

## **Kopswerk II**

**DI Hansjörg Wolf**

Vorarlberger Illwerke AG, Schruns  
www.illwerke.at



Bild 1: Kopswerk II – Gesamtanlage

### **1. Einleitung**

Die Liberalisierung des europäischen Strommarktes führte zur verstärkten Nachfrage an Spitzen- und Regelenergie und Pumpspeicherung. Dieser vermehrte Bedarf an Spitzen- und Regelenergie sowie die Nachfrage nach Pumpspeichermöglichkeiten haben die Vorarlberger Illwerke AG veranlasst, das Projekt Kopswerk II zu realisieren.

### **2. Projekt**

Das Kopswerk II wird als Pumpspeicherkraftwerk parallel zum bestehenden Kopswerk I errichtet und mit drei hochflexiblen und rasch regelbaren Maschinensätzen mit je 150 MW ausgestattet, die sowohl Turbinen- als auch Pumpbetrieb erlauben.

Das Kopswerk II nutzt den bestehenden Kopssee als Oberwasserbecken und das vorhandene Ausgleichsbecken Rifa als Unterwasserbecken. Alle wesentlichen Anlagenteile liegen im Berginneren. Der Energietransport erfolgt über die bereits bestehende 220-kV-Kraftwerksdirektleitung Partenen-Bürs. Die Investitionssumme liegt bei rund 360 Millionen Euro.

Mit dem Bau wurde im September 2004 begonnen. Die Inbetriebsetzung des Kraftwerkes wird 2007/08 erfolgen.

### **3. UVP – Ökologie**

Nach dem Grundsatzbeschluss Anfang des Jahres 2003 wurde für das Projekt ein Vorprüfungsverfahren zur UVP eingeleitet. Im März 2004 erfolgte die mündliche Bewilligungsverhandlung nach UVP-Gesetz.

Im UVP-Verfahren war die Deponierung des Ausbruchmaterials vorgesehen, da dieses praktisch nicht für die Zuschlagstoffgewin-

Bild 2: Längenschnitt  
Fotos und Grafiken:  
© Vorarlberger Illwerke AG

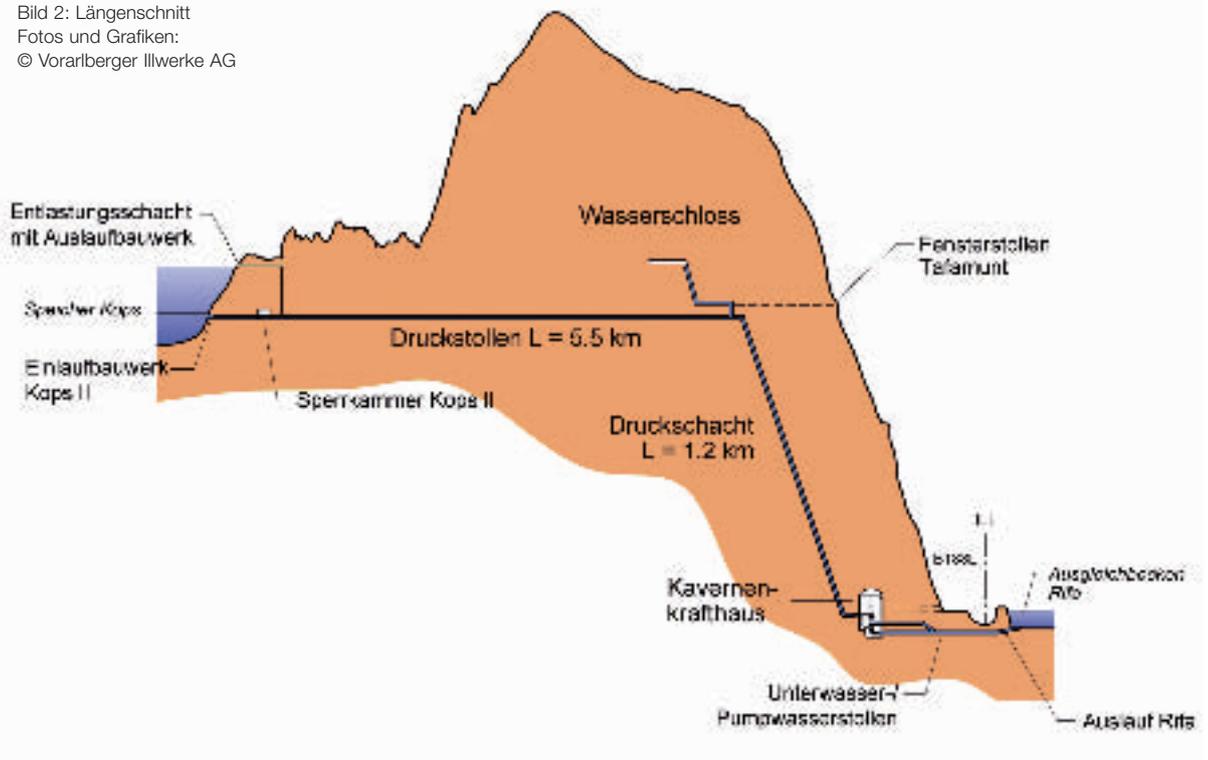
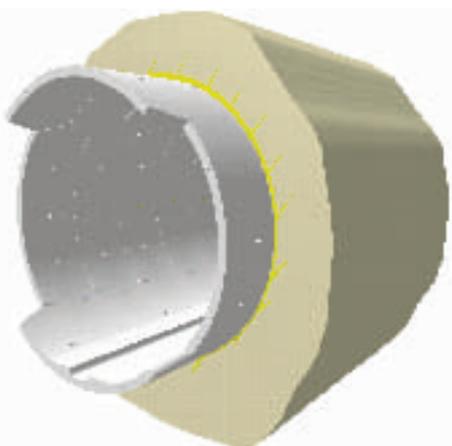


