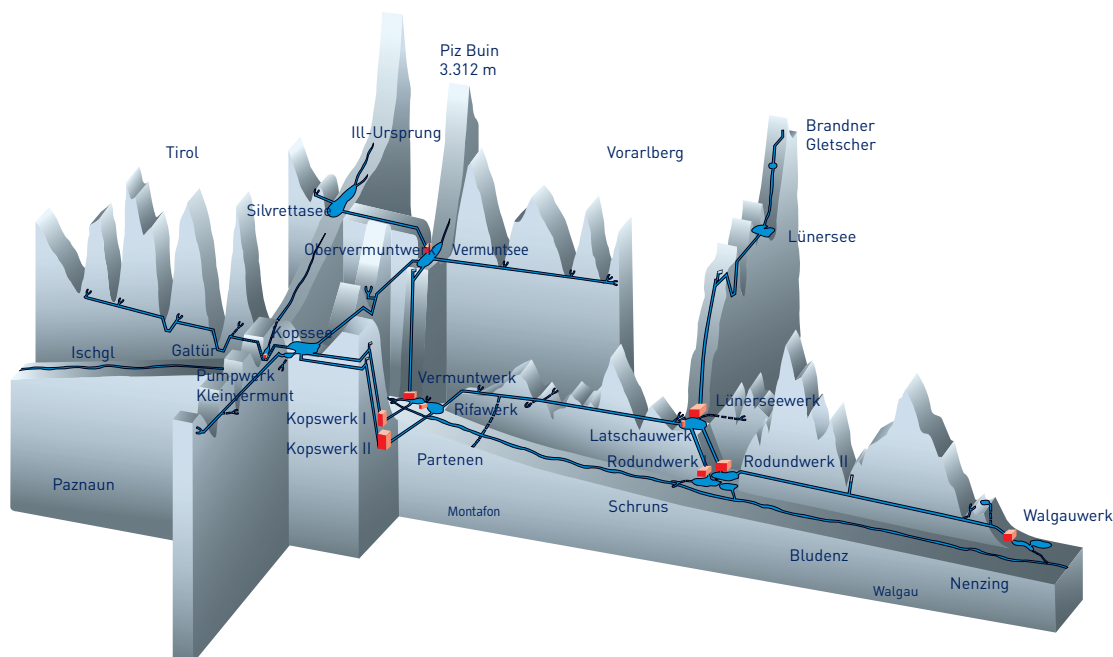


Kopswerk II – Das modernste Pumpspeicherkraftwerk der Welt



Alle Abbildungen: Vorarlberger Illwerke AG

Abb. 1: Die Kraftwerksanlagen der Vorarlberger Illwerke bilden eine wasser- und energiewirtschaftliche Einheit.

„Mit dem Kopswerk II haben die Vorarlberger Illwerke ihre führende Rolle beim Bau von Spitzenkraftwerken bewiesen. Es hat als derzeit weltweit modernstes Pumpspeicherkraftwerk neue Maßstäbe gesetzt“, sieht Vorstand Dr. Ludwig Summer die Leistungen aller Beteiligten verwirklicht.

In rund 50 Monaten wurde eines der spektakulärsten Kraftwerke Europas erbaut. Das Projekt hat viele Väter; Pläne für ein zweites Kopskraftwerk bestanden schon seit den Sechzigerjahren. Damals war das Kopswerk I erbaut worden. Vor 40 Jahren sensationell – bis heute ein Meilenstein in der Kraftwerkstechnik unter Tage. Was die Kopswerke außer Aufsehen erregenden Maßstäben verbindet, ist ihre Lage im Berginnern. Das zehnte und größte Kraftwerk der Illwerke mit 450 Megawatt Aufnahmeleistung im Pumpbetrieb und einer Kapazität von 525 Megawatt im Turbinenbetrieb ist ein voll regelfähiges Pumpspeicherkraftwerk mit höchstem Wirkungsgrad. Es steigert die Kapazitäten der

Illwerke im Pumpbetrieb um 85 Prozent und im Turbinenbetrieb um 42 Prozent. Mitte Mai wurde der Meilenstein der Ingenieurskunst offiziell eröffnet.

