

# Kraftwerk Rellswerk

Ein Schritt in Richtung Energieautonomie Vorarlbergs

6773 Vandans, Vorarlberg, 2017

AUTOREN | Thomas Steinwender, Florian Sollerer

AUFTRAGGEBER | Vorarlberger Illwerke AG

AUFTRAGNEHMER | ARGE Rellswerk Vandans

BILDER | © PORR AG

Die Vorarlberger Illwerke AG (VIW AG) erzeugt Strom ausschließlich aus Wasserkraft und anderen erneuerbaren Energieträgern. Zur Optimierung der Anlagen­gruppe der bestehenden Illwerke-Kraftwerke im Montafon wurde mit dem Projekt Rellswerk ein weiteres Pumpspeicherkraftwerk entwickelt. Mithilfe dieses Projektes sollen der Vilifau- und der Zaluandabach im Rellstal im Gemeindegebiet von Vandans auf ca. 1.450 m ü. A. gefasst und im Lün­erseewerk genutzt werden. Das Wasser aus diesen beiden Bächen wird in einem Ausgleichsbecken zwischengespeichert und im Pumpbetrieb über eine Druckrohrleitung dem Triebwasserweg der bestehenden Kraftwerksgruppe zugeführt.

Im Lün­erseewerk kann mit der über das Rellswerk bereitgestellten Pumpwassermenge Spitzen- und Regelenergie in einem Ausmaß von ca. 37 GWh/a, hiervon ca. 18 GWh/a Primärenergie, erzeugt werden. Zusätzlich kann das Rellswerk im Turbinenbetrieb rund 3 GWh/a an Primärenergie erzeugen. Das Kraftwerksprojekt trägt somit zur nachhaltigen Produktion von hochwertiger Spitzen- und Regelenergie aus erneuerbaren Energieträgern bei.

Nach positiv erfolgter Umweltverträglichkeitsprüfung und Ausschreibung wurde die ARGE Rellswerk Vandans, bestehend aus der PORR-Tochter Nägele Hoch- und Tiefbau GmbH sowie Wilhelm+Mayer Bau GmbH, Gebr. Haider Bauunternehmung GmbH und Max Streicher Österreich GmbH, mit den Baumeister- und Rohrleitungsbauarbeiten beauftragt.

Bohrpfahlarbeiten im Bereich des Krafthauses



**Baumaßnahmen**

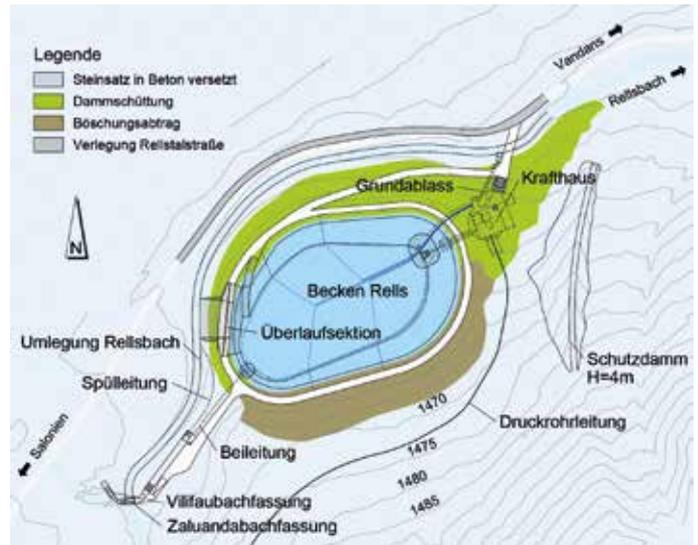
Der Auftrag an die ARGE umfasste neben der Herstellung einer rund 2.300 m langen Druckrohrleitung mit 1.000 mm Innendurchmesser die Errichtung zweier Bachfassungen inklusive Entsanderbauwerk, eines 44.000 m<sup>3</sup> großen Speicherbeckens sowie eines völlig unter der Erde liegenden Krafthauses. Des Weiteren mussten ein Bach sowie eine Straße umgelegt, die Energieableitung errichtet, ein Schutzwall geschüttet und als Zufahrt zum Krafthaus eine Brücke hergestellt werden. Für diese Maßnahmen standen jeweils nur die schneearmen Monate Mai bis November zur Verfügung. Erschwerend kam hinzu, dass die Zufahrt zur Baustelle über eine ca. 7 km lange Bergstraße erfolgte, welche nur einspurig und mit geeignetem Gerät befahrbar war. So mussten beispielsweise sämtliche Bewehrungs- und Rohrleitungslängen und auch sonstige Transporte auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmt werden.

