

# Gemeinschaftskraftwerk Inn - ein neues Ausleitungskraftwerk im Entstehen

Franz Gappmaier und Robert Achatz

## Zusammenfassung

Das Gemeinschaftskraftwerk Inn wird derzeit am oberen Inn zwischen Prutz /Ried in Österreich und Martina in der Schweiz gebaut. Das Projekt, das sich sowohl auf österreichischem als auch auf Schweizer Territorium befindet, wird gemeinsam von den österreichischen Stromversorgern TIWAG und VERBUND sowie von den Schweizer Engadiner Kraftwerken realisiert. Der Bau wurde im Sommer 2014 begonnen, die Inbetriebnahme ist für 2018 vorgesehen. Mit einem Investitionsvolumen von rund 460 Mio. Euro und einer jährlichen Energieerzeugung von mehr als 414 GWh handelt sich um das größte seit vielen Jahren im Alpenraum neu gebaute Laufwasserkraftwerk.

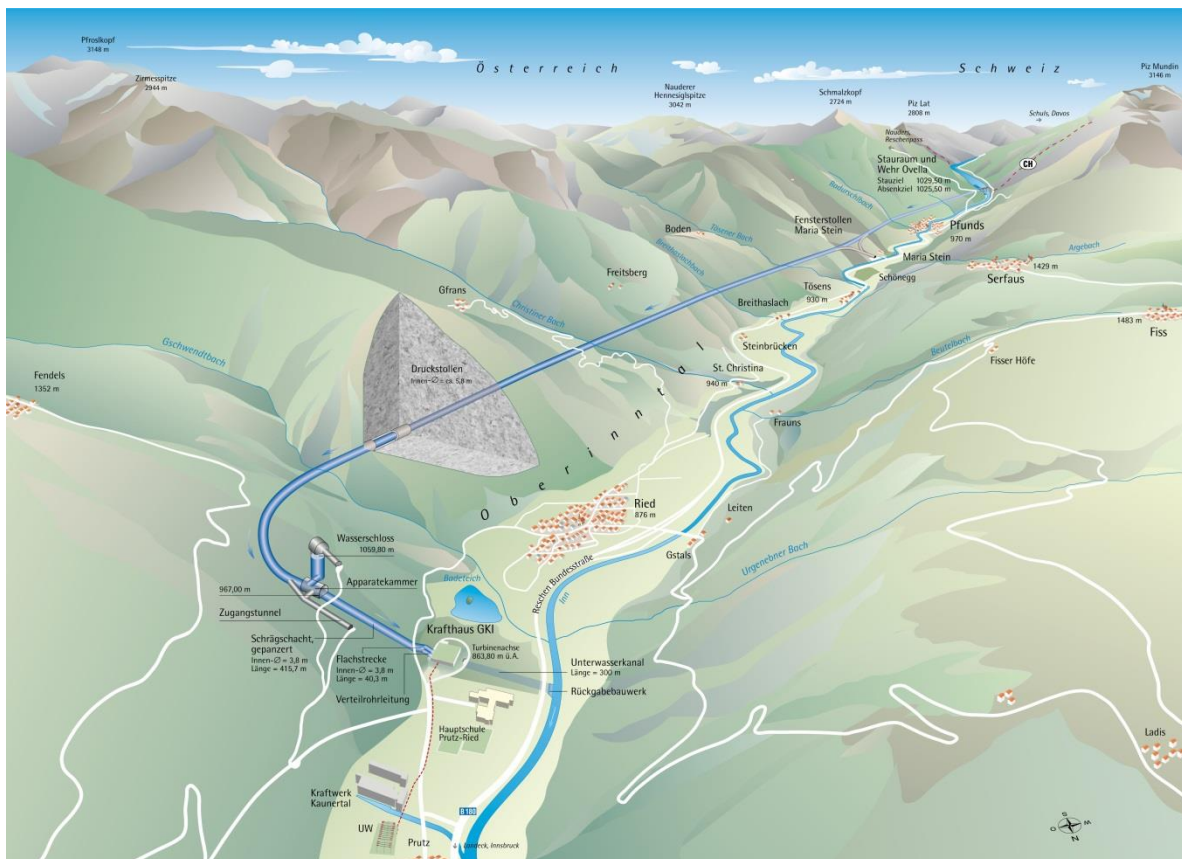


Abb. 1 Gesamtübersicht des Projektes

## 1 Die Vorgeschichte

„Gut Ding braucht Weile“. Diese Redewendung beschreibt den Werdegang des Projektes „Gemeinschaftskraftwerk Inn“ (GKI) am Besten. Schon in den Zwanzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts gab es erste Pläne für die Wasserkraftnutzung am Oberen Inn. Im Jahre 2003 bekundeten die Republik Österreich und die Schweizerische Eidgenossenschaft dann in einem Staatsvertrag ihren Willen die Wasserkraft des Inns zwischen dem österreichischen Prutz und der österreichisch-schweizer Grenzstrecke zu nutzen. Dem Abkommen lag das gemeinsame

Interesse an der Erzeugung elektrischer Energie und der ökologisch wünschenswerten Verbesserung der Wasserführung des Inns, der im Projektgebiet aufgrund des Schwallbetriebs der oberliegenden Kraftwerke starken Abflussschwankungen unterliegt, zugrunde. In einem zwei-staatlichen Genehmigungsverfahren erhielt die Gemeinschaftskraftwerk Inn GmbH im Jahre 2010 durch das Eidgenössische Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Umwelt und durch die Tiroler Landesregierung die Konzession bzw. die Genehmigung für die Errichtung des Kraftwerkes. Das Verfahren wurde letztlich in Österreich durch den Bescheid des Umweltsenats im Jahre 2012 endgültig beendet. Im Juni 2013 erfolgte nach rund 6 Jahren Behördenverfahren die im Staatsvertrag vereinbarte gleichzeitige Verleihung der Rechtswirksamkeit der Bescheide. Die Umsetzung der rund 1.200 in den Genehmigungen verankerten Einzelaufgaben wird durch eine eigene Arbeitsgruppe des Bauherrn sichergestellt, die eng mit den Behördenaufsichten zusammenarbeitet.

