

Strom aus den Hohen Tauern. Die Wasserkraftwerke in Salzburg.

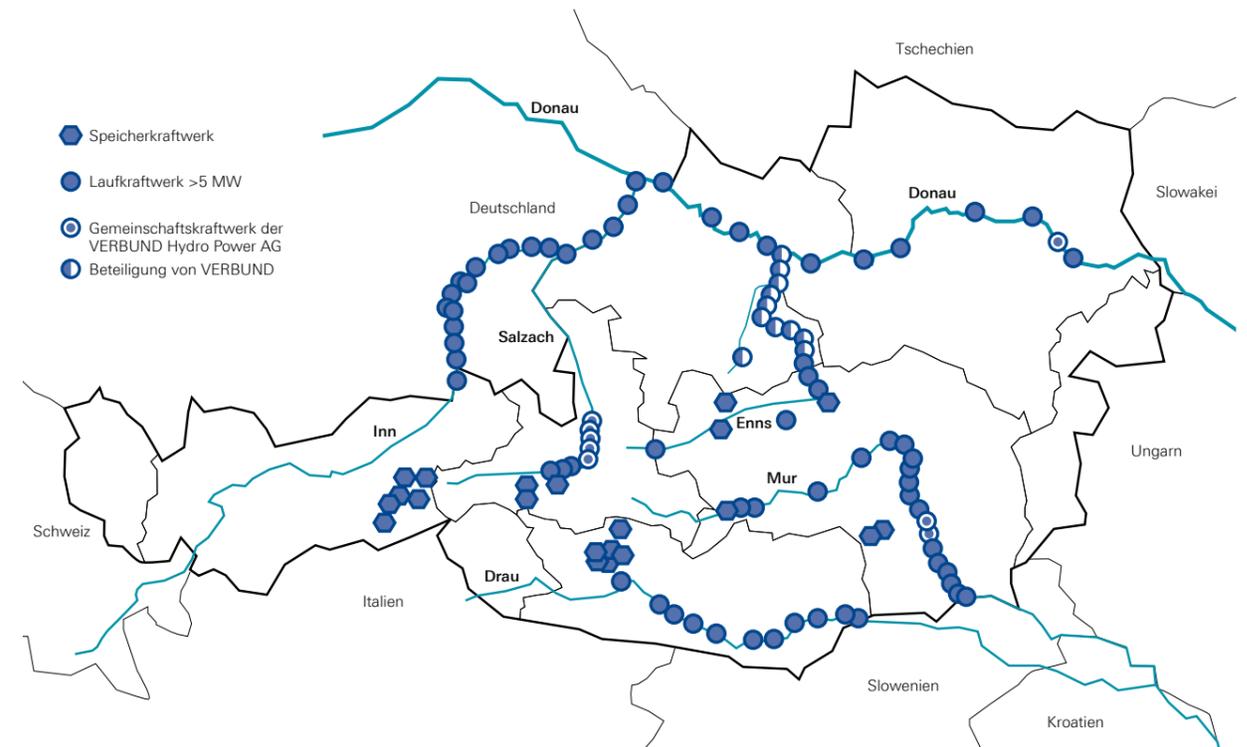


Inhalt

Wasserkraft bei VERBUND	4
Wasserkraftwerke in Salzburg	6
Speicherkraftwerke Kaprun	8
Kraftwerk Kaprun-Oberstufe (Limberg I und II)	12
Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe	18
Kraftwerke an der Salzach	24
Kraftwerk Schwarzach	27
Kraftwerk Wallnerau	30
Kraftwerk St. Veit	33



Wasserkraftwerke von VERBUND in Österreich und Bayern



Wasserkraft bei VERBUND

VERBUND ist Österreichs führendes Stromunternehmen und einer der großen Stromerzeuger aus Wasserkraft in Europa. Insgesamt verfügt VERBUND derzeit in Österreich und Bayern über 127 Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von rund 7.700 Megawatt und produziert jährlich rund 30 Mrd. Kilowattstunden erneuerbaren Strom.

VERBUND betreut mehr als 1 Mio. Stromkunden in Europa, handelt in 15 Ländern mit Strom und beschäftigt rund 3.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Auf allen Wertschöpfungsstufen des Stroms - Erzeugung, Übertragung, Handel und Vertrieb - erbringt VERBUND in Österreich und Europa ökonomische und ökologische Spitzenleistungen. Seit 1988 notiert VERBUND an der Börse Wien, 51% des Aktienkapitals besitzt die Republik Österreich.

