

# Planung eines 120 m hohen Steinschüttdammes im Zuge des Wasserkraftausbaus in Tirol

Design of a 120 m high rockfill dam in the frame of hydropower development in the Tyrol

Robert Boes, Bernhard Hofer, Sebastian Perzlmaier

## Abstract

Tyrolean Hydropower Utility TIWAG is planning to extend its Sellrain-Silz pumped storage scheme by adding another annual reservoir and a new underground aqueduct to collect water from a catchment area of about 60 km<sup>2</sup>. The new reservoir will be impounded by a rockfill dam with till core. First field investigations proof the feasibility of founding the core on sound rock. Fill material for the supporting shell, as well as the transition and drainage zones will be excavated locally from slope detritus and from an orthogneiss quarry in the future reservoir.

## Zusammenfassung

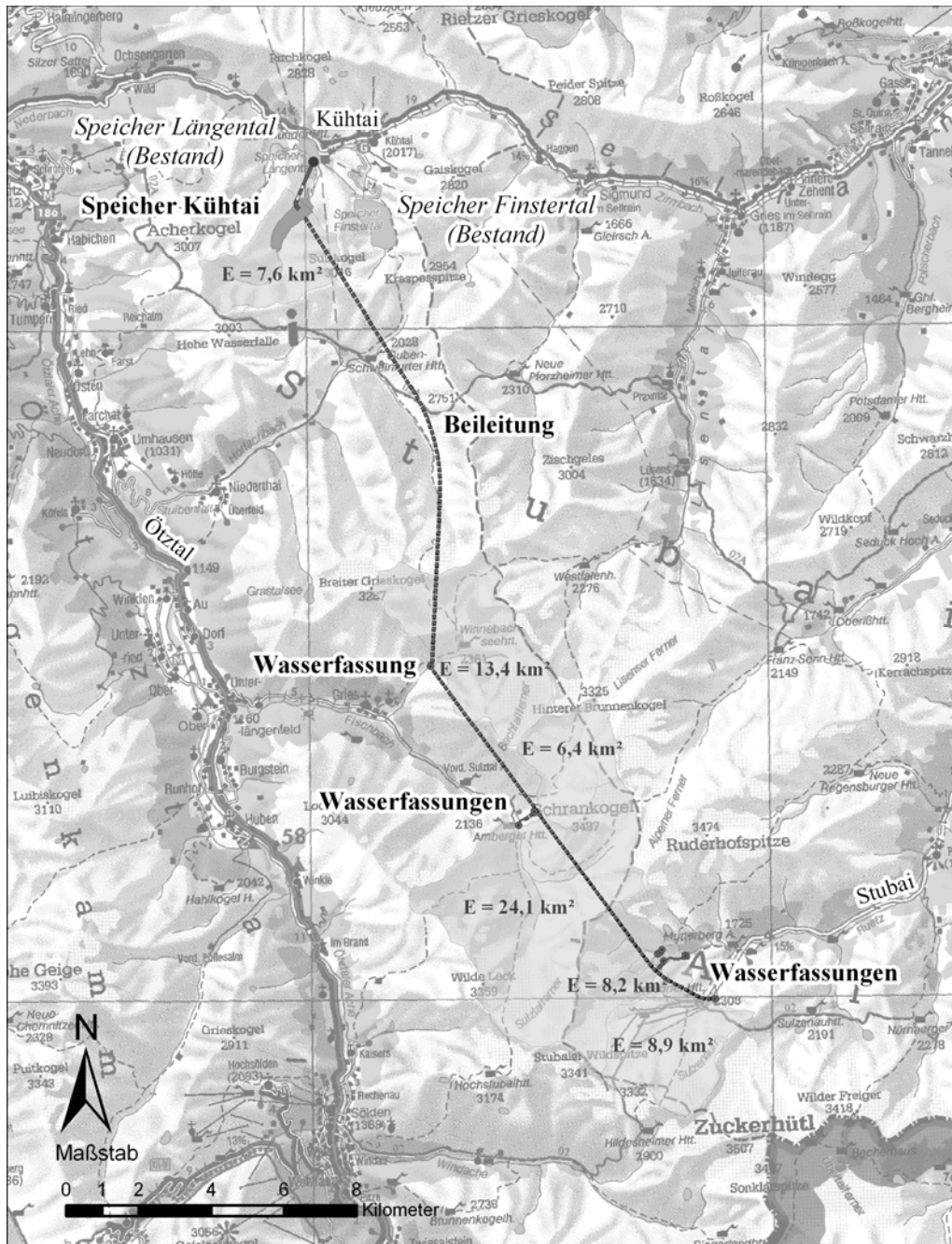
Die TIWAG–Tiroler Wasserkraft AG plant eine Erweiterung ihrer größten Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz durch Zubau eines weiteren Jahresspeichers und Beileitung von Wasser über ein neues Beileitungssystem. Als Absperrbauwerk der neuen Talsperre ist ein Steinschüttdamm mit mineralischer Kerndichtung vorgesehen. Vorerkundungen lassen die Gründung des Kerns auf gesundem Fels machbar erscheinen. Material für die Stützkörper, Übergangs- und Filterzonen soll vor Ort aus Hangschutt und Steinbruch gewonnen werden.