Bild 3: Druckschacht – Panzerung hinterbetoniert



Bild 4: Druckstollen – hexagonale Tübbingauskleidung



nung brauchbar war. Allerdings wurde die Genehmigung für die Errichtung einer Betonmischanlage auf der Baustelle von der UVP-Behörde erteilt, da die Leerfahrten der Zuschlagstoffanlieferung für die Betonherstellung durch die Abfuhr von brauchbarem Ausbruchmaterial genutzt werden können.

Die Genehmigung einer Förderbandanlage für den Transport des Ausbruchmaterials aus dem Kavernenbereich auf die Deponie wurde von der UVP-Behörde ebenfalls genehmigt, da die Umweltbelastung dadurch verringert werden konnte.

#### 4. Anlagenteile

Das Kopswerk II ist als Pumpspeicherwerk konzipiert. Es nutzt die Gefällstufe vom Kopssee nach Partenen – Rifa. Das Kopswerk II wird die Kapazität der Illwerke im Pumpbetrieb um 85 % und im Turbinenbetrieb um 36 % erhöhen.

Über einen Druckstollen und einen Druckschacht wird das Wasser des Kopssees dem Krafthaus zugeführt. Das Krafthaus wird als Kavernenkrafthaus nahe dem Rifa-

becken zwischen den Tourismusgemeinden Gaschurn und Partenen errichtet. Die Turbinen, Pumpen und die Generatoren sind in einer Maschinenkaverne, die Transformatoren in einer anschließenden Transformatorenkaverne untergebracht.

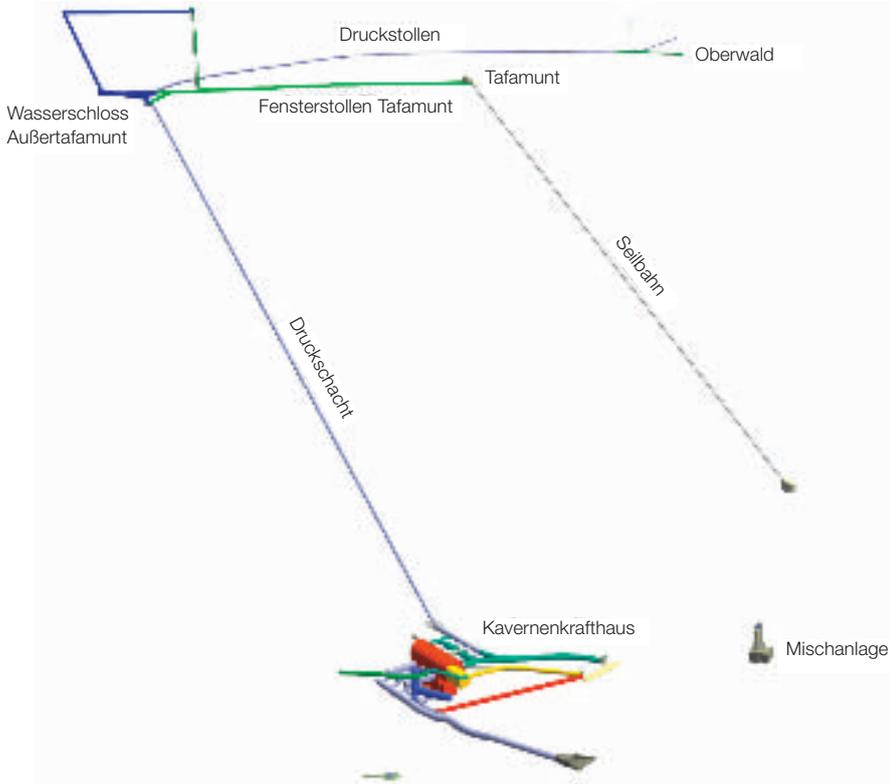
Das im Kopswerk II genutzte Wasser fließt über einen Unterwasserkanal in das Rifabecken. Mit dem Kopswerk II kommt dem Rifabecken eine weitere energiewirtschaftliche Bedeutung zu. Es übernimmt zusätzlich die Funktion als Unterwasser- und Pumpwasservorratsbecken für das Kopswerk II.