VERBUND steht heute für höchste Kompetenz und anerkanntes Know-how bei Erzeugung, Übertragung, Handel und Vertrieb von elektrischem Strom und ist Schrittmacher für saubere

Energie und eine lebenswerte Zukunft für die nächsten Generationen.

Die VERBUND Hydro Power AG ist ein Tochterunternehmen von VERBUND mit Sitz in Wien und den Kernaufgaben der Planung, Errichtung, Betriebsführung, Instandhaltung und des Managements der Wasserkraftwerke von VERBUND. Das Unternehmen betreibt Wasserkraftanlagen an Donau, Drau, Enns, Inn, Mur, Salzach und Salza sowie in den Gebirgsregionen Kaprun, Malta-Reißeck, Zillertal und in der Weststeiermark.

Der Wasserkraftpark in Österreich von VERBUND umfasst 105 Wasserkraftwerke, überwiegend im alleinigen Eigentum oder über Gemeinschaftskraftwerke mit Landesgesellschaften sowie über eine Beteiligung an der Ennskraftwerke AG. In Bayern betreiben die Tochterunternehmen VERBUND Innkraftwerke GmbH und Grenzkraftwerke GmbH insgesamt 21 Wasserkraftwerke am Inn und eines an der Donau.

VERBUND-WASSERKRAFTWERKE IN ÖSTERREICH UND BAYERN

	Anzahl	Leistung in MW	RAV in GWh
Laufkraftwerke ¹	94	4.052	22.598
(Pump-)Speicherkraftwerke ²	21	3.330	4.420
Summe ³	115	7.382	27.018

Beteiligungen ⁴	Anzahl	Leistung in MW	RAV in GWh
Laufkraftwerke	12	265	1.155

	Anzahl	Leistung in MW	RAV in GWh
Summe Wasserkraft	127	7.647	28.173

GWh Gigawattstunde (= 1 Mio. Kilowattstunden)

MW Megawatt (= 1.000 Kilowatt)

RAV Regelarbeitsvermögen (durchschnittliche Jahreserzeugung aus natürlichem Zufluss)

1 davon 11 Schwellkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 641 MW

2 davon 5 Pumpspeicherwerke mit einer gesamten Pumpleistung von 1.616 MW

3 Mehrheitseigentum und Betriebsführung durch VERBUND Hydro Power AG (VHP)

33% Eigentum Kraftwerk Nußdorf in Wien, Betriebsführung VHP

50% Eigentum Kraftwerke Mittlere Salzach, Betriebsführung Salzburg AG

50% Eigentum Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf, Betriebsführung VHP

70% Eigentum und Betriebsführung durch VERBUND Innkraftwerke GmbH

100% Eigentum Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG und Donaukraftwerk Jochenstein AG,