**Baujahr 2014:**

**Krafthaus, Baugrube, Wasserfassung und Entsander**

Das Kernstück dieses Projektes ist das Krafthaus, welches vier Tiefgeschoße und zwei Obergeschoße umfasst. Es erstreckt sich über eine bebaute Grundfläche von ca. 700 m<sup>2</sup> und einen umbauten Raum von ca. 8.000 m<sup>3</sup>. Auf Grundlage des UVP-Verfahrens und des idyllischen Landschaftsbilds des Montafoner Seitentals ist das gesamte Gebäude im Endzustand komplett unter der Erde situiert bzw. überschüttet.

Zur Herstellung des Krafthauses musste zuerst das Baufeld erschlossen werden. Dazu wurde eine Brücke über den Rellsbach errichtet. Die einfeldrige Brücke wurde als Rahmentragwerk ausgeführt und stellt die Zufahrt sowohl für die Bauarbeiten als auch für den späteren Betrieb des Kraftwerkes dar. Um mit den Bauarbeiten jedoch schon vor Fertigstellung der Brücke beginnen zu können, wurde auch eine provisorische Bachüberfahrt errichtet. Als erster Schritt zur Realisierung des Krafthauses wurde ein 13 m



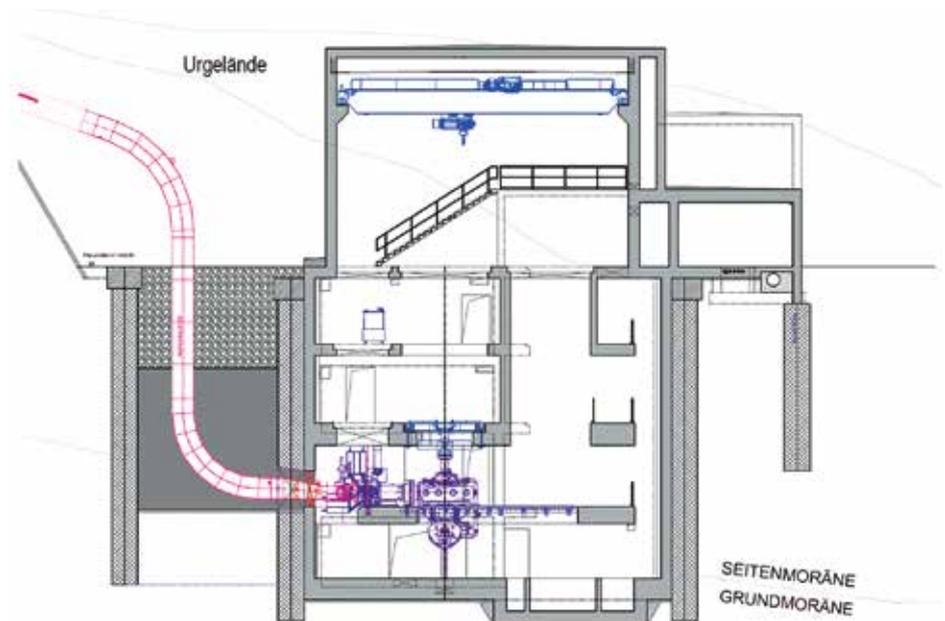
Übersichtslageplan (Grafik: Ausführungsunterlagen Vorarlberger Illwerke AG)

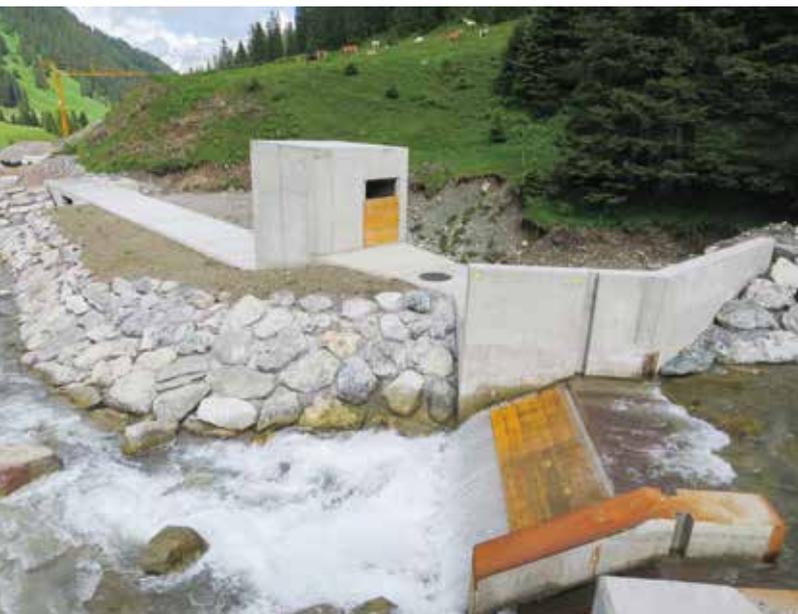
tiefer, mittels Spritzbeton und Injektionsbohrankern gesicherter Hangeinschnitt hergestellt.

