mit einzubeziehen. Die Prognosen des erwarteten Systemverhaltens als Grundlage der Beobachtungsmethode haben dabei auch auf maßgebliche Zwischenbauzustände der Kraftkaverne einzugehen. Die Geotechnische Planung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
- 22.** Im Zuge der Bauausführung sind die Wasserzutritte zur Kraftkaverne und zu den Trafokavernen entlang des Spritzbetongewölbes soweit als möglich über Drainagebohrungen zu fassen und einem Kontrollsystem zur permanenten Erfassung der Wasserzutritte zuzuführen. Die Wasserzutrittsmessungen sind auf Betriebsdauer in das Mess- und Beobachtungsprogramm der Anlage mit einzubeziehen.

ANHANG 2

23. Im Zuge der Bauausführung der Kraftkaverne ist eine repräsentative Anzahl der Vorspannanker des Gewölbes und der Laibung als Messanker auszustatten und auf Betriebsdauer in das Mess- und Beobachtungsprogramm der Anlage mit einzubeziehen.
24. Das Bau- und Lastabtragungskonzept der Verteilrohrleitungen ist im Zuge der Detailplanung zu spezifizieren. Dies gilt sowohl für den Innendruck wie auch für die Deckeldruckkräfte. Das Konzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
25. Für den Fall, dass bei den Verteilrohrleitungen Injektionen vorgesehen sind, ist im Zuge der Detailplanung ein Injektionskonzept auszuarbeiten und der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
26. Der „Verbindungsstollen Zufahrtsstollen Kaverne –Unterwasserstollen“ ist in Richtung des Unterwasserstollens druckdicht zu verplomben. Eine entsprechende Planung einschließlich des Nachweises der geordneten Ableitung der Deckeldruckkräfte und der Planung der Injektionsmaßnahmen hat im Zuge der Detailplanung zu erfolgen und ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
27. Für alle, lediglich während der Bauphase verwendeten Stollen und Untertagebauwerke, ist im Zuge der Detailplanung ein Konzept für die geordnete Überführung in den Bestand auszuarbeiten. Dieses Konzept hat zumindest den Anforderungen der Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit auf Bestandsdauer zu entsprechen. Erforderlichenfalls ist damit auch eine dauerhafte Wasserhaltung, Beobachtung und Inspizierbarkeit verbunden. Die einzelnen Konzepte sind der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
28. Entlang der Oberkammer, der Unterkammer des Steigschachtes und des Übergangsstollens des UW-Wasserschlosses Garanas sind im Zuge der Detailplanung, neben der fallweise vorgesehenen Vorspanninjektion der Auskleidung, vorgängig auch Gebirgsinjektionen zur Konsolidierung und Abdichtung des umgebenden Gebirges vorzusehen. Für die entsprechenden Injektionsmaßnahmen ist im Zuge der Detailplanung ein Injektionskonzept auszuarbeiten. Das Injektionskonzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
29. Der Abschluss der Oberkammer sowie der Unterkammer UW-Wasserschloss Garanas gegenüber den jeweiligen Zugangsstollen ist im Zuge der Detailplanung zu planen. Diese Planung hat neben der Abdichtung gegen Umläufigkeiten auch die geordnete Aufnahme der Deckeldruckkräfte und deren Ableitung in das umgebende Gebirge zu umfassen. Bei der Detailplanung der Oberkammer ist zum Steigschacht hin ein Sohlgefälle einzuplanen, welches, auch unter Berücksichtigung der Herstellungstoleranzen, die vollständige Entleerung der beiden Äste der Oberkammer