Betriebsführung Grenzkraftwerke GmbH

4 50% Beteiligung Ennskraftwerke AG



Speicher Mooserboden, Drossensperre

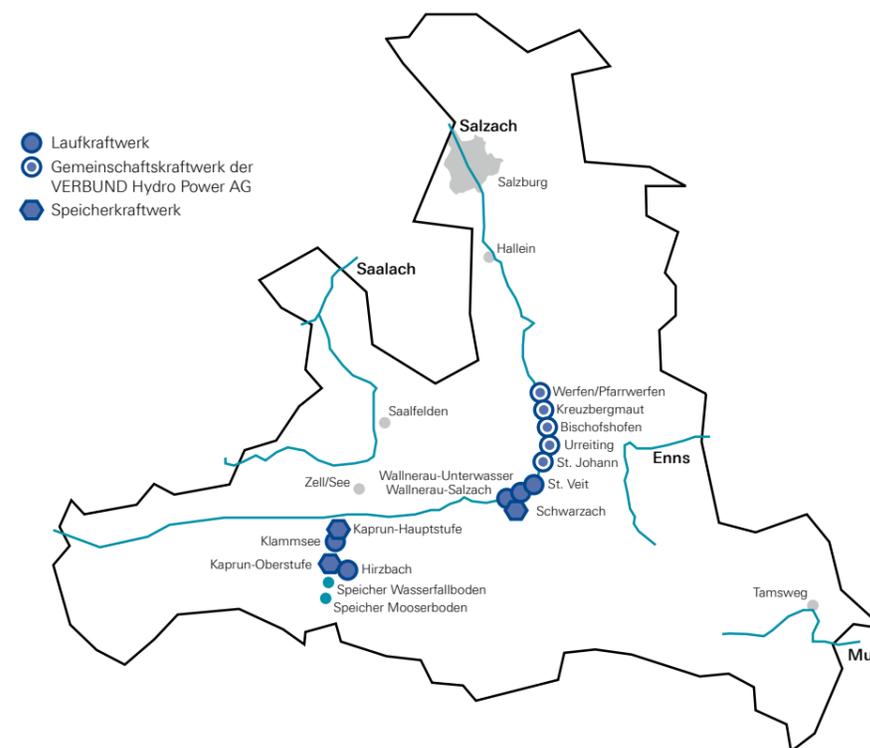
Wasserkraftwerke in Salzburg

Die Salzach, der größte Fluss im Land Salzburg, zugleich einer der bedeutendsten Flüsse nördlich des Alpenhauptkammes, vereint in ihrem Oberlauf u. a. alle nördlichen Abflüsse des Tauernhauptkammes vom Krimmler Achental bis zum Kleinarler Tal; 190 km legt sie in Salzburg zurück. Aufgrund des in ihrem Oberlauf zum Teil stark vergletscherten Einzugsgebietes wies die Salzach aber Gebirgsbachcharakter auf, mit einem dementsprechend geringen Winteranteil von nur 15 % an der Jahreswasserfracht. Durch die Errichtung der großen Speicherkraftwerke der VERBUND Hydro Power AG im Kapruner Tal, der ÖBB im Stubachtal und in den 1980er-Jahren der Salzburg AG im Gasteiner Tal konnte der Winteranteil beträchtlich erhöht werden. Wasserkraftwerksprojekte zur Stromerzeugung an der Salzach wurden damit besonders wirtschaftlich.

Die VERBUND Hydro Power AG betreibt mit den Speicherkraftwerken in Kaprun und dem Kraftwerk Schwarzach bereits seit der zweiten Hälfte der 1950er-Jahre Wasserkraftwerke im Bundesland Salzburg. In der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre vereinbarten VERBUND Hydro Power AG und Salzburg AG, die bis dahin getrennt vorgenommenen Projektie-

rungsarbeiten an der Salzach, gemeinsam fortzusetzen. 1981 erteilte die Landesregierung die Genehmigung zur Errichtung der Gemeinschaftskraftwerke „Mittlere Salzach“. Von 1982 bis 1985 wurden die Kraftwerke Bischofshofen und Urreiting und von 1988 bis 1995 die beiden Kraftwerke St. Johann und Kreuzbergmaut errichtet. Zwischen 1986 und 1990 verwirklichte die VERBUND Hydro Power AG die Kraftwerke St. Veit und Wallnerau alleine.

Zwischen 2005 und 2011 errichtete die VERBUND Hydro Power AG in Salzburg ein weiteres Wasserkraftwerk und ein Pumpspeicherwerk. Gemeinsam mit der Salzburg AG wurde 2009 Werfen/Pfarrwerfen als fünftes Kraftwerk der Gemeinschaftskraftwerke „Mittlere Salzach“ in Betrieb genommen. Nach 5 Jahren Bauzeit wurde 2011 in Kaprun im Bereich des bestehenden Oberstufenkraftwerkes das Pumpspeicherwerk Limberg II mit 2 neuen Pumpenturbinen in Betrieb genommen, das die Leistungskapazität der Kraftwerksgruppe Kaprun von 353 MW auf 833 MW mehr als verdoppelte. Im Jahr 2012 kam in Kaprun das Kleinkraftwerk Hirzbach dazu.



WASSERKRAFTWERKE IM BUNDESLAND SALZBURG

Kraftwerksanlage	Typ	Flussgebiet	Jahr der IBN	EPL (MW)	RAV (GWh)
Kaprun-Oberstufe ¹	JP	Kapruner Ache	1955/2011	592,8	150,4
Hirzbach	L	Hirzbach	2012	1,4	3,3
Kaprun-Hauptstufe	S	Kapruner Ache	1952	240,0	502,6
Klammsee	L	Kapruner Ache	1947	0,5	3,4
Summe (Pump-)Speicherkraftwerke Kaprun				834,7	659,7
Schwarzach	S	Salzach	1959	120,0	482,3
Wallnerau-Salzach	L	Salzach	1990	13,0	38,3
Wallnerau-Unterwasser	L	Salzach	1989	5,1	20,7
St. Veit	L	Salzach	1988	16,5	67,0
Summe Kraftwerke Salzach				154,6	608,3
Summe Werksgruppe Kaprun/Salzach				987,9	1264,7
St. Johann ²	L	Salzach	1990	16,5	71,2
Urreiting ²	L	Salzach	1985	16,5	76,2
Bischofshofen ²	L	Salzach	1984	16,0	70,2
Kreuzbergmaut ²	L	Salzach	1995	17,7	80,0
Werfen/Pfarrwerfen ²	L	Salzach	2009	16,0	81,6
Summe Gemeinschaftskraftwerke „Mittlere Salzach“				82,7	379,2