## 1 Einleitung

Die TIWAG plant, dem in Tirol stetig anwachsenden Stromverbrauch durch Erweiterung der eigenen Erzeugungskapazitäten zu begegnen. Zwischen 1970 und heute hat sich der Stromverbrauch von rund 2000 GWh/a auf mehr als das dreifache erhöht. Mit weiteren Zuwachsraten von anfänglich 120 GWh/a bis leicht fallend auf 100 GWh/a im Jahr 2030 ist zu rechnen [1]. Die Erweiterung der Erzeugungskapazitäten soll durch den Ausbau von bestehenden Hochdruckspeicherkraftwerken bzw. den Neubau solcher Anlagen erfolgen. Als vorgezogen verfolgtes Projekt wird derzeit der Ausbau der bestehenden Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz durch Zubau eines weiteren Jahresspeichers und eines weiteren Pumpspeicherkraftwerkes im Detail entwickelt und zur behördlichen Genehmigung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorbereitet.

### Projektübersicht Speicherkraftwerk Kühtai

Die Regelarbeitserzeugung von Sellrain-Silz soll mit dem geplanten Projekt *Speicherkraftwerk Kühtai* durch eine neue, 25 km lange Beileitung aus dem Stubai- und mittleren Ötztal (Einzugsgebiet 61 km<sup>2</sup>) und ein neues Pumpspeicherkraftwerk mit einer Leistung von rund 180 MW um ca. 240 GWh erhöht werden (**Bild 1**). Dies entspricht einem Zuwachs von 50% ohne Berücksichtigung des vorgesehenen Pump-Wälzbetriebes.

