Pumpspeicherkraftwerk Obervermunt II steigert Gesamtkapazität

Hochgebirgsbaustelle als technische und logistische Herausforderung

Roland Schorn

Projektdaten

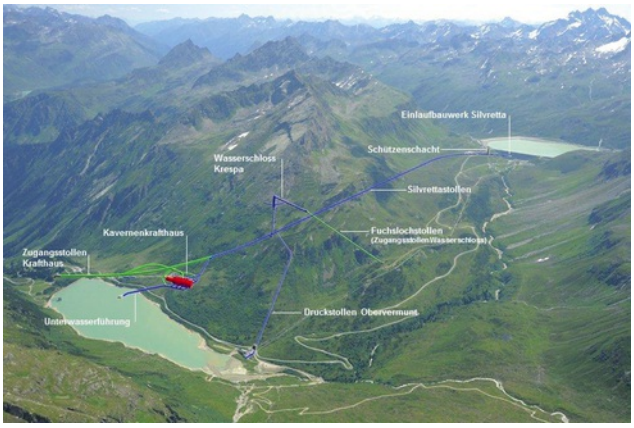
Lage	Montafon, zwischen den Speicherseen Silvretta und Vermunt
Auftraggeber	Vorarlberger Illwerke AG
Auftragnehmer	PORR Bau GmbH in ARGE
Bau	Obervermuntwerk II
Projektart	Kraftwerksbau
Leistungsumfang	Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerks inkl. Triebwasserführung und anderer Nebenbauwerke
Auftragssumme	EUR 120 Mio.
Baubeginn	Mai 2014
Bauende	August 2018
Land	Österreich

Allgemeines

Die Vorarlberger Illwerke AG (VIW AG) errichtet im Montafon zwischen den bestehenden Speicherseen Silvretta und Vermunt das Pumpspeicherkraftwerk Obervermunt II (OVW II). Das Baufeld erstreckt sich im Gemeindegebiet Gaschurn über rund 10 km in 1.100 m bis 2.100 m Seehöhe. Die PORR Bau GmbH . Tunnelbau, wurde im Februar 2014 in Arbeitsgemeinschaft mit den Hauptbauarbeiten beauftragt.

Das neue Kraftwerk nutzt die Gefällestufe zwischen den Speicherseen zur Wälzpumpspeicherung und trägt damit entscheidend zur Effizienzsteigerung in der Wasserkraftnutzung bei. OVW II wird als Parallelwerk zu Obervermunt I errichtet, das eine neue Triebwasserführung erhält. Die alte oberirdische Druckrohrleitung wird im Gegenzug abgetragen.

Sämtliche Anlagen werden unter größtmöglicher Rücksichtnahme auf Natur und ökologisches Gleichgewicht unterirdisch errichtet. Die Auftragssumme beträgt rund EUR 120 Mio. Als Gesamtbauzeit sind vier Jahre veranschlagt. Die Inbetriebnahme ist für 2018 vorgesehen.



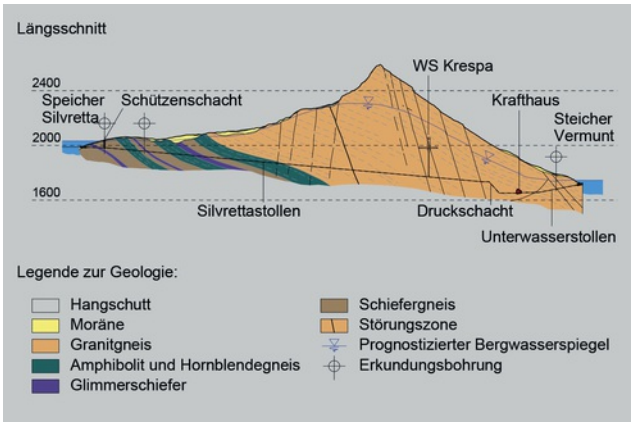
Anlagenübersicht Obervermuntwerk II
Bild: VIW

Geologische Verhältnisse: Stollen durchschneiden eine Vielzahl an Gesteinen

Obervermunt II liegt zur Gänze im zentralen Teil der oberostalpinen Silvrettadecke, die sich durch eine Vielzahl an kristallinen Gesteinen und Gesteinsübergängen auszeichnet.

Die Krafthauskaverne und ihre Nebenstollen, der Unterwasserstollen, der untere Teil des Silvrettastollens sowie das Wasserschloss Krespa kommen in einer hangenden Granitgneisserie zu liegen. Der obere Teil des Silvrettastollens und der Einlaufstollen durchschneiden die liegende Amphibolit- und Paragneisserie. Im betreffenden Stollenabschnitt dominieren hauptsächlich Amphibolite, Hornblendegneise und Schiefergneise.