Von der Sohle des Voraushubes ausgehend wurden mittels Seilbagger ca. 1.600 Laufmeter verrohrte Bohrpfähle DN 120 cm hergestellt. Die kreisrund angeordnete Bohrpfahlwand diente zum einen als Baugrubenumschließung für die Betonarbeiten, zum anderen wurde sie auch in das statische Konzept der Gründung des Krafthauses mit einbezogen.

Die Baugrubenumschließung wurde als überschnittene Bohrpfahlwand im Pilgerschrittverfahren ausgeführt. Im ersten Schritt wurden unbewehrte Primärpfähle in einem durch eine Bohrschablone definierten Abstand bis zur Endtiefe abgeteuft und betoniert. Nach anfänglicher Erhärtung des Betons wurden die dazwischenliegenden Sekundärpfähle gebohrt, wobei diese in den Primärpfahl

Schnitt durch das Krafthaus mit Druckrohrleitung und Turbine (Grafik: Ausführungsunterlagen Vorarlberger Illwerke AG)





Eines der beiden Tiroler Wehre inkl. Entsanderbauwerk, 2014



Aushubarbeiten der Baugrube für das Krafthaus, 2015

einschneiden. Diese Sekundärpfähle wurden bewehrt ausgeführt, wozu die Bewehrungskörbe vor Ort gebunden und vor der Betonage im Schutz der Verrohrung eingebracht wurden. Bei der Festlegung der Spezifikationen des Pfahlbetons musste beachtet werden, dass der Primärpfahlbeton bis zur Herstellung der anschließenden

Sekundärpfähle noch nicht die volle Betondruckfestigkeit erreicht und noch überbohrt werden kann. Aus diesem Grund wurde hier ein Beton der Güte C20/25 F59 GK22 mit langsamer Festigkeitsentwicklung verwendet. Der Sekundärpfahl wurde anschließend in C25/30 F59 GK32 ausgeführt.

Einseitige Wandschalung, 2015





Antransport und Verlegung der Druckrohrleitung, 2015



Verschweißen der einzelnen Rohrschüsse, 2015

Zur Erreichung einer ausreichend dichten und trockenen Baugrube für die Betonarbeiten mussten die Bohrpfähle wegen des anstehenden Grundwassers bis zu 15 m tief abgeteuft und in die Grundmoräne eingebunden werden. Diese Einbindung in die durch das Gewicht des urzeitlichen Gletschers verdichtete Grundmoräne stellte sich als herausfordernd dar. Die große Tiefe und die damit verbundene Reibung der Verrohrung in Kombination mit der dicht gelagerten Grundmoräne verringerte die Leistung des Bohrgeräts stark. Trotz aller Herausforderungen konnte die Baugrubenumschließung rechtzeitig vor dem Wintereinbruch 2014 fertiggestellt werden.

Parallel dazu wurden zwei Wehranlagen zur Fassung des Vilifau- und Zaluandabaches sowie ein Entsanderbauwerk errichtet. Die beiden Wehranlagen wurden als Tiroler Wehr aus Beton der Güte C35/45 XC4/XF3/XA2T/XM2/PB/W45/RRS unter Verwendung von Hartsplitt zur Gewährleistung des Verschleißwiderstandes

ausgeführt. Da das gefasste Wasser sulfathaltig ist, mussten bei den Betonarbeiten außerdem  $C_3A$ -freie Bindemittel verwendet werden. Andernfalls würde das im Wasser gelöste Sulfat mit dem Trikalziumaluminat ( $C_3A$ ) im Zement reagieren. Dies hätte Treiberscheinungen beim Beton zur Folge.