ANHANG 2

- sicherstellt. Bei der Detailplanung der Unterkammer ist zu berücksichtigen, dass es zu keinen Lufteinschlüssen an der Firste kommen kann. Die Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
30. Im Homogenbereich U1 des Unterwasserstollens ist die als „optional“ beschriebene Gebirgsinjektion systematisch auszuführen. Dies gilt auch entlang der unterwasserseitigen Verteilrohrleitung bis zum Zugangstollen Kaverne. Das entsprechende Injektionskonzept ist im Zuge der Detailplanung zu erstellen und der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
31. Das für den Homogenbereich U2 des Unterwasserstollens im Konzept vorgesehene Injektionskonzept ist im Zuge der Detailplanung im Detail zu planen. Dabei ist beim Regelquerschnitt U2 mit ebener Sohle insbesondere auf die Ausführbarkeit der Konsolidierungsinjektion im Sohlbereich einzugehen. Die Detailplanung des Injektionskonzeptes ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
32. Für den Homogenbereich U4 des Unterwasserstollens ist im Rahmen der Detailplanung optional zum geplanten Regelquerschnitt U4 ein Regelquerschnitt mit zusätzlicher Foliendichtung zu planen. Dieser Regelquerschnitt muss zum Einsatz kommen, falls die angetroffenen Gebirgsverhältnisse keinen sicheren Abdichtungserfolg mit den geplanten Maßnahmen des Regelquerschnitt U4 erwarten lassen. Die Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
33. Die für den Homogenbereich U5 des Unterwasserstollens vorgesehene Foliendichtung ist im Rahmen der Detailplanung im Detail zu planen. Bei der Detailplanung des Homogenbereiches U5 ist auch auf die geordnete Ableitung der Deckeldruckkräfte in das umgebende Gebirge einzugehen. Die Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
34. Für den ca. 110m hohen Schachtfortsatz des Energieableitungsschachtes zur Oberfläche hin ist im Zuge der Detailplanung die Überführung in den Bestand im Detail zu beschreiben. Die entsprechende Detailplanung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
35. Für den Umleitungsstollen Seebach ist im Zuge der Detailplanung spezifisch auf die Gefahr der Sohl- und Laibungserosion durch den Geschiebetrieb einzugehen und ein entsprechendes Konzept zur Sicherstellung des dauerhaften Erhaltes der Auskleidung des Umleitungsstollens Seebach zu erarbeiten und umzusetzen. Die Detailplanung ist der Behörde Prüfung vorzulegen.
36. Die in den Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach zusitzenden Wässer sind auf Dauer sektional zu fassen und hinsichtlich Schüttung und Wasserchemie im Rahmen

ANHANG 2

des Mess- und Beobachtungsprogrammes der Anlage zu bewerten und zu dokumentieren.

37. Das für den Zufahrtsstollen Apparatekammer Seebach beabsichtigte Injektionskonzept, einschließlich allfälliger Nachinjektion ist im Rahmen der Detailplanung im Detail zu spezifizieren. Das Injektionskonzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
38. Für den Abschnitt des Grundablassstollens Seebach zwischen der Dichtebene des Unterspeichers Seebach und der Panzerung in der Schieberkammer Grundablass Seebach ist im Zuge der Detailplanung, zusätzlich zum Regelquerschnitt mit Vorspanninjektion, ein Regelquerschnitt mit Dichtelement (z.B. Folie) zu planen und in Abhängigkeit der angetroffenen Gebirgsverhältnisse oberwasserseitig der vorgesehenen Stahlpanzerung zumindest auf eine Länge von 20 m auszuführen. Die Planung und Festlegung der Ausführungslänge ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
39. Für die Schieberkammer Grundablass ist im Zuge der Detailplanung das Abdichtungskonzept für die Absperrung des Grundablasses im Detail zu planen und zu bemessen. Das Abdichtungskonzept hat auch auf allfällige Umläufigkeiten aus dem Grundablassstollen Seebach zum Gewölbe der Schieberkammer Grundablass hin Rücksicht zu nehmen. Ebenso ist die geordnete Ableitung der Deckeldruckkräfte in das Gebirge im Detail darzustellen und nachzuweisen. Die Planung und Nachweisführung ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
40. Für die Errichtung des Injektionsschirmes Damm Unterspeicher Seebach ist im Zuge der Detailplanung ein Injektionskonzept zu erstellen. Dieses muss zumindest Ziele und Zweck des jeweiligen Verfahrens, das Verfahren selbst, die Injektionsmittel und Rezepturen sowie die Injektionsregeln und Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Dokumentation spezifizieren. Das Injektionskonzept ist der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
41. Vorgängig zur Ausführung des Injektionsschirmes Damm Unterspeicher Seebach sind Eignungsversuche und Injektionsversuche durchzuführen um die Eignung der beabsichtigten Injektionsmittel, Rezepturen und Injektionsregeln unter repräsentativen Feldbedingungen zu untersuchen und situationsangepasst festlegen zu können. Die Planung der Injektionsversuche und die nach deren Durchführung daraus abgeleiteten Schlüsse, sind der Behörde zur Prüfung vorzulegen.



ANHANG 2

42. Für die Errichtung des Injektionsschirmes Damm Unterspeicher Seebach sind im Zuge der Detailplanung auch Szenarien zu untersuchen, bei denen in Abhängigkeit der Ausgangstransmissivität des Gebirges und der erwartbaren Trennflächeneigenschaften, die geplante Zieltransmissivität von 1 Lugeon nicht überall erreichbar ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sowie die daraus gezogenen Schlüsse sind der Behörde zur Prüfung vorzulegen.
43. Die im Zuge von Injektionen eingesetzten Injektionsmittel und Zusatzmittel dürfen die Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) nicht überschreiten. Die entsprechenden Belege (z.B. Produktdatenblätter) der zum Einsatz gelangenden Injektionsmittel und Zusatzmittel sind auf der Baustelle vorzuhalten und der Behörde jederzeit auf Verlangen vorzulegen bzw. auszuhändigen. Im Zuge der Bestandsplanung sind die entsprechenden Belege zusammen mit den Planunterlagen der Ausführungsplanung zu archivieren.