

**AUFTRAGGEBER:**

**VERBUND Hydro Power GmbH**  
 Europaplatz 2  
 1150 Wien

**PROJEKT:**

Dammsicherungen  
 Kraftwerke Untere Mur

## GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME

DI Dr. Jörg Dalmatiner (GF)  
 DI Franz Ruprecht (GF)  
 Univ.-Prof. DI Dr. Roman Marte  
 DI Dr. Christoph Wiltafsky  
 DI Dr. Florian Scharinger  
 DI Roland Lüftenegger

Firmenbuchnummer: 382483a  
 UID: ATU67400029  
 Gerichtsstand: Graz

Bankhaus Krentschker & Co AG  
 IBAN: AT21 1952 0001 0016 6008  
 BIC: KRECAT2G

**GRAZ**

ORPHEUMGASSE 15  
 8020 GRAZ  
 FON: 0316 / 38 19 15  
 FAX: 0316 / 38 19 15 - 22  
 MAIL: office@gdp.at

**KLAGENFURT**

KRONE PLATZ 1  
 9020 KLAGENFURT a.W.  
 FON: 0463 / 420 380  
 FAX: 0463 / 420 380 -5  
 MAIL: office.ktn@gdp.at

**OBERALM / SBG**

FISCHER-VILLA-STRASSE 2  
 5411 OBERALM  
 FON: 06245 / 73 28 2  
 FAX: 06245 / 73 28 2  
 MAIL: office.sbg@gdp.at

**WIEN**

SCHÖNBRUNNER STR. 59-61  
 1050 WIEN  
 FON: 01 / 547 10 76  
 FAX: 01 / 547 10 92  
 MAIL: office.wien@gdp.at

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	UNTERLAGEN.....	3
2.	ALLGEMEINES .....	4
3.	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE .....	4
4.	BEURTEILUNG .....	5
5.	HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG UND DIE BAUAUSFÜHRUNG .....	5
6.	ZUSAMMENFASSUNG .....	6

## 1. UNTERLAGEN

- VERBUND AG, VHP/EBN

- [1] Präsentation, KW Gabersdorf - KW Spielfeld, Dammsicherungen Untere Mur, Wasserspiegel Mur und Vorland, Troy/Harb, SPE, 12 Seiten, 28.06.2017.
- [2] Einreichplan, Vorabzug, Dammsicherungen Kraftwerke Untere Mur, Regelprofile (Typen: 1 - 4), Stand: 23.10.2017.
- [3] Einreichplan, Vorabzug, Dammsicherungen Kraftwerke Untere Mur, Profile Verbund KM 142.00 - km 132.20, Stand: 23.10.2017.

- Dr. Walter Prodingner, Graz

- [4] Gutachten, Mur-Kraftwerk Spielfeld, Erkundung und Begutachtung des Dammaufbaus im Bereich der land(luft-)seitigen Sickerwasseraustritte, 27.06.2005.

- Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Universität Graz

- [5] Präsentation, FE-Berechnung bestehende Dämme an der Mur, Erste Ergebnisse, 23 Seiten, 07.12.2016.
- [6] Zusammenstellung der bodenmechanischen Untersuchungsergebnisse, Bestimmung von Bodenparametern von Dämmen in Vogau, 20.12.2016 - 16.01.2017.
- [7] Zwischenpräsentation, FE-Berechnung bestehende Dämme an der Mur, 32 Seiten, 16.02.2017.
- [8] Bericht, FE-Berechnungen, Standsicherheitsuntersuchungen für bestehende Dämme an der Mur unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lastfälle, vom 28.02.2017.
- [9] Körnungslinien, Bestimmung von Bodenparametern von Dämmen in Vogau, S1 + S2/17, S3/17, S5/17, S23/17, 13.06. - 22.06.2017.
- [10] Nachtrag zum Bericht „FE-Berechnungen, Standsicherheitsuntersuchungen für bestehende Dämme an der Mur unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lastfälle“, enthalten in: eMail (Anfrage) vom 13.03.2017.
- [11] Nachtragsbericht, FE-Berechnungen, Standsicherheitsuntersuchungen für bestehende Dämme an der Mur unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lastfälle, vom 04.10.2017.

- GDP ZT GmbH

- [12] Ortsaugenschein, Geländebegehung und Aufnahme von Baggerschürfgruben S1/16 - S4/16, Wiltafsky, 20.12.2016.
- [13] Geotechnische Schnitte, Profil 4 & 14, Plan Nr. 5466-17-001 & 002, 18.01.2017.
- [14] Aufnahme von Baggerschürfgruben S1/17 - S24/17, Bader, 10.05.2017 und 16.05.2017.
- [15] Geotechnische Schnitte, orogr. links: Profil 4, 6, 8, 10, 12 & 14, Plan Nr. 5466-17-003 - 008, orogr. rechts: Profil 14, Plan Nr. 5466-17-009, 15.05.2017.

- [16] Geotechnische Schnitte, orographisch rechts: Profil 4, 6, 8, 10 & 12, Plan Nr. 5466-17-010 - 014, 24.05.2017.
- [17] Stellungnahme zu den Kornverteilungen / Durchlässigkeiten und zur Feststellung der Technischen Universität Graz, eMail vom 04.07.2017.