## 2 Der Aspekt des Verschlechterungsverbots im Genehmigungsverfahren

Ergänzend zum staatsvertraglichen Abkommen zwischen Österreich und der Schweiz unterlag das Projekt selbstverständlich auch den einschlägigen rechtlichen Genehmigungsanforderungen, die in einem Umweltverträglichkeitsverfahren nach dem österreichischen UVP-G 2000 ausführlich untersucht und gewürdigt wurden.

Die für die Restwasserstrecke festgelegten Innabflüsse unterstrom der Wehranlage und ihre jahreszeitliche Staffelung zwischen 5,5 m<sup>3</sup>/s und 20 m<sup>3</sup>/s führen dazu, dass sich im Bereich der Restwasserstrecke die Fließdynamik von einer derzeitigen extremen Schwalldynamik, verursacht durch die oberliegenden Kraftwerke, hin zu einer ausgeglichenen, durch Abstufung im natürlichen Jahresgang „dynamisierten“ Fließdynamik verändert.

Vom Prüfgutachter für Gewässerökologie und Limnologie wurden die betroffenen Oberflächenwasserkörper im Genehmigungsverfahren als „erheblich veränderte Wasserkörper“ bewertet. Als Zielzustand (Mindestgüteziel) für die vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper wurde das „gute ökologische Potenzial“ vorgegeben. Bei Umsetzung der Nebenbestimmungen und Ausgleichsmaßnahmen wurde die Erreichung des definierten Zielzustandes „gutes ökologisches Potenzial“ als sehr wahrscheinlich eingestuft. Die Genehmigungsbehörde kam zu der Einschätzung, dass *„das Vorhaben ... einen bedeutenden Schritt zur im Öffentlichen Interesse stehenden Zielerreichung“*, nämlich dem Erreichen eines guten ökologischen Potenzials, leistet.

Trotz dieser positiven Beurteilung der Maßnahme im Bereich der Ausleitungsstrecke, kam die Genehmigungsbehörde zu dem Ergebnis, dass das Vorhaben aufgrund der durch den Aufstau verursachten Auswirkungen auf den Wasserkörper oberstrom der Wehranlage ein Verstoß gegen das in der EU-Wasserrahmenrichtlinie und den nationalen Gesetzgebungen verankerten Verschlechterungsverbot darstellt. Das Vorhaben konnte also nur im Rahmen einer Interessensabwägung genehmigt werden.