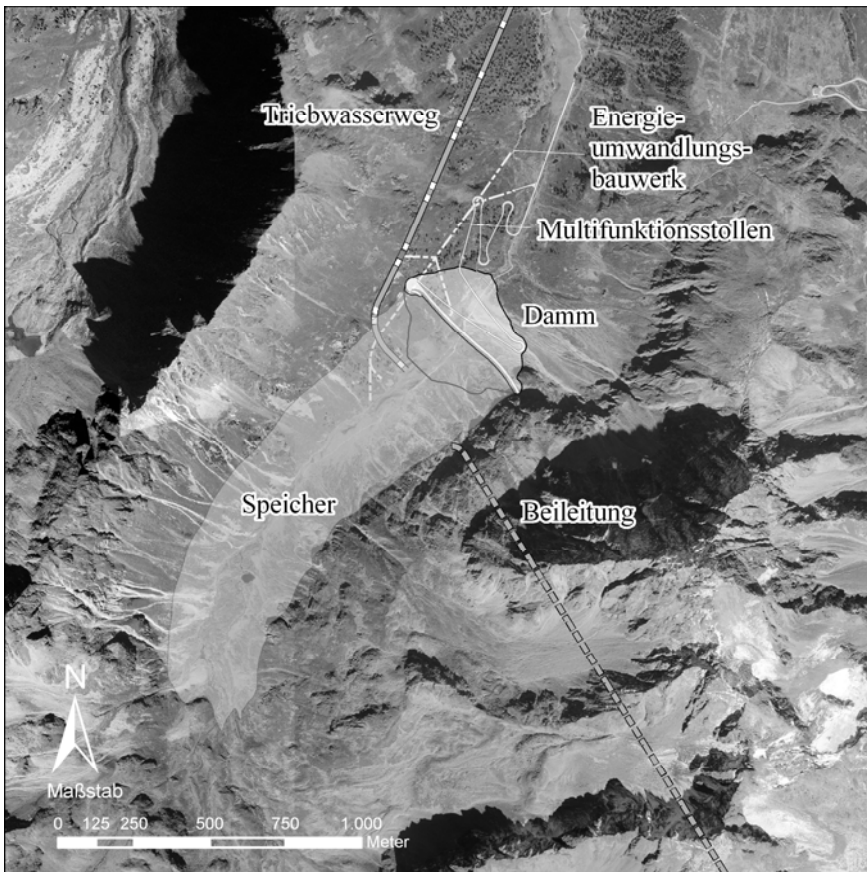


**Bild 1:** Lageplan Speicherkraftwerk Kühtai.

Die zusätzlich beizuleitenden rund 75 Millionen  $\text{m}^3/\text{a}$  erfordern aus betrieblicher Sicht einen weiteren Speicher im Kühtai. Ein geeigneter Standort befindet sich im hinteren Längental auf 2025 mHh. Mit einer Stauhöhe von 120 m über dem Tal tiefsten wird ein Jahresspeicher mit ca. 32 Mio.  $\text{m}^3$  Inhalt ermöglicht.

## 2 Hydrologie und Wasserwirtschaft

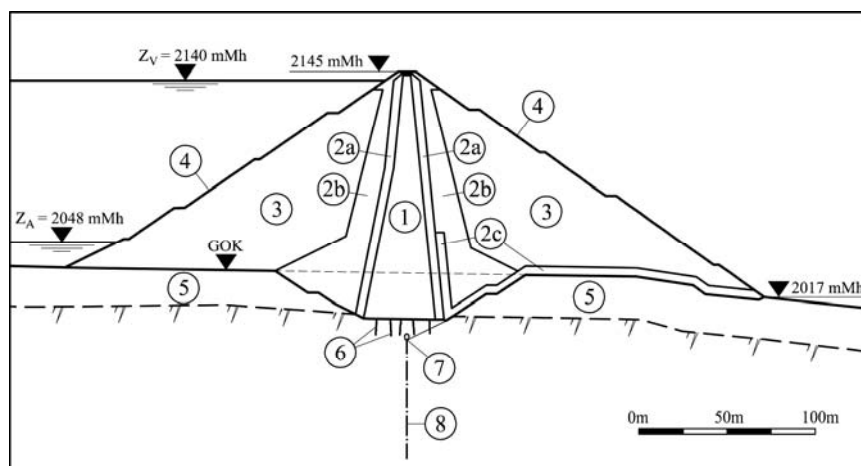
Der Speicher Kühtai weist an der Sperrenstelle ein  $7,6 \text{ km}^2$  großes, nahezu unvergletschertes natürliches Einzugsgebiet in den nordwestlichen Stubaier Alpen auf, das durch den Längentalbach gespeist wird (**Bild 1** und **Bild 2**). Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes beträgt rund 2270 mHh, die höchste Erhebung liegt auf 3016 mHh.