EPL Engpassleistung
 GWh Gigawattstunde
 IBN Inbetriebnahme
 MW Megawatt
 RAV Regelarbeitsvermögen aus natürlichem Zufluss
 JP Jahrespumpspeicherkraftwerk
 L Laufkraftwerk
 S Speicherkraftwerk
 1 Leistung inkl. Limberg II sowie Eigenbedarfsmaschinenätze
 2 je 50 % Eigentum VERBUND Hydro Power AG



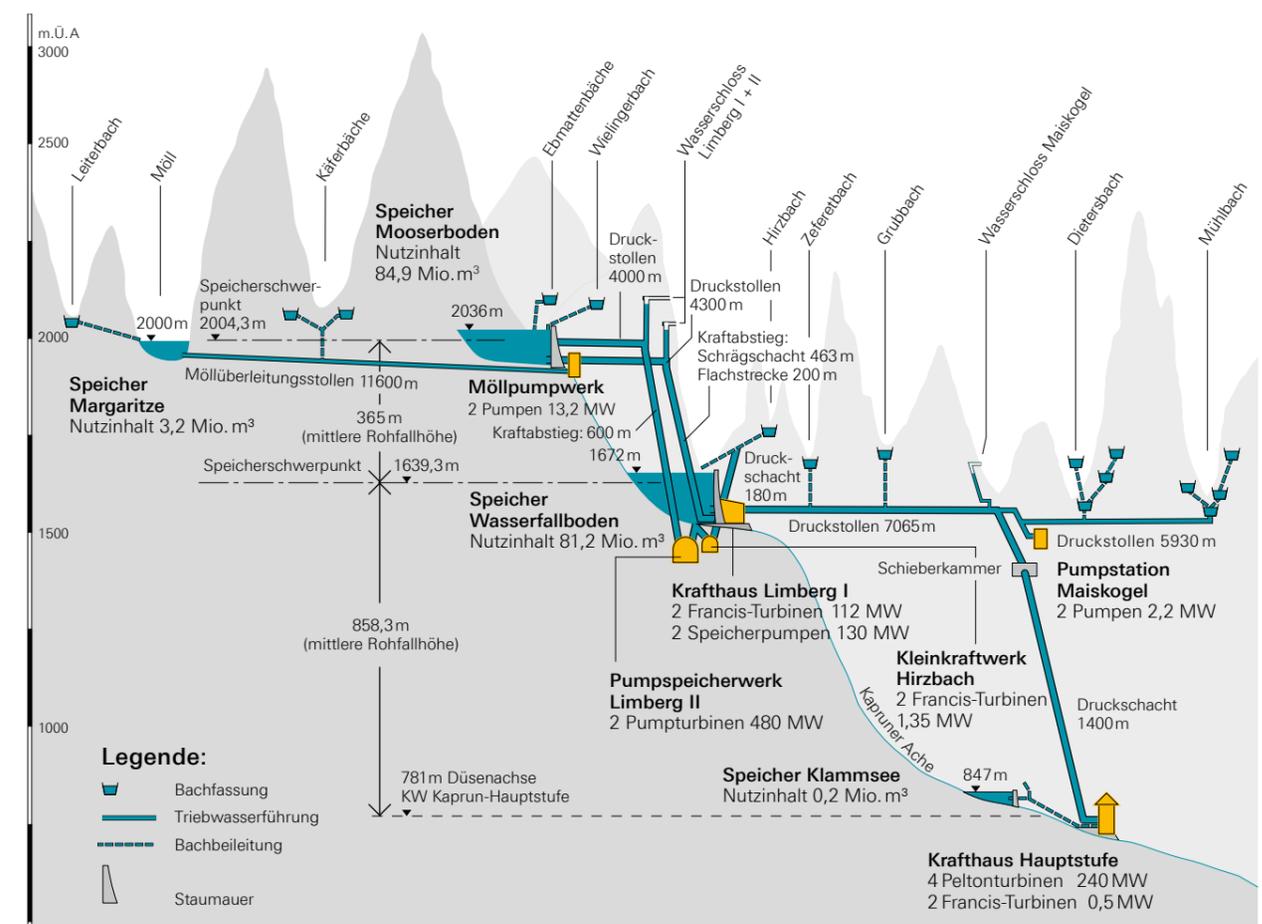
Speicher Mooserboden und Wasserfallboden