Ausschlaggebend für die Erteilung der Ausnahmegenehmigung war das *„unbestrittene öffentliche Interesse an einer Sicherstellung der Energieversorgung möglichst unter Ausschaltung von Risiken, wie sie mit der Nutzung anderer Technologien, namentlich der Kernenergie, verbunden sind“*. Die Genehmigungsbehörde stellte jedoch gleichzeitig klar, dass *„das allgemein als öffentliches anerkannte Interesse an der nachhaltigen Nutzung der Wasserkraft zur Sicherstellung der Energieversorgung... freilich nicht“* bedeutet, *„dass jede Wasserkraftanlage als im übergeordneten öffentlichen Interesse gelegen angesehen werden dürfte.“* Im Falle GKI führte

die Abwägung des energiewirtschaftlichen Nutzens, der Umstand der Vorbelastung des Gewässers durch die Auswirkungen bestehender Anlagen in der Schweiz und vor allem der im überstaatlichen Staatsvertrag zum Ausdruck gebrachte Willen des Gesetzgebers letztlich zur Erteilung der Ausnahmegenehmigung.

*„Wenn schon der Gesetzgeber ein Vorhaben billigt (es ist davon auszugehen, dass der Staatsvertrag abgeschlossen wurde, um eben dieses Projekt zu realisieren), kann nicht bezweifelt werden, dass diesem damit Vorrang gegenüber anderen (öffentlichen) Interessen, soweit sie in der Dispositionsbefugnis des (einfachen) Gesetzgebers stehen, zuerkannt worden ist.“*

### 3 Kraftwerkskonzept

An der Wehranlage in Ovella wird der Inn auf eine Länge von ca. 2,6 km aufgestaut, um das Triebwasser für das Kraftwerk entnehmen zu können. Maximal 75 m<sup>3</sup>/s werden auf der orografisch rechten Seite aus dem Stauraum ausgeleitet und über einen rd. 23 km langen Triebwasserstollen und einem gepanzertem Schrägschacht dem Krafthaus zugeführt. Im Krafthaus in Prutz verwandeln zwei Francis-Turbinen mit direkt gekoppelten Generatoren die Kraft des Wassers unter einer Nettofallhöhe von etwa 160 m und mit einer Leistung von zusammen maximal 89 MW zu elektrischer Energie. Die Ableitung des erzeugten Stroms erfolgt über ein Erdkabel in die benachbarte Schaltanlage des Kraftwerkes Kaunertal und von dort in das Stromnetz zu den Verbrauchern. Das Triebwasser wird nach den Turbinendurchgang über einen kurzen Unterwasserkanal an den Inn zurückgegeben.

#### 3.1 Stauraum Martina

Durch den Aufstau des Inn um ca. 15 m entsteht ein Stauraum mit einem Gesamtvolumen von rund 900.000 m<sup>3</sup>, wovon innerhalb einer Wasserspiegelschwankung von 4 m rund 500.000 m<sup>3</sup> genutzt werden, um die durch den Betrieb der oberliegenden Kraftwerke verursachten Abflussschwankungen zu puffern und den Abfluss zu vergleichmässigen.

Durch den Aufstau und die Wasserspiegelschwankungen ergeben sich auf die Uferböschungen im Stauraum zusätzliche Belastungen. Da am linken Ufer parallel zum Stauraum die Kantonstrasse verläuft, werden hier umfangreiche Maßnahmen zur Befestigung und Sicherung des Ufers durchgeführt. Die Ufersicherungsarbeiten werden mit der Erweiterung der Kantonstrasse um einen Radweg kombiniert. Der Bau des Radweges dient zur Verbesserung des stark frequentierten Innradweges und wird durch das Tiefbauamt Chur geplant und umgesetzt.



**Abb. 2** Baumaßnahmen für Ufersicherung und neuen Radweg im Stauraum Martina

### 3.2 Wehranlage Ovella

Die Wehranlage wird im tief eingeschnittenen Inntal ca. 2,5 km flussabwärts der Schweizer Ortschaft Martina errichtet. Bevor mit den Bauarbeiten begonnen werden konnte, war die Sicherung der rechtsufrigen, mehrere hundert Meter steil aufragenden Felswand mit Steinschlag-schutznetzen erforderlich.