**Bild 2:** Lageplan Speicher und Staudamm Kühtal.

Gemäß den österreichischen Richtlinien [2] sind für den Nachweis der hydrologischen Talsperrensicherheit grundsätzlich zwei unterschiedliche Sicherheitsnachweise zu betrachten, nämlich die Beherrschung des Bemessungs- (BHQ, Design Flood DF) und des Sicherheitshochwassers (SHQ, Safety Check Flood SCF). Als BHQ wird jener Hochwasserdurchfluss bezeichnet, auf den die Entlastungsanlage zu bemessen ist. In hydrologischer Hinsicht wird das BHQ als ein Hochwasserereignis mit einer Wiederkehrperiode von 5000 Jahren ( $HQ_{5000}$ ) bezeichnet. Das SHQ dient als Grundlage für die Überprüfung der Anlagensicherheit bei Überlastung, d.h. bei Überschreitung des BHQ. Es entspricht dem international als „Probable Maximum Flood“ (PMF) bezeichneten Extremfall. Nach dem so genannten abgekürzten Verfahren [2] ergeben sich  $BHQ = 27 \text{ m}^3/\text{s}$  und  $SHQ = 35 \text{ m}^3/\text{s}$  für die Sperrenstelle ohne Berücksichtigung der Beileitung.

Eine aus den Betriebserfahrungen des bestehenden Speichers Längental abgeleitete Abschätzung der Feststoffführung des Längentalbaches und der Beileitung sowie der zu erwartenden Verlandungstendenz ergibt ein erforderliches Totraumvolumen von etwa 0,8 Mio.  $\text{m}^3$  bei Auslegung auf 100 Jahre. Nach derzeitigem Planungsstand liegen daher die tiefstmögliche Speicherentleerung  $Z_T$  auf 2040 mMh (Kote Grundablass), das betriebliche Absenkeziel  $Z_A$  auf 2048 mMh und das Stauziel  $Z_V$  auf 2140 mMh (**Bild 3**). Mit einem Freibord von 5 m über  $Z_V$  ergibt sich die Dammkronenhöhe zu 2145 mMh; die Speicherschwereebene ist bei ca. 2110 mMh. Der Nutzinhalt zwischen Stau- und Absenkeziel beläuft sich auf 31,5 Mio.  $\text{m}^3$ . Bei Vollstau beträgt die überstaute Fläche 59,6 ha. Eine Stauraumlamelle von bis zu 4 m unter  $Z_V$  wird in der Hochwasserzeit im Sommer nicht energiewirtschaftlich genutzt, um bis zu 2 Mio.  $\text{m}^3$  für den Hochwasserrückhalt frei zu halten.



**Bild 3:** Querschnitt Staudamm Kühtai: 1) Kern, 2a) 2b) 2c) Filter-, Drainage- und Übergangszonen, 3) Stützkörper, 4) Steinsatz, 5) verbleibende Überlagerung, 6) Kontaktinjektionen, 7) Kontrollstollen, 8) Injektionsschirm.

### 3 Betriebseinrichtungen

Auf der orographisch linken Seite soll ein eine Art Multifunktionsstollen erstellt werden (**Bild 2**), der während Bau und Betrieb mehreren Zwecken dient. Zum einen wird er als Baustellenzufahrt zur im künftigen Speicherraum gelegenen Hauptbaustelle genutzt, um den Dammschüttbetrieb vom übrigen Baustellenverkehr zu entkoppeln und somit einen frequenten Bauverkehr über den Damm und damit über den Dichtungskern zu verhindern. Zum anderen dient er als Baustellenumleitung für den Längentalbach. Des weiteren wird der Stollen in der Betriebsphase den Grundablass (GA) und das Transportbauwerk der Hochwasserentlastung (HWE) aufnehmen und als Zugang zu den Betriebseinrichtungen und zum Kontrollgang dienen. Im Bereich der Dammdichtungsebene wird eine Betonplombe und luftseitig davon die Schützenkammer des GA angeordnet. Unterwasserseitig wird der Stollen kombiniert für GA und HWE im Freispiegelabfluss betrieben. Das Einlaufbauwerk der HWE soll als unregelmäßige Seitenentnahme auf der orographisch linken Seite im Bereich eines Felsvorsprungs vor dem Damm angeordnet werden und durch einen Fallschacht an den Freispiegelstollen angeschlossen werden.