Speicherkraftwerke Kaprun

Die Nordabdachung der Hohen Tauern war seit Ende des Ersten Weltkrieges Gegenstand von Planungen zur Nutzung der alpinen Wasserkräfte und insbesondere der natürlichen Speicherräume dieses Gebietes. Im Mai 1938 hatten die Alpen-Elektrowerke AG (AEW) mit den Vorarbeiten und mit der Einrichtung der Baustellen für das Tauernkraftwerk in Kaprun begonnen. Im Oktober 1944 ging die Hauptstufe Kaprun mit dem Hilfsspeicher Wasserfallboden und 2 Maschinensätzen mit je 45 MW in Betrieb. Im Jahr 1947 übernahm die neu gegründete Tauernkraftwerke AG (heute VERBUND Hydro Power AG) den Weiterbau dieses Großkraftwerkes. Bis 1952 konnte das Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe und bis 1955 das Kraftwerk Kaprun-Oberstufe (Limberg I) fertiggestellt werden. Anfang der 1970er-Jahre wurde die Beileitung des Hirzbaches errichtet.

Die Beileitung Kaprun-West mit dem Pumpwerk Maiskogel nahm 1986 den Betrieb auf. 2011 ging das Pumpspeicherwerk Limberg II nach 5-jähriger Bauzeit in Betrieb. Durch Limberg II wurde die bisherige Leistung der Anlagen verdoppelt.

Das Wasser, das in den Stauseen Mooserboden und Wasserfallboden gespeichert und in den Kraftwerken Kaprun-Oberstufe und Kaprun-Hauptstufe zur Stromerzeugung verwendet wird, stammt zu rund 50 % aus dem Süden der Alpen; es ist großteils Schmelzwasser vom Pasterzengletscher des Großglockners. Wasser aus dem tiefer liegenden Stausee Wasserfallboden kann mit den Pumpen im Kraftwerk Kaprun-Oberstufe in den Stausee Mooserboden gepumpt werden. Die Speicherkraftwerke Kaprun haben eine Leistung von rund 833.000 kW zuzüglich



Speicherkraftwerke Kaprun, Übersichtslängenschnitt

610.000 kW der Pumpen in den Kraftwerken Kaprun-Oberstufe und erzeugen im Jahr im Durchschnitt 653 Mio. kWh wertvollen Spitzenstrom. Die Kraftwerke sind automatisiert und werden von der Einsatzleitstelle Speicher in Kaprun aus überwacht und fernbedient.

Die Kraftwerke Schwarzach, Wallnerau und St. Veit sowie die Freiluftschaltanlage Kaprun sind ebenfalls in die Einsatzleitstelle eingebunden. Die in den Kraftwerken Oberstufe und Hauptstufe erzeugte Energie wird in die Freiluftschaltanlage Kaprun eingespeist und von dort über eine 220-kV-Leitung zum Umspannwerk Tauern der Austrian Power Grid AG weitergeleitet.



Speicherkraftwerke Kaprun,
Übersichtspanorama

SPEICHERKRAFTWERKE KAPRUN – ALLGEMEINE DATEN

Kraftwerk	Kaprun-Oberstufe (Limberg I und II)	Hirzbach	Kaprun-Hauptstufe	Klammsee
Kraftwerkstyp	JS	L	JS	Laufkraftwerk
Inbetriebnahme	1955 I/2011 II	2012	1952	1947
Einzugsgebiet	99,3 km ²	8,1 km ²	43,1 km ²	27,9 km ²
Engpassleistung Turbinenbetrieb	592.800 kW ¹	1.350 kW	240.000 kW	500 kW
Engpassleistung Pumpbetrieb	610.000 kW			
Erzeugung im Regeljahr²	150,4 GWh	3,36 GWh	502,6 GWh	3,4 GWh
Mittlere Rohfallhöhe	365,0 m	110,5 m	858,3 m	65,0 m