Aufgrund der beengten Verhältnisse im Bereich der Wehranlage und der Erfordernis einen ausreichenden Abflussquerschnitt auch während der Bauzeit sicherzustellen, wird die Wehranlage in insgesamt 5 Bauphasen gebaut. Wehr und Betriebsgebäude werden hierbei hintereinander in separaten Baugruben errichtet und der Inn rechts bzw. links an dem durch die Baugrube geschützten Baufeld vorbeigeleitet. Da einige der anstehenden Arbeiten nur in Niedrigwasserperioden möglich sind, ist die exakte terminliche Einhaltung der vorgesehenen Baufolgen von großer Bedeutung, da andernfalls oft bis zur nächsten Niedrigwasserperiode, sprich nahezu ein Jahr gewartet werden müsste.

Die Umleitung des Inns zur Erstellung der linksufrigen Wehranlage wird noch im Frühjahr 2016 erfolgen. Dazu wird am rechten Ufer ein massiver Schuttkegel entfernt, um den erforderlichen Abflussquerschnitt für die Umleitung des Inns zu schaffen.



**Abb. 3** Baubereich der Wehranlage nach Schuttkegelabtrag

Die Wehranlage ist als zweifeldriges Staubalkenwehr mit Feldbreiten von jeweils 11,5 m Breite konzipiert. Jedes Feld wird mit einem 4,0 m hohen Drucksegment und einer 4,2 m hohen Stauklappe ausgerüstet. Die Verschlüsse ermöglichen die Abfuhr des 1,5 fachen tausendjährigen Hochwassers ( $1.155 \text{ m}^3/\text{s}$ ) bei freiem Durchfluss am Wehr bzw. des tausendjährigen Hochwassers von  $770 \text{ m}^3/\text{s}$  durch nur eines der beiden Wehrfelder.

Orografisch rechts an das Wehr schließt das Betriebsgebäude an, das die erforderlichen Nebeneinrichtungen der Wehranlage sowie eine Dotierturbine mit 2,1 MW Leistung beherbergt.

Über die Dotierturbine wird die ökologisch erforderliche und jahreszeitlich gestaffelte Restwassermenge nach energetischer Nutzung (jährliche Energieerzeugung ca. 7,8 GWh) in die Restwasserstrecke unterstrom des Wehres abgegeben. Ebenfalls am rechten Ufer, oberstrom des Betriebsgebäudes befindet sich der Einlauf zum Triebwasserstollen.