Die 220-kV-Schaltanlage für das Kopswerk II ist in SF6-Technik platzsparend neben der Schaltanlage des Rifawerks situiert. Der Energietransport erfolgt zwischen dem Kopswerk II und der Umspannanlage Bürs über die 220-kV-Leitung Partenen-Bürs.

Das Kopswerk II besteht aus:

- Einlaufbauwerk im Speicher Kops
- Sperrkammer mit Entlastungsschacht
- Druckstollen, Länge 5,5 km, Innendurchmesser 4,9 m

Bild 5: Übersicht Betontransport nach Tafamunt



- 2-Kammer-Wasserschloss mit Schrägschacht und 3 Drosseln
- Druckschacht, Länge 1,2 km, Innendurchmesser 3,8 m
- hochdruckseitiger Verteilrohrleitung
- Kavernenkrafthaus
  - Maschinenkaverne Höhe 61 m, Breite 30 m, Länge 88 m
  - 3 Maschinensätzen mit Pelton turbine, Motorgenerator, Wandler, Speicherpumpe
- Unterwasserführung
  - 3 Druckluftwasserschlosskammern
  - Unterwasserführung zum Becken Rifa
  - 2-Kammer-Unterwasser-Wasserschloss
  - Pumpenzulaufleitung mit Niederdruckverteilrohrleitung
- Aus- und Einlaufbauwerk im Becken Rifa
- Trafokaverne, Länge ca. 35 m, Breite maximal ca. 16 m, Höhe ca. 19 m
- 220-kV-SF6-Schaltanlage

### Druckschacht

Länge: 1.135 m  
 Neigung: rd. 80%  
 Ausbruchdurchmesser: 4,60 m  
 Panzerungsdurchmesser: 3,80 m

### Druckstollen

Gesamte Länge: rd. 5.552 m  
 Lichte Weite Tübbingstrecke: 4,90 m  
 Länge Panzerungsstrecke: rd. 250 m  
 Panzerungsdurchmesser: 4,60 m

## 5. Bauausführung – Bauverfahren

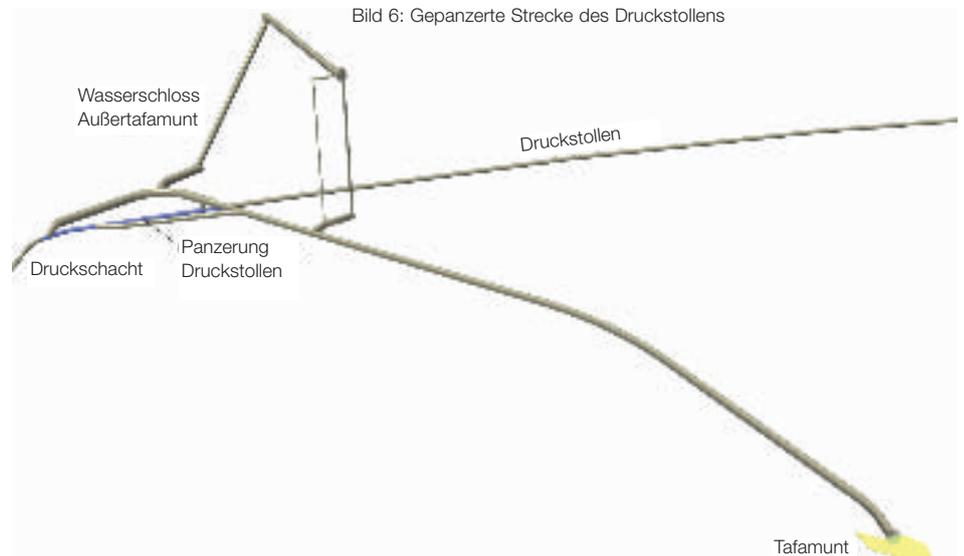
Für die Realisierung der unterirdischen Bauwerke wurden folgende Stollen errichtet.