Das Gesamtkonzept und die Anlagenteile des Kopswerkes II mussten nicht nur den topografischen Gegebenheiten und der Einbindung in die Kraftwerksgruppe Obere Ill – Lünsersee gerecht werden. Mehr noch sollte es die gewünschte Leistungskapazität hoch flexibel und extrem rasch bereitstellen. Beste Voraussetzungen bestanden im inneren Montafon: der vorhandene Kopssee als hochalpiner Wasserspeicher, die 800-Meter-Gefällstufe zwischen Kops und Rifa sowie das Pumpwasservorrats- und Ausgleichsbecken im Tal. Auch die günstigen geologischen Voraussetzungen zur Anlage unter Tage waren eine gute Ausgangsbasis, die so schon vor 40 Jahren erkannt wurde. Schließlich verhalfen die veränderten Rahmenbedingungen des liberalisierten Strommarktes, die Forcierung der erneuerbaren Energieträger Wind und Wasser und der technische Fortschritt einem guten Plan zum perfekten Projekt.

Neue Maßstäbe

Die Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) betraf über 40 verschiedene Materialien und umfasste unzählige Berichte und Pläne, die in 90facher Ausfertigung den Behörden des Landes vorgelegt werden mussten. Noch nie zuvor war in Vorarlberg eine UVP so aufwendig ausgefallen. Wie sorgfältig die UVE vorbereitet wurde und wie umweltfreundlich sich das Kopswerk II in die Landschaft und die Wasserwirtschaft im inneren Montafon fügt, dafür spricht allein schon die Abwicklung des Verfahrens in Rekordzeit. „Äußerlich unsichtbar“ ist wohl das bemerkenswerteste Prädikat für ein Kraftwerk dieser Größenordnung.

Die Errichtung des hoch modernen Spitzen- und Regelkraftwerkes im Berginnern setzte neue Maßstäbe in Bezug auf die Bautechnik und den geplanten Zeitrahmen. Die Ausstattung mit Peltonsturbinen in Kombination mit Unterwasserdruckluftkammern war Voraussetzung für einen optimalen Turbinen- und Regelpumpbetrieb mit höchstem Wirkungsgrad. Darüber



Abb. 2: Das Kopswerk II befindet sich zur Gänze im Berginneren.



Abb. 3: Die riesige Kavernenkrafthaus ist 88 Meter lang und über 60 Meter hoch.



Abb. 4: Ein wichtiger Meilenstein ist geschafft: Der Durchschlag beim Druckschacht wurde entsprechend gefeiert.

hinaus verlangten die Betriebsweise im hydraulischen Kurzschluss und die vom Markt geforderten raschen Stellzeiten für die Turbine ein besonders großes, technisch komplexes Wasserschloss. Enorme Herausforderungen erwarteten die Mineure und Bautechniker auf allen drei Baulosen zwischen 1.000 und 1.800 Meter Höhe.

Kopswerk II – Chronologie der Entstehung eines Kraftwerks

Im September 2004 war Baubeginn des Kopswerkes II. Am 13. Oktober wurde der offizielle Stollenanschlag gefeiert. Der Vortrieb der Zugangsstollen auf den drei Bau-

losen – Rifa, Tafamunt und Kops/Oberwald – schritt zügig voran. Wochen später waren die Mineure 100 Meter tief im Berg, die Barbaramesse am 4. Dezember feierte man bereits unter dem Gewölbe der späteren Transformatorenkaverne.

Erstes Baujahr

Wegen ihrer spektakulären Abmessungen stand die Maschinenkaverne des Krafthauses bald im Mittelpunkt des Besucherinteresses. Ein mächtiges Gewölbe wurde geschaffen, gesichert mit einer Vielzahl von Ankern, von dem es fast wie im Zeitraffer in die Tiefe ging.

Aufsehen erregten auch die zwei Tunnelbohrmaschinen, die ab März bzw. Juli 2005 den Druckschacht und den Druckstollen frästen. Letzterer wurde in einem Arbeitsgang – auch eine Neuheit bei einem dynamisch belasteten Druckstollen – mit Betonfertigteilen ausgekleidet. In speziell angepassten Vortriebsverfahren wurden die Transformatorenkaverne, die riesige Maschinenhalle, ein Großteil der Ober- und Unterwasserführung, Kammern, Stollen und Schächte in den Fels gesprengt, gebohrt und gefräst. Gegen Jahresende war der 1,2 km lange Druckschacht aufgefahren und die Maschinenkaverne fertig ausgebrochen. Im Unterwasser stand der Durchschlag ins Rifabecken kurz bevor. Aus Brasilien traf die erste von zwei riesigen Drosseln für die Sperrkammer Kops ein.