Die Morphologie des Projektgebietes ist durch Vergletscherungen des Quartärs geprägt. Die mächtigen Gletscher schürften die Täler zu breiten Trogformen aus und hinterließen im Projektgebiet zum Teil mächtige Moränen, vor allem im Bereich der Bielerhöhe und im Großvermunt. Nach dem Verlust der stützenden Wirkung des Gletschers kam es zwar im Projektgebiet zu keinen großen Hangbewegungen, aber zu Gleitungen im Bereich der Kresperplatte.



Geologischer Längsschnitt durch die Gesamtanlage
Bild: VIW

Anlagenbeschreibung – Taxativer Überblick

Obervermunt II besteht im Wesentlichen aus folgenden drei Anlagenteilen:

Oberwasserseitige Triebwasserführung

- Einlaufbauwerk Speicher Silvretta mit Einlaufstollen
- Schützenschacht mit Absperrorganen und Belüftungseinrichtung
- Druckstollen (Silvrettastollen) und Druckschacht Silvretta
- Druckstollen Obervermunt mit Schieberkammer inkl. Absperrorganen und Druckrohrleitung (Rohrstollen)
- Wasserschloss Krespa mit Vertikalschacht, unterer und oberer Kammer
- Fuchslochstollen (Zugangsstollen Wasserschloss Krespa) und Portalbauwerk
- Verteilrohrleitung mit je zwei Pumpensteig- und Turbinenzulaufleitungen
- Zugangsstollen zum Druckstollen
- Zugangsstollen zur Verteilrohrleitung

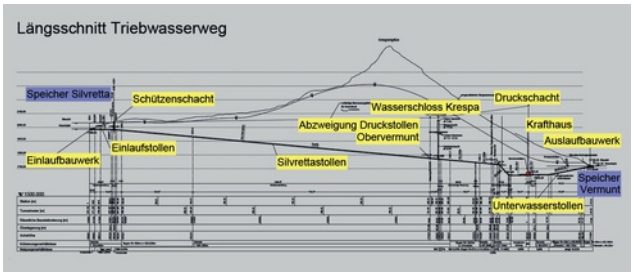
Krafthauskaverne und zugehörige Anlagenteile

- Zugangsstollen zum Krafthaus und Portalbauwerk
- Maschinenkaverne mit zwei horizontalen Maschinensätzen
- Je zwei Turbinen- und Pumpenkugelschieber
- Je zwei Pumpeneinlauf- und Turbinenauslaufschützen
- Trafokaverne mit Maschinentransformatoren, Netzkuppeltrafo und gasisolierte Schaltanlage (SF6-Schaltanlage)
- Kabel- und Fluchtstollen mit Kühl- und Löschwasserbehälter und Portalbauwerk
- Schutterstollen
- Versorgungsstollen mit Versorgungsschacht

Unterwasserseitige Triebwasserführung

- Zugangsstollen Unterwasser
- Je zwei Pumpenzulauf- und Turbinenauslaufstollen
- Unterwasserstollen
- Auslaufbauwerk im Speicher Vermunt

Der gesamte Ausbruch aller Stollen, Schächte und Kavernen erfolgte über 33 Angriffsstellen. Es waren bis zu vier Vortriebe gleichzeitig abzuwickeln.



Längsschnitt durch den Triebwasserweg
Bild: VIW

Anlagenbeschreibung – Bautechnische Details

Oberwasserseitige Triebwasserführung: Erschwerte Arbeitsbedingungen

Der rund 3 km lange oberwasserseitige Druckstollen des OVW II (Silvrettastollen) verläuft ausgehend vom Einlaufbauwerk Silvretta, fallend mit einer Neigung von rund 9 % bis zum Beginn des gepanzerten Druckschachtes. Über die an den Druckschacht Silvretta anschließende Verteilrohrleitung wird das Triebwasser den beiden Maschinensätzen des OVW II zugeführt. Rund 500 m vor dem 48 ° geneigten Druckschacht zweigt der Druckstollen Obervermunt an der Anschlussstelle des bestehenden Obervermuntwerks von der gemeinsamen Triebwasserführung ab.

Der Ausbruch des Silvrettastollens mit einem Querschnitt von rund 50 m² erfolgte über die gesamte Länge im zyklischen Sprengvortrieb. Als Vortriebssicherung zur Stützung des Hohlraumes wurden Felsanker, Baustahlgitter und Spritzbeton eingebaut.