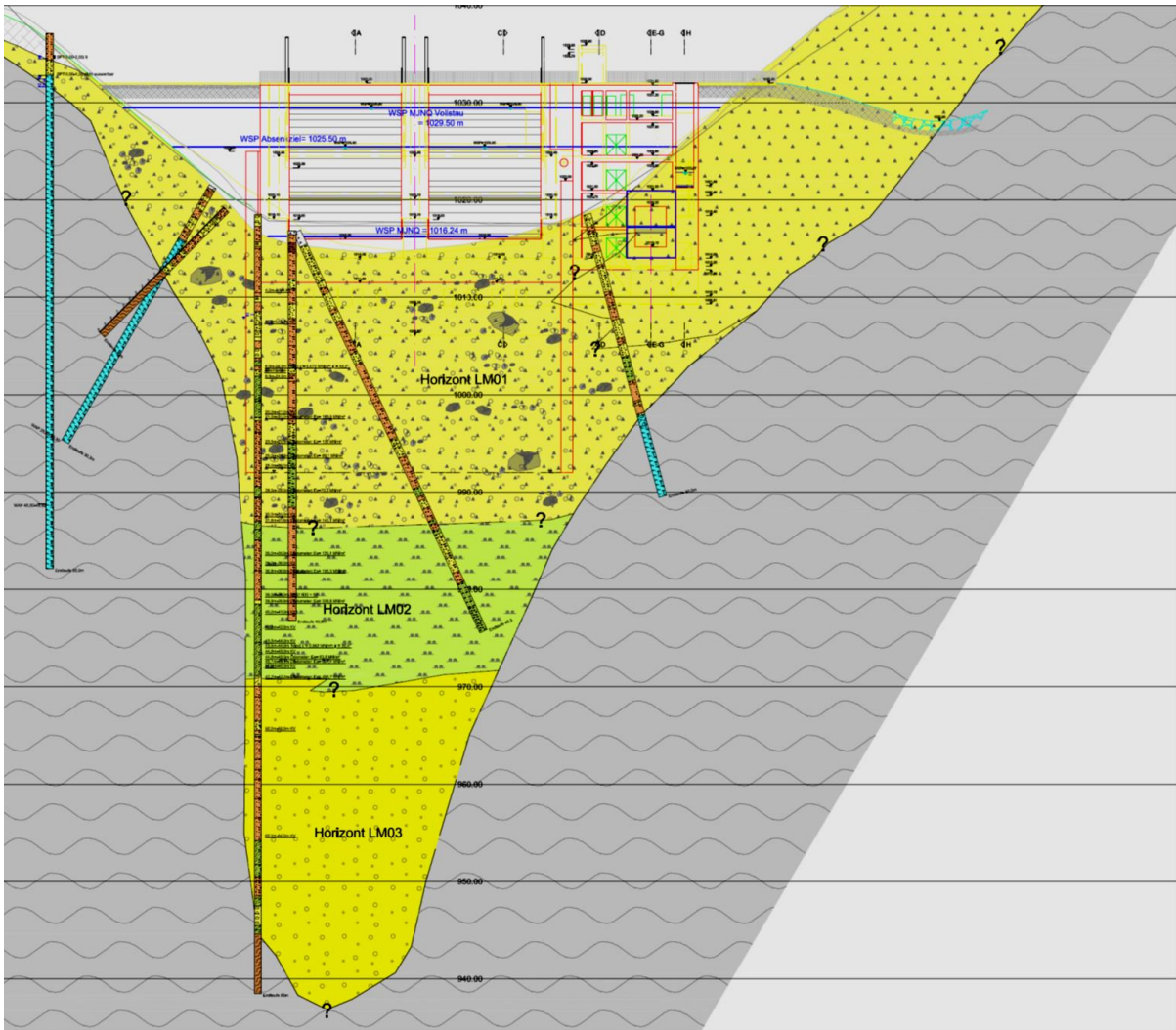
Ein Fischaufstieg, ausgebildet als Vertikal-Slot Pass mit insgesamt 85 Becken, und eine Fischabstiegsanlage sind in das Betriebsgebäude integriert.



**Abb. 4** Fotorealistische Simulation von Wehr und Betriebsgebäude / Dotierkraftwerk Ovella

Als besondere Herausforderung für den Bau des Wehres erweisen sich, neben der sehr beengten Platzverhältnissen, die komplexen Baugrundverhältnisse. Die Wehranlage wird auf bis zu 80 m mächtigen Flussablagerungen, Hangschuttmaterialien und Stausedimenten gegründet.

Die vorgefundenen Gesteinsarten der Talverfüllung wurden in drei Bodenschichten gegliedert. Bis in eine Tiefe von ca. 27m unter Innsohle liegen zunächst sedimentäre, durch den Inn transportierte Schotter vermischt mit Ablagerungen aus Sturzereignissen vor. Darunter liegen mit einer Stärke von bis zu 30 m postglaziale Sedimente, sogenannte „Seeschluffe“ (in Abb. 5 grün eingefärbt). Diese Bodenschicht zeichnet sich durch vergleichsweise geringe Steifigkeiten und eine entsprechend hohe Setzungsempfindlichkeit aus. Zwischen den „Seeschluffen“ und der Felslinie findet sich schließlich eine von Kiesen und Blockanteilen dominierte fluviatile Serie.



**Abb. 5** Geologisches Profil im Bereich der Wehranlage

Aufgrund der teilweise vertikal abfallenden Talflanken und der bis zu 80 m tief liegenden Felsoberkante wurde eine Tiefgründung des Wehres auf festem Fels ausgeschlossen. Die Wehranlage wird auf den anstehenden Innschottern flach gegründet. Jedoch wurden, vorwiegend aufgrund der Seeschluffe, Setzungen der Wehranlage in der Größenordnung von 10 cm berechnet. Die Wehranlage wurde konstruktiv so durchgeplant, dass die prognostizierten Setzungen schadlos aufgenommen werden können.