Die Entwässerung des Kontrollstollens erfolgt durch einen Stichstollen, der ebenfalls in den Multifunktionsstollen mündet. Die Energieumwandlung für den GA und die HWE erfolgt voraussichtlich in Form einer Sprungschanze im Bereich einer kleinen Schluchtstrecke im Anschluss an das Portal des Freispiegelstollens. Der Triebwassereinlauf ist zwischen GA-Einlauf und Damm auf der orographisch linken Seite angeordnet (**Bild 2**).

### 4 Dammentwurf

Für den Damm des Speichers Kühtai war von Beginn an eine mineralische Kerndichtung gewünscht, um durch kurze Transportwege für die im Speicherraum abzubauenen Dammschüttmaterialien eine wirtschaftliche Bauwerkserstellung zu begünstigen und die bestehende touristische Infrastruktur im nahe gelegenen Tourismuszentrum Kühtai vor Massentransporten weitestgehend zu bewahren. Ende 2006 wurden erste Sondierbohrungen durchgeführt, die das Vorhandensein von Kernmaterial (Moräne) im Speicherbereich sowie eine Mächtigkeit der kiesigen Überlagerungen im Bereich der Dammaufstandsfläche von maximal

30 m ergaben. Somit erscheint eine Realisierung der mineralischen Dichtung aus aufbereitetem und teilweise vergütetem Moränenmaterial sowie die Gründung der Dichtung auf Fels und der Stützkörper auf der verbleibenden Überlagerung machbar.

Nach Betrachtung der Schütt- und Stauvolumina unterschiedlicher Dammlagen wurde unter Berücksichtigung der topographischen und geologischen Situation an der Sperrenstelle die optimale Dammachse unmittelbar vor der markanten Talverbreiterung des Längentales fixiert (**Bild 2**). Zur besseren Geländeangepassung weist die Dammachse eine leicht Krümmung auf. Die Dammaufstandsfläche liegt geologisch in einer Kontaktzone zwischen Paragneis und Orthogneis. Der bisher erbohrte Fels sowie die Erfahrungen mit dem Gebirge bei Bau des Staudammes Finstertal inkl. Beileitungs- und Triebwasserstollen (**Bild 1**) lassen jedoch keine Probleme für die Dammgründung sowie für die Untergrundabdichtung mittels Injektionen erwarten.

Das gesamte Schüttvolumen des Dammes beträgt ca. 6,5 Mio. m<sup>3</sup>, davon macht der Kern knapp 0,7 Mio. m<sup>3</sup> aus. Der erforderliche Voraushub beträgt ca. 0,65 Mio. m<sup>3</sup>. Aus Gründen der Umweltverträglichkeit sollten die Schüttmaterialien weitestgehend im zukünftigen Speicherbereich unterhalb des Stauzieles gewonnen werden. Die Eröffnung eines ergiebigen Steinbruches ist somit nur auf der orographisch rechten Seite möglich, wo der Fels bis unterhalb des Stauzieles zutage tritt. Da ein möglichst großer Anteil der Stützkörper aus geotechnischer und wirtschaftlicher Sicht aus Steinbruch bestehen sollte, wird sich der Abbau in die Tiefe orientieren. Die Materialgewinnung im Speicherbereich erscheint trotz der großen Schüttkubatur machbar, ist jedoch herausfordernd, da an die Schüttmaterialien im vorliegenden Fall eines hohen Dammes besondere Anforderungen zu stellen sind. Eine weitere Detaillierung der Informationen über mögliche Lagerstätten für die Schüttmaterialien wird von dem umfangreichen Haupterkundungsprogramm im Sommer 2007 erwartet.