- Fensterstollen Oberwald bei der Entnahme in Kops/Zeinis
- Fensterstollen Tafamunt und Vormontagetaverne beim Zwischenangriff in Tafamunt
- Zugangsstollen Krafthaus, Sondier- bzw. Kabelstollen und Schutterstollen beim Angriff in Rifa

Die unterirdischen Hohlräume werden sowohl im Sprengvortrieb als auch mit Tunnelbohrmaschinen ausgebrochen.

Der Druckstollen wird mit einer Doppelschild-TBM aufgeföhren und die Auskleidung erfolgt unmittelbar hinter dem Bohrkopf mit hexagonalen Tübbing. Dabei besteht ein Tübbingring aus vier bewehrten Betonfertigteilen (Einzelabmessungen L/B/D = 4 m/1,4 m/23 cm). Der Ringraum zwischen Fels und Tübbing wird mit Kies und die Hohlräume werden mit Zementsuspension

Bild 6: Gepanzerte Strecke des Druckstollens



verfüllt. Abschließend erfolgt rund um die Tunnelröhre eine systematische Hochdruckinjektion des Gebirges.

Der Druckschacht wird mit einer offenen Hartgesteins-TBM aufgeföhren und die Ausbruchleibungen – wo erforderlich – mit Ankern, Baustahlgittern und Spritzbeton gestützt bzw. versiegelt. Nach dem Rückzug der TBM wird als endgültige Auskleidung eine Stahlpanzerung eingebaut und hinterbetoniert sowie abschließend der Schwindspalt injiziert und der Korrosionsschutz aufgebracht.

Bild 7: Betonpumpe am Fußpunkt des Druckschachtes



### 6. Beton für gepanzerte Strecken

In verschiedenen Stollenstrecken erfolgt die endgültige Auskleidung mit hinterbetonierten Panzerungen. Es sind dies die Strecken des Druckstollens in unmittelbarer Nähe des Wasserschlosses, Teile der unteren Kammer des Wasserschlosses, der gesamte Druckschacht (Schrägschacht), die Hochdruckverteillrohrleitung, die Pumpensteigleitungen, die Druckluftwasserschlosskammern und die Unterwasserführung. Da diese Betone auf Grund der fehlenden Zugänglichkeit nicht verdichtet werden können, mussten entsprechende Rezepturen vom Betonlieferanten gefordert werden.

Bild 8: Betonumschlag Seilbahn Talstation  
Fotos und Grafiken:  
© Vorarlberger Illwerke



Während der Ausbruchphase wurden die Erstprüfungen für die Hinterbetonierungen ausgeführt. Insbesondere wurden die Erstprüfungen für einen „Rinnenbeton“ und Pumpbeton im Druckschacht (Schrägschacht mit rd. 38 Grad Neigung und einer Gesamtlänge von rund 1.000 m) intensiv betrieben. Die aus dem Kraftwerksbau bekannten Erfahrungen mussten mit den der-

zeit gültigen Normen in Einklang gebracht werden, da die Ausnutzung der derzeit gültigen Bandbreiten nicht immer zum gewünschten Erfolg führte. Vor allem der lange Transportweg und der mehrfache Betonumschlag von der Misanlage bis zum Einbauort mussten berücksichtigt werden.

Die Zuschlagstoffe bestehen überwiegend aus gebrochenem Material. Die Sieblinie musste beim Überkorn des Größtkornes und vor allem im Mehlkornbereich (Verbesserung mit Natursand 0/2) angepasst werden. (Vgl. Tabelle 1)

Tabelle 1

<b>Betonsorte C20/25(90) XC4 F59 PB GK22</b>	
280 kg/m <sup>3</sup>	Provato 4R-TZ2: CEM II A-S 42,5 R WT 42 nach ÖNORM B 3327-1 Holcim (Vorarlberg) mit entsprechender Mahlfineinheit
90 kg/m <sup>3</sup> bis 120 kg/m <sup>3</sup>	Fluxolent: AHWZ nach ÖNORM B 3309 Holcim (Vorarlberg)
190 l/m <sup>3</sup> (195 l/m <sup>3</sup> )	Gesamtwasser bei 59 cm Ausbreitmaß (90 min)
Fließmittel und Luftporenmittel SIKA	
Zuschlagstoffe BSL Lorüns	

### 7. Betonarbeiten für Druckschacht und Druckstollen

Vom Betonlieferanten wurde eine Betonmisanlage im Baustellenbereich errichtet, um den Baubereich in Partenen-Rifa sowie Tafamunt auf kurzem Wege bedienen zu können. Somit konnten die langen Transportwege bzw. Transportzeiten zur Baustelle entfallen. Allerdings sind die Transportwege innerhalb der Baustelle nicht unproblematisch.