Von Mitte Mai 2015 bis Ende August 2015 forderten starke Bergwasserzutritte bei einem Spitzenwert von ca. 120 l/s die Vortriebsarbeiten. Laut geologischer Prognose war mit kurzfristigen, starken Wasserzutritten zu rechnen, jedoch lediglich von bis zu 30 l/s. Länger angehalten als angenommen – und mit der vierfachen Wassermenge – stellten sie das Projekt auf die Probe. Für die Mineure bedeutete diese Zeit einen Einsatz unter extremsten Bedingungen. Normale Regenbekleidung reichte hier nicht mehr aus. Erst der Einsatz von Neopren-Trockenanzügen als zusätzliche persönliche Schutzausrüstung und vorauseilende Drainagebohrungen verbesserten die Arbeitsbedingungen.

Der Regelbau im Stollen erfolgte überwiegend mit einem Sohltübbing und einer darüber eingebauten unbewehrten Ortbetoninnenschale. In den Abschnitten, wo das Gebirge den maximalen Innenwasserdruck nicht selbstständig tragen kann, wird der Silvrettastollen mit einer Stahlpanzerung zugfest und dicht ausgekleidet.

Silvrettastollen, Innenausbau, Sohltübbing vorauseilend, Gewölbeschalwagen nachlaufend
Bild: ARGE Bau OVW II

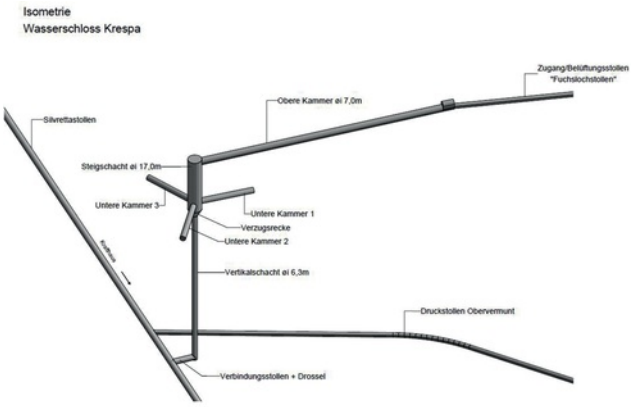
Silvrettastollen, betonierte unbewehrte Innenschale, Durchmesser 6,80 m, Längsneigung 9 %, Rückhängung Gewölbeschalwagen
Bild: ARGE Bau OVWII

Druckschacht, oberer Vertikalkrümmer, Einbau Stahlpanzerung, Innendurchmesser 4.5 m
Bild: ARGE Bau OVWII

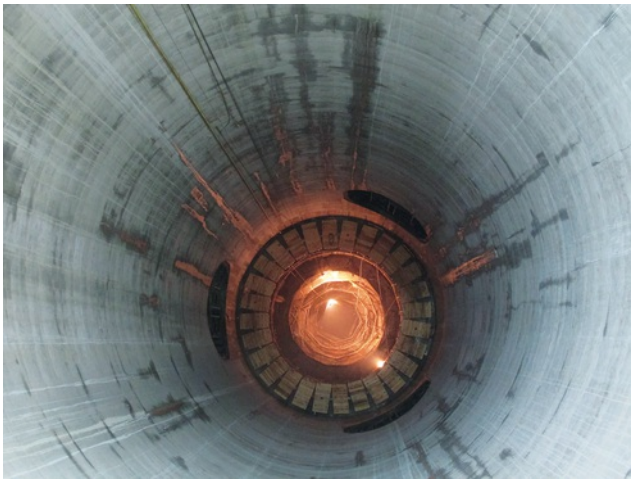
Wasserschloss Krespa: Komplexe Druckregelung im Inneren des Berges

In der Kraftwerkstechnik dient ein Wasserschloss zur Begrenzung von Druckschwankungen durch Lastwechselgänge der Maschinensätze. Diese entstehen z.B. beim Anfahren oder Abbremsen der Maschinen. Das Wasserschloss Krespa ist mit seiner Dimensionierung auf die hohen Anforderungen extrem kurzer Betriebsübergänge von Pump- in Turbinenbetrieb, oder umgekehrt, ausgelegt. Das Herzstück bilden ein 292 m hoher vertikaler Schacht mit unterschiedlichen Ausbruchsdurchmessern von 7,30 m bis 18,40 m und drei sternförmig angeordnete, jeweils 70 m lange untere Kammern mit veränderlichen, sogenannten konischen, Ausbruchsquerschnitten.