### 3.3 Der Triebwasserweg

Der Triebwasserweg führt von der Wehranlage Ovella über einen ca. 23,2 km langen Triebwasserstollen und über einen Kraftabstieg (Schrägschacht) in das Krafthaus Prutz/Ried. Er besteht im Wesentlichen aus Druckstollen, der Apparatekaverne, dem Wasserschlossschacht, dem Kraftabstieg (Schrägschacht) und der Flachstrecke samt anschließendem Hosenrohr.

Der Druckstollen leitet das Triebwasser vom Einlauf bei Ovella zum Wasserschloss und dem Kraftabstieg. Der überwiegende Teil des Druckstollens wird über den Zugangstollen Maria Stein, der sich ungefähr in der Mitte des Triebwasserweges befindet, mit zwei Tunnelbohrmaschinen (TBM) mit Tübbingauskleidung steigend aufgeföhren (Abschnitt Süd: 12.075 m, Abschnitt Nord: 9.417 m). Der Innendurchmesser beträgt 5,80 m.

Die beiden TBM starten aus einer ca. 200 m langen Montagekaverne, am Ende des Fensterstollen Maria Stein, in entgegengesetzter Richtung. Der maschinelle Vortrieb wurde im Herbst 2015 begonnen.

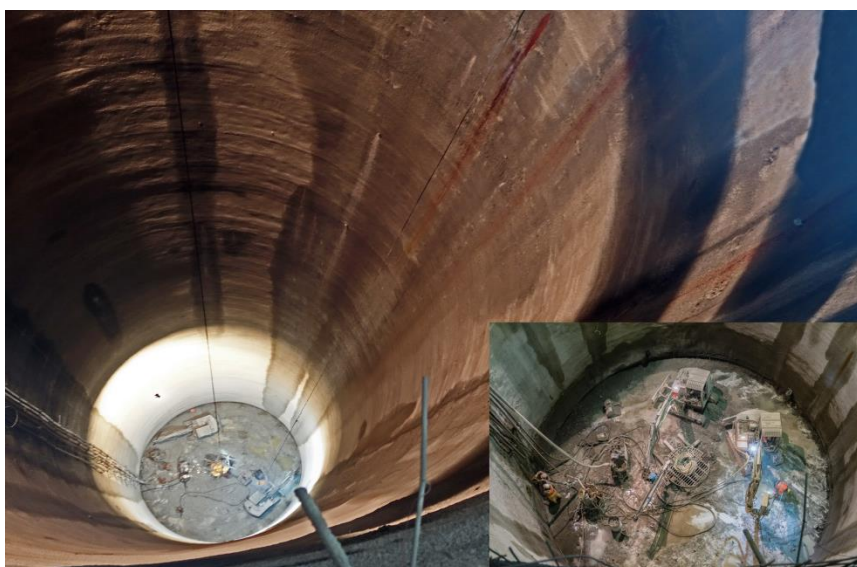


**Abb. 6** Transport eines TBM-Bohrkopfes zum Montageort

Der Druckstollen wird im Endzustand gegen den Fensterstollen durch eine Panzertüre abgeschlossen. Für Revisionsarbeiten bleibt dadurch eine Zufahrtsmöglichkeit in den Stollen bestehen.

### 3.4 Wasserschloss

Das Schachtwasserschloss ist über den Verbindungsstollen mit dem Triebwasserweg verbunden. Den oberen Abschluss des Wasserschlosses bildet die Schachtkopfkaferne. Der Wasserschlossschacht hat einen Innendurchmesser von 13,80 m und ist bis zur Sohle der Oberkammer ca. 96,60 m hoch. Er wird mit einer Dichtfolie und einer vorgespannten Ortbetonschale wasserdicht ausgekleidet.



**Abb. 7** Ausbrucharbeiten Wasserschloss

Zur Errichtung des Wasserschlosses wurde zunächst die etwa 70 m lange Oberkammer und im Anschluss daran die knapp 30 m lange Schachtkopfkaferne vorgetrieben. Ausgehend von der Kaverne wurde die ca. 100 m tiefe Zielbohrung durchgeführt. Der Zielbohrung folgend wurde mittels Raise-Boring-Verfahren ein Schacht mit 1,84 m Durchmesser erstellt, welcher beim daran anschließenden zyklischen Vortrieb von oben nach unten als Materialabwurfschacht diente.