Bild 9: Betonumschlag Seilbahn Bergstation

Besonderes Augenmerk ist auf die Reinigung der Transportbehälter, die Entfernung von Restwasser und den Schutz gegen Witterungseinflüsse durch Abdeckungen zu legen.

Die gesamte Verarbeitungszeit für 6 m<sup>3</sup> Beton beträgt 60 bis 90 Minuten.

### Rifa-Druckschacht

Von der Mischanlage wird der Beton mit üblichen 6-m<sup>3</sup>-Betonfahrmischern zum Schachtfuß des Druckschachtes transportiert.

Vom Schachtfuß aus wird die Panzerung über eine mitgeführte und einbetonierte Betonpumpleitung in 24-m-Abschnitten hinterbetoniert.

### Tafamunt-Druckstollen (Übergang zum Druckschacht)

Von der Mischanlage wird der Beton mit üblichen 6-m<sup>3</sup>-Betonfahrmischern zur Talstation der Seilbahn Tafamunt transportiert.

Bei der Talstation wird der Beton in Transportkübel der Materialseilbahn umgeladen. Das Kübelvolumen ist auf die Fahrmisermenge abgestimmt (3 m<sup>3</sup>). Somit können die Fahrmischer vollständig entleert werden.

Ein vollständiges Fahrspiel mit der Materialseilbahn beträgt rd. 30 bis 35 Minuten für eine Streckenlänge von rd. 1.260 m bei einem Höhenunterschied von rd. 700 m.

Bei der Bergstation wird der Transportkübel in 3-m<sup>3</sup>-Fahrmischer entleert und rd. 800 m zum Einbauort im Stollen transportiert.

Über bis zu 200 m lange Betonpumpleitungen wird die Panzerung in 12-m-Abschnitten hinterbetoniert.

Bild 10:  
Betonumschlag bei  
der Panzerung



Bild 11:  
Hinterbetonierung  
Panzerung über  
Pumpleitung  
Fotos:  
© Vorarlberger  
Illwerke AG



Die Betonierzeit für jeweils 24 m ist auf rd. 8 Stunden ausgelegt.

Die Ausführung der gesamten Panzerungshinterbetonierung für den rd. 38 Grad geneigten und rd. 1.000 m langen Druckschacht soll mit Pumpbeton erfolgen. Erst wenn das Pumpen nicht mehr ausführbar ist, wird auf Rinnenbeton umgestellt. Dazu sind Rinnen von Tafamunt aus in den Druckschacht einzubauen – der Betontransport muss wie beim Druckstollen erfolgen.

Die Hinterbetonierung im Druckschacht soll bis Anfang 2007 fertig gestellt werden.



Bild 12: Portal Fensterstollen Tafamunt



## Kompetente Partner.

Holcim (Wien) GmbH und Holcim (Vorarlberg) GmbH gehören zum weltweit tätigen Baustoffkonzern Holcim Ltd. Die Verpflichtung zu höchster Produktqualität und zur vollen Orientierung an unseren Kunden unter der globalen Marke Holcim überzeugt unsere Kunden - Bauherrn, Bauträger, Architekten, Plan- und Bauausführende - täglich aufs Neue. Unsere Produkt- und Servicequalität, unser technischer und logistischer Projektsupport und unsere partnerschaftliche Einstellung sind dabei auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet: die Zufriedenheit unserer Kunden. Besuchen Sie unsere Homepage [www.holcim.at](http://www.holcim.at) und fordern Sie unsere neue Informationsbroschüre an.

## Beton und Zement ist unser Element.

Holcim (Wien) GmbH  
 Franzosengraben 7  
 A-1030 Wien  
 Telefon +43 1 889 03 03  
 Telefax +43 1 889 03 03 30  
 E-mail: [info-wien@holcim.com](mailto:info-wien@holcim.com)

Holcim (Vorarlberg) GmbH  
 Brunnenfelderstrasse 59  
 A-6700 Bludenz  
 Telefon +43 5552 635 9150  
 Telefax +43 5552 635 9180  
 E-mail: [info-aust@holcim.com](mailto:info-aust@holcim.com)