Speicher

Kraftwerk	Kaprun-Oberstufe	Hirzbach	Kaprun-Hauptstufe		
Speicher	Margaritze Mooserboden		Wasserfallboden	Klammsee	
Speichertyp	Wochenspeicher	Jahresspeicher	Jahresspeicher	Tagesspeicher	
Stauziel	2.000 m	2.036 m	1741,5 m	1.672 m	847 m
Absenziel	1.980 m	1.960 m	1733,5 m	1.590 m	842 m
Nutzinhalt	3,12 Mio m ³	84,94 Mio m ³	2.920 m ³	81,17 Mio m ³	0,18 Mio m ³
Energieinhalt³	8,1 GWh	237,0 GWh	ca. 1.000 kWh	159,9 GWh	0,02 GWh

JS Jahres(pump)speicherkraftwerk

L Laufkraftwerk

I Limberg I

II Limberg II

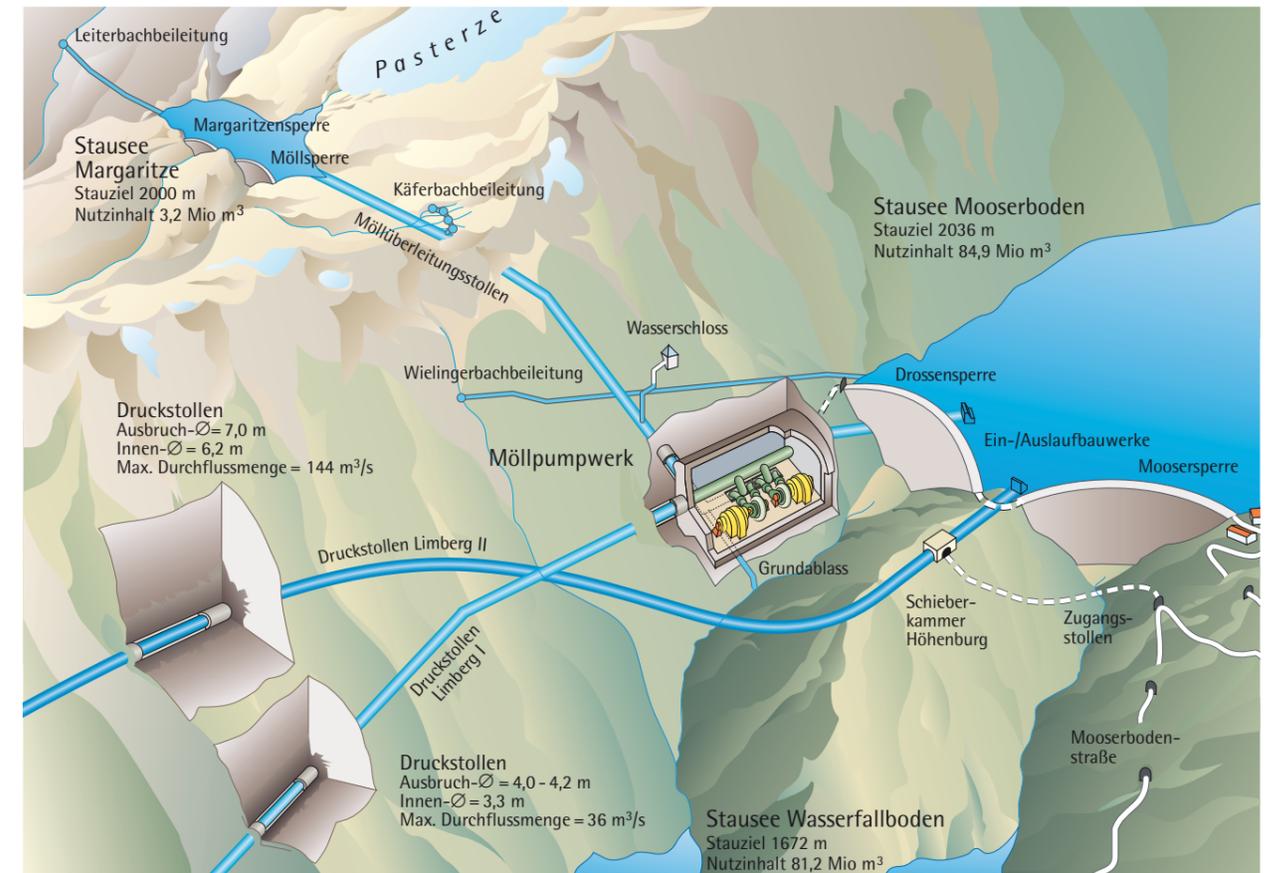
¹ inkl. Eigenbedarfsmaschinensätze

² aus natürlichem Zufluss

³ bezogen auf Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe



Speicher Margaritze



Möllpumpwerk, schematische Darstellung

Kraftwerk Kaprun-Oberstufe (Limberg I und II)