Nach derzeitigem Planungsstand soll der teilweise vergütete Moränenkern weitgehend symmetrisch, leicht zur Wasserseite hin abgeflacht, angeordnet werden (**Bild 3**), so dass der mittlere hydraulische Gradient in der Gründungsfuge maximal drei beträgt. Die luft- und wasserseitig angrenzenden Filter-, Drainage- und Übergangszonen sollen vom Kern zum Stützkörper hin in ihrer Durchlässigkeit zunehmen sowie Steifigkeitsunterschiede zwischen Kern und Stützkörper ausgleichen. Der Stützkörper soll, ähnlich wie beim Staudamm Finstertal, großteils aus Granodioritsteinbruch bestehen, was Böschungsneigungen zwischen 1:1,4 und 1:1,5 realistisch erscheinen lässt. Unter der Kernaufstandsfläche ist zur Überwachung, Drainage und Untergrundabdichtung ein Kontrollstollen angeordnet, der gegenüber einer Kontrollgangvariante wirtschaftliche und baubetriebliche Vorteile aufweist.

## 5 Ausblick

Das Projekt *Speicherkraftwerk Kühtai* als Erweiterung der bestehenden Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz wird bis Ende 2008 von der TIWAG technisch ausgearbeitet. Sämtliche Umweltbelange werden in Form einer Umweltverträglichkeitserklärung beurteilt, und die erforderliche Einbindung der Projektbeteiligten (Grundeigentümer, Gemeinden, Interessensvertretungen, etc.) wird vorgenommen.

In den darauf folgenden zwei Jahren soll die behördliche Vorhabensprüfung nach dem in Österreich gültigen UVP-Gesetz durchgeführt werden. Nach diesem Gesetz werden in einem

konzentrierten Verfahren sämtliche anzuwendenden Materiengesetze (z. B. Wasserrecht, Naturschutz, Forstrecht, etc.) berücksichtigt. Zur technischen Überprüfung des aus bautechnischer Sicht wesentlichsten Bauwerkes, des Steinschüttdammes Kühtai, wird von der Behörde eine im Bundesministerium für Wasserwirtschaft angesiedelte Expertengruppe, die „Österreichische Staubeckenkommission“, eingeschaltet, welche für Stauanlagen über 15 m Höhe bzw. über 500 000 m<sup>3</sup> Stauinhalt zwingend zu befassen ist.

Nach erfolgter Genehmigung soll das Kraftwerksprojekt in einer Bauzeit von vier Jahren errichtet werden, so dass mit einer Inbetriebnahme im Jahre 2015 gerechnet werden kann. Die Bauzeit gilt als ambitioniert, zumal vor allem der Bau des 25 km langen Beileitungstollens und des 120 m hohen Steinschüttdammes mit einem Schüttvolumen von ca. 6,5 Mio. m<sup>3</sup> hohe Anforderungen an die Baufirmen bei ihrer Arbeit in großer Höhenlage (über 2000 mHh) mit entsprechend extremen Witterungs- und Umweltbedingungen stellen wird.

## Literatur

- [1] TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG: Optionenbericht über mögliche Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol. Innsbruck, 2004.
- [2] Österreichische Staubeckenkommission: Leitfaden, Bemessung von Hochwasserentlastungsanlagen österreichischer Talsperren (Teil A und B - Hydrologischer Teil, Teil C - wasserbautechnischer Teil, Teil D - Hintergrundinformation). Wien, 2007.

## Anschrift der Verfasser

Dr. sc. techn. Robert Boes  
Dr. tech. Bernhard Hofer  
Dr.-Ing. Sebastian Perzлмаier

robert.boes@tiwag.at  
bernhard.hofer@tiwag.at  
sebastian.perzлмаier@tiwag.at

TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG  
Bereich Engineering Services  
Eduard-Wallnöfer-Platz 2  
A-6020 Innsbruck