Für den Schachtausbruch wurde vorab ein Schutterloch im Raise-Bohrverfahren hergestellt, der Nachriss erfolgte von oben nach unten im Sprengvortrieb. Ein Portalkran mit 20 t Nutzlast übernahm den Geräte- und Materialtransport. Der Personentransport wurde über eine eigene Mannfahrt realisiert. Der Einbau der Schachtinnenschale erfolgte in Gleitbauweise.



Wasserschloss Krespa, schematische Darstellung, Schachthöhe gesamt 292 m
Bild: VIW



Wasserschloss Krespa, Steigschacht, fertiggestellte Innenschale in Gleitbauweise, Innendurchmesser 17 m, drei abzweigende untere Kammern, eingerüstete Verzugsstrecke
Bild: ARGE Bau OVWII

Wasserschloss Krespa, Steigschacht im Ausbruch fertiggestellt, Kalottenvortrieb, untere Kammern in Arbeit
Bild: VIW

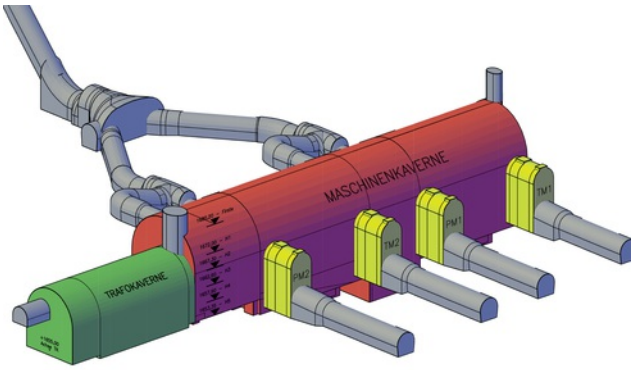
Krafthauskaverne: Größer als der Wiener Stephansdom

Das Kraftwerk wird eine Leistung von 360 MW im Turbinen- und Pumpbetrieb aufweisen. Zum Einsatz kommen zwei hochflexible, rasch und umfassend regelbare Maschinensätze mit getrennten Turbinen und Pumpen.

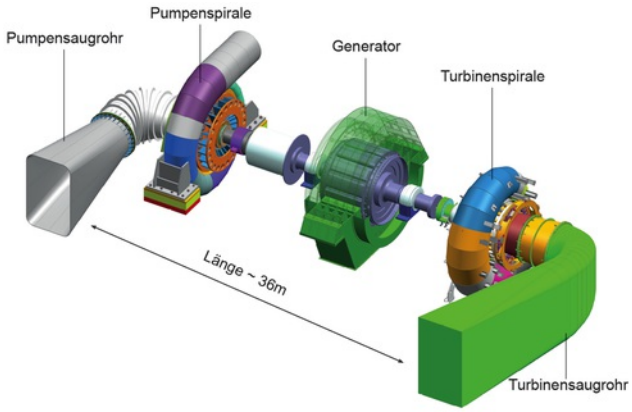
Das untertägig gelegene Krafthaus besteht aus einer Trafo- und einer Maschinenkaverne mit einer Gesamtlänge von 170 m, einer Breite von bis zu 25 m und einer Höhe von maximal 39 m. In der Maschinenkaverne sind neben den Maschinensätzen auch die zugehörigen Regel- und Steuereinrichtungen sowie andere Nebenanlagen untergebracht. Die Maschinensätze bestehen jeweils aus Pumpe, Kupplung, Motorgenerator, Freilaufkupplung und Turbine. Jede Turbine verfügt über eine separate Unterwasserführung, jede Pumpe über eine eigene Pumpwasserführung. Die Unterwasserführung mündet mit dem Auslaufbauwerk in den Speicher Vermunt.
Die Form der Maschinenkaverne wird maßgeblich durch die horizontal angeordneten Maschinensätze und die geologischen Verhältnisse bestimmt. Im Gegensatz dazu ist die Höhenlage der Maschinenkaverne überwiegend von der notwendigen Einbautiefe der Pumpen bestimmt. Um den erforderlichen Vordruck für den Zulauf zu den Pumpen zu erreichen, müssen diese entsprechend tief unter dem Absenkziel des Speichers Vermunt angeordnet werden. Die Lage wird neben den hydraulischen Faktoren hauptsächlich von der Gebirgsbeschaffenheit und den felsmechanischen Notwendigkeiten bestimmt.