Speicher Margaritze

Der Speicher Margaritze wird durch 2 Abschlussbauwerke gebildet. Die topografisch günstigen Verhältnisse ermöglichten als Abschlussbauwerk für die Möllschlucht eine schlanke Gewölbemauer (Möllsperre) mit einer statisch wirksamen Höhe von etwa 56 m. Der darunter liegende Teil, die eigentliche Möllschlucht, ist durch eine massive Betonplombe abgeschlossen. Das zweite Abschlussbauwerk, die Margaritzensperre, wurde als schwach gekrümmte Gewichtsmauer ausgeführt. Die Untergrundverhältnisse erforderten bei beiden Sperren die Anordnung eines Dichtungsschirmes.

Für die Überwachung der Talsperren wurden Messeinrichtungen installiert; die wichtigsten Messwerte werden in die Einsatzleitstelle Speicher in Kaprun übertragen und dort von einem Prozessrechner laufend auf ihre Plausibilität überprüft.



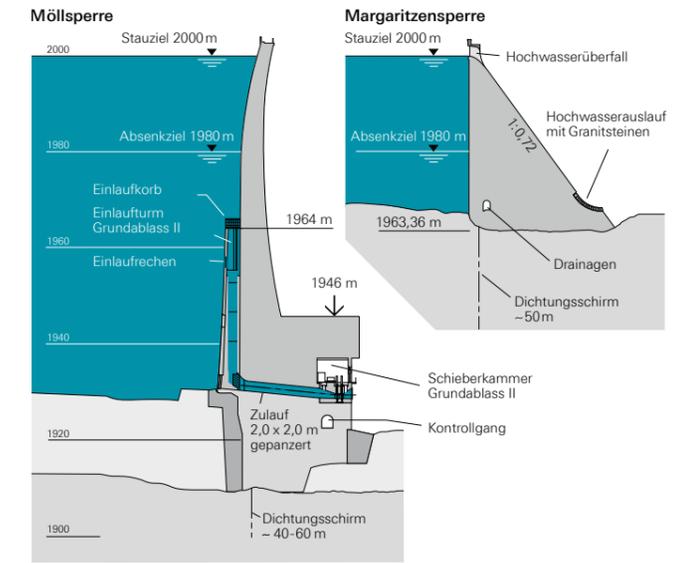
Kaprun-Oberstufe, Generator



Möllpumpwerk

Möllpumpwerk

Die Kaverne des Möllpumpwerkes liegt als hydraulischer Knotenpunkt an der Kreuzungsstelle zwischen Druckstollen und Möllüberleitungsstollen. Abhängig von den Pegelständen der Speicher Margaritze und Mooserboden wird das Wasser der Möllüberleitung entweder frei in den Speicher Mooserboden übergeleitet oder mit den beiden Pumpen auf das erforderliche Niveau des Speichers Mooserboden angehoben. In der Kaverne sind 2 Pumpensätze mit horizontaler Welle und einer Gesamtleistung von 12.800 kW installiert. Ein Pumpensatz besteht aus einer einstufigen, doppelflutigen Zentrifugalpumpe und einem Asynchron-Kurzschlussläufer-Motor, den man direkt an das 10-kV-Netz schaltet. Das Möllpumpwerk wird von der Einsatzleitstelle Speicher aus überwacht und fernbedient.