Zweites Baujahr

2006 begann der Stahl-Wasserbau für die gepanzerte Auskleidung des steilen Druckschachtes, Teile der drei Druckluftkammern und das Wasserschloss Außertafamunt. Die drei hydraulischen Stahldrosseln des gewaltigen Ausgleichselements Wasserschloss und der genau aufeinander abgestimmte Bau der tief im Berg situierten Anlage sollte den Mannschaften im Baulos 2 noch lange alles abfordern. Im Juli erfolgte der Durchschlag des Druckstollens zwischen Kops und Tafamunt. Im Krafthaus Rifa schritt vom tiefsten Kavernenpunkt aus der geschossweise Betonbau nach oben zügig voran. Die Voraussetzungen für die Montage der fast 40 Meter hohen Ma-



Abb. 5: Im Kopswerk II gibt es insgesamt drei sechsdüsige Pelton-turbinen.



Abb. 6: Pumpe und Wandler: Die Gesamthöhe des Maschinensatzes beträgt rund 38 Meter.

schinensätze waren geschaffen. Unzählige Großtransporte aus dem In- und Ausland verfrachteten außerhalb der Hauptverkehrszeiten hunderte tonnenschwere Anlagenkomponenten per Sattelschlepper und/oder Bahn ins Kraftwerk.

Drittes und viertes Baujahr

Der Zusammenbau der Maschinensätze, der Bau der Infrastruktur des Krafthauses Rifa, der Korrosionsschutz der gepanzerten Anlagen, Portalbauwerke, Belüftungs- und Klimatechnik kennzeichneten 2007 den Baufortschritt. Nachdem mit den maschinenbaulichen Montagen bereits begonnen wurde, rückte ab Jahresmitte mit der Fertigstellung des Hochspannungstraktes Trafokaverne, der Montage der SF6-Schaltanlage über Tage und der Anbindung ans bestehende Hochspannungsnetz auch die Elektrotechnik in den Mittelpunkt.

Vorbereitungen für die Automatisierung aller maschinellen Anlagen und das Leitsystem liefen seit 2004 und während der gesamten Bauzeit bei den Illwerken und in verschiedenen Herstellerfirmen. Ihre Umsetzung vor Ort hielt die verantwortlichen Abteilungen und Firmen bis zur Inbetriebnahme der Maschinensätze in Atem. Ungebrochene Aufmerksamkeit ver-

langten nach wie vor auch die Baulose 1 und 2: Die umfassenden Injektionsarbeiten im kilometerlangen Druckstollen zwischen Kops und Tafamunt und der komplexe Endausbau des Wasserschlosses lagen im zeitlichen Wettstreit mit dem Baulos 3. Schließlich fügte sich im Sommer 2008 ein höchst kompliziertes Anlagen-Puzzle lückenlos zusammen. Alle Anlagen des Kopswerkes II waren fertig und einsatzbereit. Den wohl bedeutendsten Höhepunkt nach dem ersten Andrehen im vergangenen April erlebte die Kopswerksmannschaft am 7. September 2008 mit der erfolgreichen Aufnahme des Probebetriebs der ersten Maschine. Das Kopswerk II war planmäßig am europäischen Stromnetz.

Technische Weltpremiere

Weltweit erstmals wurde eine Pumpspeichieranlage errichtet, bei der die Pelton-turbinen permanent im Gegendruck betrieben werden. Das Wasser aus dem Kopssee schießt aus den Düsen auf die Becher der Laufräder und treibt sie an. Um die Maschinen nicht zu überfluten, muss

es rasch abfließen können. Ein schwieriges Unterfangen, denn die Laufräder liegen ca. 15 Meter tiefer als das Ausgleichsbecken Rifa, in das die Wassermassen nach der Stromerzeugung über die so genannte Unterwasserführung geleitet werden. Auf natürlichem Wege ließ sich der Abfluss also nicht bewerkstelligen.