Bei diesen Anlagenteilen ist hervorzuheben, dass sie in der Vereinigung der beiden Bäche zum Rellsbach unter ständigem Wasserfluss hergestellt werden mussten. Dazu wurde zuerst die eine Wehranlage gebaut, während das Wasser über ein Umleitungsgerinne geführt wurde. Später mussten die Bäche etwas oberhalb der Fassungen zusammengeführt und über die bereits gebaute Fassung geführt werden. Nun konnten die zweite Bachfassung sowie die ca. 40 m lange Entsanderanlage errichtet werden. Die wasserberührten Teile der Entsanderanlage wurden ebenfalls in oben beschriebener Betongüte realisiert.

Herstellung der Obergeschoße inkl. Kranhalle, 2016

Zur Erreichung einer ausreichend dichten und trockenen Baugrube für die Betonarbeiten mussten die Bohrpfähle wegen des anstehenden Grundwassers bis zu 15 m tief abgeteuft und in die Grundmoräne eingebunden werden.





Bereits teilweise überschüttetes Krafthaus kurz vor Fertigstellung

### Baujahr 2015: Krafthaus und Druckrohrleitung

Nach der ersten Winterpause 2014/15 erfolgte der Aushub der ca. 15 m tiefen und im Durchmesser ca. 17 m breiten Bohrpfahlschließung. In der so entstandenen trockenen Baugrube wurden die vier Untergeschoße des Krafthauses geschosswise hergestellt. In diesen Untergeschoßen befinden sich nun die Turbine, der Generator und die sonstigen Anlagenteile des Kraftwerks. Aufgrund der daraus entstehenden Lasten sind die Geschosdecke bis zu 150 cm dick ausgeführt und entsprechend bewehrt.

Für die Außenwände, welche an die Bohrpfähle anbetoniert wurden, kam eine einseitige Wandschalung mit Abstützböcken zum Einsatz. Für die Außenwände und Geschosdecke der Untergeschoße wurde Beton der Güte C30/37 B4 verwendet. Die Innenwände wurden in C25/30 B2 errichtet. Aufbauend auf die vier Untergeschoße erfolgte die Herstellung der ca. 10 m hohen Kranhalle und der Betriebsräume. Hierzu wurde Beton der Güte C25/30 B3 für die Außenwände verwendet. Der Bauherr hat bei diesem Bauvorhaben auf eine Abdichtung der erdberührten Bauteile verzichtet. Ebenfalls wurde die Druckrohrleitung bzw. die Verbindungsleitung zum Becken in das Krafthaus eingebunden.

Im Baujahr 2015 erfolgte außerdem die Verlegung der ca. 2,3 km langen Druckrohrleitung zwischen dem Krafthaus und der bestehenden Triebwasserleitung des Lünenseekraftwerks. Die Stahlrohrleitung wurde in einem geböschten Graben in 1,50 bis 3,50 m Tiefe verlegt. Zum Einsatz kamen 12 m lange, werkseitig spiralgeschweißte und beschichtete Rohre. Auf einem Lagerplatz im Tal wurden die Rohre gemäß optimiertem Biegeplan gebogen und zur Einbaustelle transportiert. Dort wurden sie verlegt und zusammengeschweißte.

### Baujahr 2016

Im Frühjahr 2016 folgte die Komplettierung der Baumeisterarbeiten beim Krafthaus. Die lagemäßig exakt hergestellten Krankonsolen sind in den Wänden der Kranhalle integriert. Diese tragen den Portalkran mit einem Hubgewicht von 60 t. Der Portalkran musste vor der Herstellung der Decke eingehoben und montiert werden. Da die empfindlichen Anlagenteile des Krans umgehend vor den alpinen Witterungseinflüssen geschützt werden mussten, wurde die Decke der Kranhalle durch zehn Fertigteilträger überspannt und als Elementdecke mit Ort betonüberzug ausgeführt. So konnte eine möglichst kurze Bauzeit für das Hallendach realisiert werden. Aufgrund der Zufahrtssituation wurden die Fertigteilträger jedoch vor Ort hergestellt und eingehoben. Alleine im Krafthaus wurden knapp 3.500 m<sup>3</sup> Konstruktionsbeton und 380 t Bewehrung verbaut.