## 2. ALLGEMEINES

Im Bereich der unteren Mur zwischen VERBUND km 142.00 und km 132.20 ist von der VERBUND Hydro Power GmbH eine Verbesserung der Dammsicherungen geplant [1] [2] [3]. Von unserem Büro wurden Baugrunduntersuchungen durchgeführt und Proben zur weiteren Untersuchung an die Technische Universität Graz (TUG) übermittelt [12] [13] [14] [15] [16]. Seitens der TUG wurden Laborergebnisse übermittelt [6] [9], weitere Untersuchungen sind in [4] enthalten. Des Weiteren wurden von der TUG zur Standsicherheit der Dämme FE-Berechnungen durchgeführt [5] [7] [8] sowie eine generelle Beurteilung abgegeben [10]. Der Planungsprozess wurde hinsichtlich der geotechnischen Belange von der GDP ZT GmbH begleitet und in einer ersten geotechnischen Stellungnahme [17] die Kornverteilungen und daraus resultierende Durchlässigkeiten sowie die Feststellung der TUG [10] überprüft.

In der vorliegenden geotechnischen Stellungnahme wird die Planung zu den Dammsicherungen Kraftwerke Untere Mur [2] [3] zusammenfassend beurteilt.

## 3. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Basierend auf den Ergebnissen der vorhandenen Aufschlüsse können die Untergrundverhältnisse am Bauplatz folgendermaßen zusammengefasst werden:

Unter den gut durchlässigen Dammschüttungen (verdichteter Murschotter) befindet sich zu meist eine geringer durchlässige Deckschicht (feinkorndominierte Schluff-Sand-Gemische) variierender Schichtdicke. Darunter steht der sehr gut durchlässige, natürlich abgelagerte Murschotter an. Die Laborergebnisse [6] [9] sind plausibel und in sich schlüssig.

Aus den Korngrößenverteilungen lassen sich folgende Bandbreiten für die Durchlässigkeiten der einzelnen Bodenschichten ableiten:

- Anschüttungen (Damm)  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  bis  $1 \times 10^{-3}$  m/s
- Deckschicht  $k_f = 1 \times 10^{-6}$  bis  $5 \times 10^{-5}$  m/s
- Murschotter  $k_f = 1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-2}$  m/s

#### 4. BEURTEILUNG

Unter Ansatz eines hinsichtlich des Untergrundaufbaus „verschmierten“, homogenen Modells mit ungünstigen, d.h. konservativen Scherfestigkeiten und (sehr) geringen Durchlässigkeiten entsprechend der Laborversuche [6] ergeben sich aus den FE-Berechnungen [8] [11] ausreichende globale Standsicherheiten von zumindest  $\sim 1,15$ . Zudem wurden die hydraulischen Gradienten ausgewertet. Hier kommt es an der luftseitigen Böschung örtlich zu Maximalwerten, die zu lokal begrenzten Erosionen an der Luftseite führen können. Unter Berücksichtigung des mittleren Kontrollgefälles sei die Ausbildung von konzentrierten Stromröhren (Piping / innere Erosion) jedoch nicht zu erwarten.

Durch die vereinfachte Herangehensweise wurde mit dem homogenen Modell eine, aufgrund höherer Durchlässigkeiten des Murschotter, mögliche Unterströmung der Dammkörper im Hochwasserfall nachträglich untersucht. Durch eine eventuell nicht kolmatierte Flusssohle der Mur könnten sich im Hochwasserfall (sehr) hohe Porenwasserdrücke in den Murschottern an der Luftseite ergeben, welche je nach Dicke der luftseitigen, als Abdichtung wirkenden Auablagerungen (Sand-Schluff-Gemische) zu einem Aufbrechen dieser und in weiterer Folge zu einer möglichen Instabilität des luftseitigen Dammfußes führen könnten [10] [11]. Dieser Punkt wurde in der vorliegenden Planung [2] durch das Regelprofil Typ 4a (0/70 Kantkorn, filterkörper bei Bedarf im Dammfußbereich luftseitig für eine höhere Durchlässigkeit) berücksichtigt. Alternativ bzw. ergänzend dazu können z.B. Entlastungsschlitze im luftseitigen Dammfußbereich hergestellt werden.

Ansonsten enthält die vorliegende Planung [2] [3] konstruktive Maßnahmen (Erosionssicherungsmatten, Erdnägel zur Befestigung der Erosionssicherungsmatten, Steinsicherung, etc.), die entsprechend des zur Anwendung kommenden Systems baubegleitend an die tatsächlich vorhandenen Verhältnisse (Geometrie, Untergrundverhältnisse, Einbaurichtlinien, etc.) entsprechend anzupassen sind. In allen Querschnitten kann es bei Überströmung zu dem Verlust der Überdeckung (Humusschicht) kommen.

#### 5. HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG UND DIE BAUAUSFÜHRUNG

Die Schüttmaterialien sind bestmöglich mit dem bestehenden Damm zu verzahnen, lagenweise einzubauen und entsprechend der Regeln des Erdbaus zu verdichten. Auf entsprechende Verdichtungskontrollen (Lastplattenversuche, Proctordichte) wird hingewiesen.

Für Steinsicherungen sind entsprechende Materialien, Querschnitte und Steingrößen nach den Regeln des Wasserbaus auszuwählen.

Im Zusammenhang mit den Auablagerungen im luftseitigen Dammfußbereich wird auf die nötige Entspannung von Porenwasserdrücken aus dem unterlagernden Murschotter hingewiesen, die durch entsprechende Maßnahmen (siehe Abschnitt 4) zu beherrschen sind.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand der vorliegenden Unterlagen sowie Berechnungen wird die Umsetzung der geplanten Dammsicherungen entsprechend der Planung als möglich beurteilt. Im Hochwasserfall ist mit einer erhöhten Durchströmung des Dammes zur Luftseite zu rechnen.

Weiterführende Leistungen:

- Material- und Verdichtungskontrollen
- Anpassung an örtliche Verhältnisse

*Sachbearbeiter: Dr. Christoph Wiltafsky*