In Folge entwickelten die Illwerke-Ingenieure Dr. Reinhard Mader und DI Gottfried Gökler ein ausgeklügeltes Konzept, das in der Fachwelt für Furore sorgte. „Unsere einzige Möglichkeit bestand darin, mithilfe gewaltiger Kompressoren den Luftdruck auf der Wasseroberfläche derart zu erhöhen, dass das Wasser nach unten gedrängt wird“, erklärt Reinhard Mader. Das Prinzip war an sich nicht neu. Es gibt bereits Kraftwerke in Norwegen, den USA, der Schweiz oder in Guatemala, die das Prinzip in ähnlicher Form anwenden. „Absolut neu ist jedoch, dass wir im Kopswerk II für einen permanenten Gegendruck sorgen müssen“, so Mader. Denn letztlich ist die Anlage nur dann funktionstüchtig, wenn der Wasserspiegel an jedem Tag, zu jeder Stunde zuverlässig unter den Laufrädern gehalten wird.



Abb. 7: Im November 2008 gingen die drei Maschinen des Kopswerkes II erstmals in den Probebetrieb.



Abb. 8: 1.000 geladene Gäste verfolgten die feierliche Eröffnung des Kopswerkes II.



Abb. 9: Das Interesse der Menschen am neuen Kopswerk II war riesig. Zu den Tagen der offenen Tür kamen über 20.000 Besucher.

Hydraulischer Kurzschluss

Die volle Regelfähigkeit des Kopswerkes II ist eine technische Meisterleistung. Das Kraftwerk ist sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb zwischen 0 Prozent und 100 Prozent voll regelfähig und kann damit auf Angebots- und Nachfrageschwankungen auf dem Strommarkt ideal reagieren. Um diese Regelfähigkeit zu erreichen, kommt beim Kopswerk II der „Hydraulische Kurzschluss“ zum Einsatz. Dabei han-

delt es sich um ein ausgeklügeltes Zusammenspiel von Turbinen- und Pumpbetrieb: Die Differenz zwischen der immer gleich bleibenden Leistungsaufnahme der Pumpe und der vom Netz zur Verfügung stehenden Energie wird durch den gleichzeitigen Betrieb der Turbinen im erforderlichen Umfang ausgeglichen. Eine weitere Besonderheit am hydraulischen Konzept des Kopswerkes II sind die Druckluftwasserschlosskammern. Diese ermöglichen eine optimale Ausnutzung der Fallhöhe und

sorgen dafür, dass das der Pumpe zufließende Wasser luftblasenfrei ist. Auf diese Weise wird der Wirkungsgrad der planmäßig funktionierenden Anlage erhöht. Diese weltweit erstmals konsequent verwirklichten technischen Besonderheiten des Kopswerkes II bringen den Ingenieuren des Illwerke-Engineerings größte Anerkennung in der internationalen Fachwelt.

Heute zeigt sich, dass die Strategie des Landes, gezielt auf die Wasserkraft zu setzen, richtig war. Das Kopswerk II wird die eigenständige Entwicklung der Vorarlberger Energiewirtschaft weiter stärken. 1.000 geladene Gäste erlebten in einer stimmungsvoll inszenierten Eröffnungszereemonie im Mai in der imposanten Kraftwerkskaverne noch einmal die wichtigsten Meilensteine der vierjährigen Bauzeit. Dr. Ludwig Summer, Vorstandsvorsitzender von illwerke vkw, bezeichnete das neue Kraftwerk als „Investition in die Zukunft Vorarlbergs“. „Ich bin überzeugt davon, dass noch viele Generationen von der sauberen Wasserkraft aus dem Montafon profitieren werden“, so Summer im Rahmen seiner Eröffnungsansprache. ■

Informationen:
Vorarlberger Illwerke AG
Weidachstraße 6
6900 Bregenz
Tel.: +43-5574-601-0
Fax: +43-5574-601-1710
E-Mail: info@illwerke.at
www.illwerke.at



springerlink.com

SpringerLink

Die weltweit größte Online-Bibliothek für Wissenschaft, Technik und Medizin

- ▶ Zeitschriften, Bücher und Nachschlagewerke – voll integriert in einer einheitlichen Benutzeroberfläche
- ▶ Neue, intelligente Suchtechnologie
- ▶ Umfassendes Online-Archiv
- ▶ In 13 übersichtliche Fachbereiche gegliedert

Überzeugen Sie sich selbst – unter springerlink.com