Im Endzustand der Krafthausanlage sind nur noch das Zufahrtsportal sowie ein Lüftungsturm sichtbar. Alle anderen Bauteile sind vollkommen unterirdisch bzw. in den Damm des Beckens integriert. Aus diesem Grund wurde großes Augenmerk auf die architektonische Gestaltung der sichtbaren Anlagenteile gelegt. Der Lüftungsturm wurde als Stahlbau ausgeführt. Das Portal musste aus Sichtbeton hergestellt werden. Der Erfahrung des Poliers und der Mannschaft vor Ort ist es zu verdanken, dass die unter 40° geneigte Ansichtsfläche des Portals in Sichtbeton ohne Konterschaltung hergestellt werden konnte.

Parallel zu den Arbeiten beim Krafthaus erfolgte auch die Herstellung des Speicherbeckens. Hierbei wurde aus ökologischen Gründen insbesondere darauf geachtet, das für die Dammschüttungen erforder-



Übersichtsfoto Krafthaus und Becken kurz vor Fertigstellung

liche Material möglichst vor Ort zu gewinnen, um die Materialtransporte auf ein Minimum zu reduzieren. Dazu wurden 75.000 m<sup>3</sup> Hang abgetragen und 43.000 m<sup>3</sup> Dammkörper geschüttet. Aufgrund der speziellen Anforderungen in Bezug auf die Setzungen der Dammschüttung musste das aufbereitete Material mittels Kalkstabilisation verfestigt werden. Das Speicherbecken wurde mittels PE-HD-Dichtbahn abgedichtet und mit Wasserbausteinen zum langfristigen Schutz der Abdichtungsbahn ausgekleidet.

### Schlussbemerkung

Mit der Realisierung der Kraftwerksanlage Rellswerk investiert die Vorarlberger Illwerke AG ca. 38 Mio. Euro in den Ausbau der erneuerbaren Energien. Zumal konnte gezeigt werden, dass im sensiblen alpinen Raum Kraftwerksprojekte unter Bedacht der umwelttechnischen Randbedingungen ohne wesentliche Beeinflussung der Ökologie umgesetzt werden können. Hierzu wurde das Projekt in der Bewilligungsphase bereits entsprechend konzipiert und während der Baudurchführung auf die Einhaltung der festgelegten und vorgeschriebenen Maßnahmen zur Unterbindung einer unzulässigen ökologischen Beeinträchtigung geachtet.

Die Abwicklung dieses logistisch anspruchsvollen und bautechnisch umfangreichen Projektes in alpiner Lage verlangte von der ARGE Rellswerk Vandans, den mit der Planung beauftragten Ingenieurbüros BHM und FHCE, den maschinenbaulichen und elektrotechnischen Lieferanten sowie der Vorarlberger Illwerke AG als Bauherr vollstes Engagement und hohe Flexibilität ab. Nur so konnten die ineinandergreifenden Anlagenteile sowohl terminlich bzw. baubetrieblich als auch technisch abgestimmt errichtet werden.

### PROJEKTDATEN

**ADRESSE:** 6773 Vandans  
**AUFTRAGGEBER:** Vorarlberger Illwerke AG  
**AUFTRAGNEHMER:** ARGE Rellswerk Vandans:  
 Wilhelm+Mayer Bau GmbH  
 Nägele Hoch- und Tiefbau GmbH  
 Gebr. Haider Bauunternehmung GmbH  
 Max Streicher Österreich GmbH

**BAUBEGINN:** 2014

**INBETRIEBNAHME:** 2017

**GESAMTFERTIGSTELLUNG:** 2017

**AUFTRAGSVOLUMEN:** 10 Mio. Euro

#### BAUDATEN:

max. Leistungsaufnahme Pumpbetrieb: ca. 15 MW  
 max. Engpassleistung Turbinenbetrieb: ca. 12 MW  
 Ausbaudurchfluss Pumpturbine: 2,7 m<sup>3</sup>/s  
 max. Einzugswassermenge: 1,5 m<sup>3</sup>/s  
 Größe Speicherbecken: 44.000 m<sup>3</sup>  
 Druckrohrleitung DN1000: 2,3 km  
 Schüttvolumen Damm: 43.000 m<sup>3</sup>  
 Beton inkl. Bohrpfähle: 7.300 m<sup>3</sup>  
 Betonstahl inkl. Bohrpfähle: 700 t  
 Bohrpfähle DN1200: 1.600 m  
 Spritzbetonsicherung: 2.500 m<sup>2</sup>

### AUTOREN

Bmstr. DI Thomas Steinwender  
 PORR Bau GmbH  
 Tiefbau . Niederlassung Tirol

► [porr-group.com](http://porr-group.com)

DI Florian Sollerer

Vorarlberger Illwerke AG

► [www.illwerke.at](http://www.illwerke.at)