Der Kavernenausbruch erfolgte von oben nach unten in bis zu acht Ebenen. Die Hohlraumsicherung wurde durch mehrlagig bewehrten Spritzbeton mit 20 m langen Stabankern mit einem Durchmesser von 57 mm und einer Bruchlast von je 200 t gewährleistet. Insgesamt waren für das Krafthaus 115.000 m³ Fels auszubrechen.

Der Innenausbau konnte zwischen März 2016 und April 2017 erfolgreich abgeschlossen werden. Herausforderungen waren die Abstimmung und Koordinierung der Arbeiten mit den anderen Ausbaugewerken sowie die beengten Platzverhältnisse unter Tage.



Krafthaus, schematische Darstellung von Trafo- und Maschinenkaverne
Bild: ARGE Bau OVWII



Darstellung eines Maschinensatzes, Länge 36 m
Bild: VIW

Maschinenkaverne, Innenausbau, Höhe Kranbahnpfeiler bis zu 21,5 m
Bild: ARGE Bau OVWII

Maschinenkaverne mit aufgerichteten Pumpen- und Turbinenspiralen
Bild: ARGE Bau OVWII

Trafokaverne, Vormontageplatz Pumpen- und Turbinenspiralen
Bild: ARGE Bau OVWII

Materialaufbereitung und Betonmischanlage

Wegen der Hochgebirgslage, die auch eine fünfmonatige Wintersperre der Zufahrtsstraßen mit sich zog, und aus Umweltschutzgründen verlangte der Auftraggeber, den Betonzuschlag aus dem Ausbruchsmaterial aufzubereiten und den Beton vor Ort herzustellen. So konnten ca. 35.000 LKW-Fahrten durch das Montafon eingespart werden. Das erforderte eine wintersichere Materialaufbereitungsanlage für rund 250.000 m³ Beton und den Aufbau zweier Betonmischanlagen. Die Versorgung der Mischanlagen mit Bindemittel wurde im Winter über eine eigens errichtete Materialseilbahn mit 20 t Nutzlast gewährleistet. Dies bedeutete großen Geräte- und Personaleinsatz mit entsprechenden logistischen Herausforderungen.

Einrichtungen für Mitarbeiter in 2.000 m Seehöhe

Zur Unterbringung der Mitarbeiter werden im Bereich Silvretta, auf 2.000 m Seehöhe, bestehende Baracken genutzt und zusätzliche Wohnlager eingerichtet. Eine eigene Baustellenkantine übernimmt die Verpflegung.

Das „Silvrettadorf“ auf 2.000 m Seehöhe, lawinensichere Quartiere mit Baustellenkantine
Bild: ARGE Bau OVWII

Tourismus als weitere Herausforderung

Die Silvretta Hochalpenstraße und die bestehende Kraftwerksanlage sind das ganze Jahr über eine beliebte Touristenattraktion. Diese Verkehrsströme müssen in geordneten Bahnen durch den Baustellenbereich geführt werden.

Hauptbaustelleneinrichtung am Fuß der Staumauer Vermunt: Materialaufbereitung, Kieswerk, zwei Betonmischanlagen, Betonlabor, Werkstätten, Lagerflächen
Bild: ARGE Bau OVWII

Technische Daten Pumpspeicherkraftwerk Obervermunt II

Anzahl der Maschinensätze	2
Engpassleistung im Turbinenbetrieb	360 MW
max. Leistungsaufnahme im Pumpbetrieb	360 MW
Turbinentyp	Francisturbine, horizontal eingebaut, Drehzahl 430 U/ min
Leistung je Turbine	180 MW
Leistung je Speicherpumpe	180 MW
max. Durchfluss im Turbinenbetrieb	150 m³/ s
max. Durchfluss im Pumpbetrieb	135 m³/ s
Fallhöhe	291 m

Hauptmassen des Bauvorhabens

Länge der bergmännischen Vortriebe, gesamt	9 km
Höhe der Schachtbauwerke, gesamt	510 m
Gesamtausbruch (fest)	775.000 m³
Spritz- und Konstruktionsbeton	250.000 m³
Bewehrung	5.000 t

Resümee & Ausblick

Der Vortrieb wurde im April 2017 abgeschlossen, die Betonarbeiten am Triebwasserweg werden Ende 2017 fertiggestellt sein. Bei plangemäßer Realisierung der Gebirgsinjektionen und der Komplettierungsarbeiten der Folgegewerke steht einer Inbetriebnahme im Jahr 2018 nichts im Weg.