### **3.5 Kraftabstieg – Schrägschacht**

Der Kraftabstieg verbindet die am Ende des Druckstollens gelegene Apparatenummer mit dem Krafthaus und überwindet eine Höhe von ca. 100 m. Er setzt sich aus dem Schrägschacht, der Flachstrecke und dem Hosenrohr zusammen. Der 370 m lange Schrägschacht hat einen Innendurchmesser von 3,80 m und wird mit einer Stahlpanzerung ausgeführt, wobei die statische Auslegung auf Innendruck ohne Berücksichtigung einer mittragenden Wirkung des Gebirges erfolgt. Im Bereich der Flachstrecke vor dem Krafthaus wird das Panzerrohr offen in einem Rohrstollen geführt.

Der Schrägschacht wurde steigend im zyklischen Vortrieb hergestellt. Im Anschlagbereich wurde zuerst ein Lockermaterialvortrieb auf eine Länge von rd. 50 m aufgeföhren. Die Schachtneigung von 31% stellt die Grenze für einen steigenden zyklischen Vortrieb dar. Für die Vortriebsarbeiten entschied man sich für eine Mischung aus Raupenbetrieb und Reifenbetrieb. Dabei wurden sämtliche radgebundenen Fahrzeuge technisch sehr streng überwacht und zur besseren Traktion mit Ketten bestückt.

Die Vortriebsarbeiten wurden Ende Februar 2015 aufgenommen und konnten bereits nach rund vier Monaten Bauzeit abgeschlossen werden.

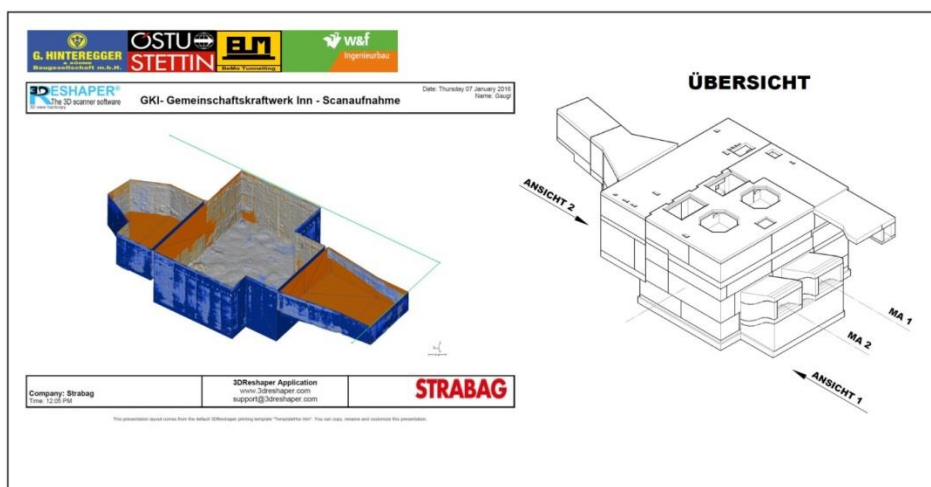
### **3.6 Krafthaus Prutz/Ried**

Das Krafthaus Prutz/Ried beherbergt die beiden Hauptmaschinen sowie die elektrischen und elektromechanischen Nebeneinrichtungen. Oberwasserseitig teilt sich die Druckrohrleitung auf die beiden Maschinensätze auf. Unterwasserseitig werden die beiden Saugkanäle wieder zu einem Unterwasserkanal zusammengeführt.

Vom Urgeländenniveau reicht der Schacht 15,60 m in die Tiefe, wovon 12,50 m unterhalb des Grundwasserspiegels liegen. Das Schachtbauwerk wird von einer 20 m tiefen Schlitzwand ( $d = 80$  bzw.  $60$  cm) umschlossen. Die Baugrube ist in die Sektoren Hosenrohr, Saugkanal und Krafthaus aufgeteilt. Die Bereiche Hosenrohr und Saugkanal werden gegen das Grundwasser über tief liegende, zwei Meter mächtige Weichgelsohlen, abgedichtet. Der Baugrubenabschnitt Krafthaus wird mittels einer 1,20 m starken geankerten Unterwasserbetonplatte abgedichtet. Die Schlitzwand bindet 5 Meter unterhalb der Aushubsohle des Hauptbauwerkes ein und wird im freien Bereich über einen Litzankerhorizont gehalten. Der Hauptbauwerksbereich wurde im Nassbaggerverfahren (Seilbagger) bis zur Sohle der Unterwasserbetonplatte ausgehoben. Der 12,50 m tiefe Unterwasseraushub wurde durch eine dicht gelagerte, bis zu vier Meter mächtige Blocksicht erschwert. Die 172 Stück GEWI Auftriebsanker (DN 50,  $L = 20$  m) für die Bodenplatte wurden im Raster von 2,2 m mittels Freireiterramme und Rammrohr in den Untergrund eingebaut. Nach der Fertigstellung der Anker wurde von Bautauchern der Feinsand im Sohlbereich abgesaugt und die Anker mit Köpfen bestückt. Der Einbau des Unterwasserbetons ( $1.200 \text{ m}^3$ ) erfolgte im Kontraktorverfahren mittels Hop-Dobber durch Bautaucher in einem Guss. Nach dem Erreichen der Mindestfestigkeit des Unterwasserbetons konnte das Wasser aus der Baugrube abgepumpt werden. Die Standsicherheit der Baugrube während des Lenz-



vorgangs wurde durch ein dichtes Überwachungskonzept überwacht. Die Restwassermenge für die 1.700 m<sup>2</sup> Gesamtsohlfläche betrug insgesamt nur 4,5 l/s.



**Abb. 8** Laserscanaufnahme der Schlitzwandinnenseite und das 3 D Modell der unteren Kraftwerksebenen

Auf die Unterwasserbetonsohle wurde die konstruktive Bodenplatte aufgesetzt, auf welche die Blöcke der insgesamt 8 Krafthousebenen folgen.



**Abb. 9** Betonarbeiten Krafthaus

## 4 Zusammenfassung

Im vorstehenden wurden das Kraftwerkskonzept und einige Besonderheiten des Projektes kurz umrissen. Aufgrund der Komplexität des Vorhabens und der Vielfältigkeit der zu bewältigenden Aufgabenstellungen konnten bei weitem nicht alle Aspekte dieses außergewöhnlichen Projektes ausgeleuchtet werden. Das Gemeinschaftskraftwerk Inn zeigt, dass die Wasserkraft auch heute noch einen wesentlichen Beitrag zur Erzeugung erneuerbarer Energie leisten kann. Den Anforderungen nach umfassender Schonung von Natur und Umwelt wird unter anderem durch die weitestgehend unterirdische, unsichtbare Anordnung der Bauwerke Rechnung getragen.

## Literatur

Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Republik Österreich über die Nutzbarmachung des Inn und seiner Zuflüsse im Grenzgebiet, abgeschlossen am 29. Oktober 2003

Amt der Tiroler Landesregierung, Errichtung des Wasserkraftwerkes „Gemeinschaftskraftwerk Inn“, Genehmigung der Tiroler Landesregierung nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 - -Bescheid, U-5161/1117, 12.07.2010

REPUBLIK ÖSTERREICH, Umweltsenat, US 2A/2010/18-245, Berufungsbescheid betreffend die Errichtung und den Betrieb des Vorhabens „Gemeinschaftskraftwerk Inn“, 2012

ARGE baugelogeologische Dokumentation und geotechnische Beratung, Gemeinschaftskraftwerk INN, ERGÄNZUNGSUNTERSUCHUNG 2015 - WEHRANLAGE OVELLA, GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHER BERICHT, 24. Juli 2015

Gappmaier F., Wachter R., Gemeinschaftskraftwerk Inn: Projektübersicht und Stand der Arbeiten im Baulos Prutz

Achatz, R., Schwaiger, S., Ein neues Wasserkraftwerk am Inn, Beratende Ingenieure, Verband Beratender Ingenieure VBI, 5/6 2015

<http://www.gemeinschaftskraftwerk-inn>

## Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Franz Gappmaier  
Projektleiter GKI  
VERBUND Hydro Power AG  
Krafthaus 1, A-5620 Schwarzach  
franz.gappmaier@verbund.com

Dipl.-Ing. Robert Achatz  
Projektleiter Ingenieurgesellschaft GKI (Ausführungsplaner)  
Lahmeyer Hydroprojekt  
Elsenheimerstraße 11, D-80687 München  
robert.achatz@hydroprojekt.de