Möll- und Margaritzensperre – Querschnitte



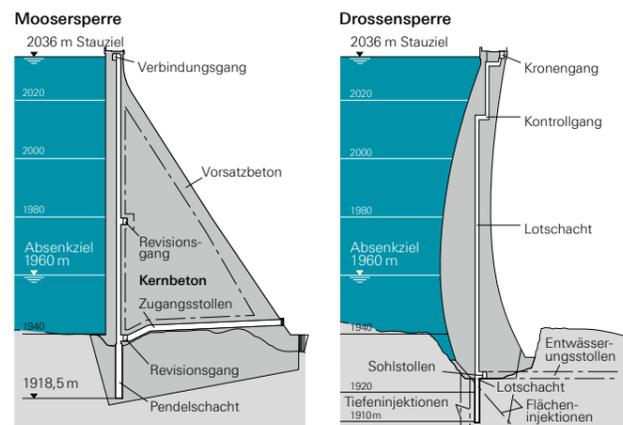
Speicher Mooserboden

Speicher Mooserboden

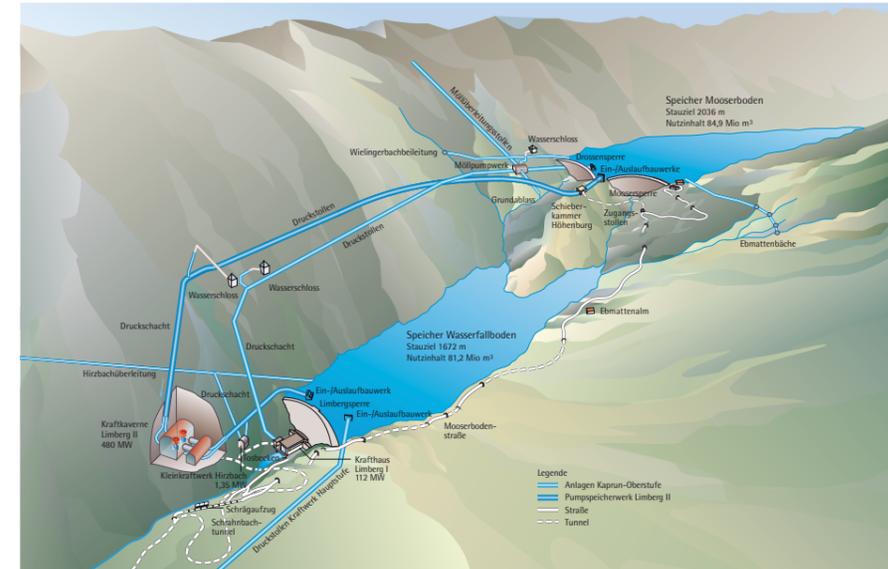
Das Stauziel des Speichers Mooserboden liegt auf 2.036 m Seehöhe. Die topografische Situation erforderte 2 Abschlussbauwerke für den Speicher: Die Moosersperre, eine 107 m hohe Gewichtsmauer mit Bogenwirkung sowie die Drossensperre, eine 112 m hohe Gewölbemauer. Für die Überwachung der Talsperren wurde ein umfangreiches Messsystem mit rund 200 Messeinrichtungen installiert. Die wichtigsten Messwerte werden in die Einsatzleitstelle Speicher übertragen und von einem Prozessrechner laufend auf die Einhaltung von errechneten Grenzwerten überprüft.

Triebwasserführung Limberg I

Die Triebwasserführung setzt sich aus Druckstollen, Wasserschloss und gepanzertem Druckschacht zusammen, der im Anschluss an die obere Schieberkammer Limberg aus einer Schräg- und Flachstrecke besteht. An diese schließt die Verteilrohrleitung des Krafthauses Limberg I an.



Mooser- und Drossensperre, Querschnitte



Kraftwerk Kaprun-Oberstufe, schematische Darstellung

TECHNISCHE DATEN / SPERRENBAUWERKE

Speicher	Margaritze		Mooserboden	
	Möll	Margaritze	Mooser	Drossen
Sperre	Gewölbemauer	gekrümmte Gewichtsmauer	Gewichtsmauer mit Bogenwirkung	Gewölbemauer
Sperrentyp				
Mauerhöhe	93 m	39 m	107 m	112 m
Kronenlänge	164 m	175 m	494 m	357 m
Kronenbreite	3 m	2 m	7 m	7 m
Max. Basisbreite	7,5 m	30 m	70 m	25 m
Betonkubatur	35.000 m ³	33.000 m ³	665.000 m ³	335.000 m ³

TECHNISCHE DATEN / TRIEBWASSERFÜHRUNG

	Limberg I	Limberg II
Triebwasserstollen		
Länge	4.300 m	3.774 m
Ausbruch-Ø	4,0-4,2 m	7,0 m
Innen-Ø	3,3 m	6,2 m
Q_{max}	36 m ³ /s	144 m ³ /s

Kraftabstieg – Schrägschacht

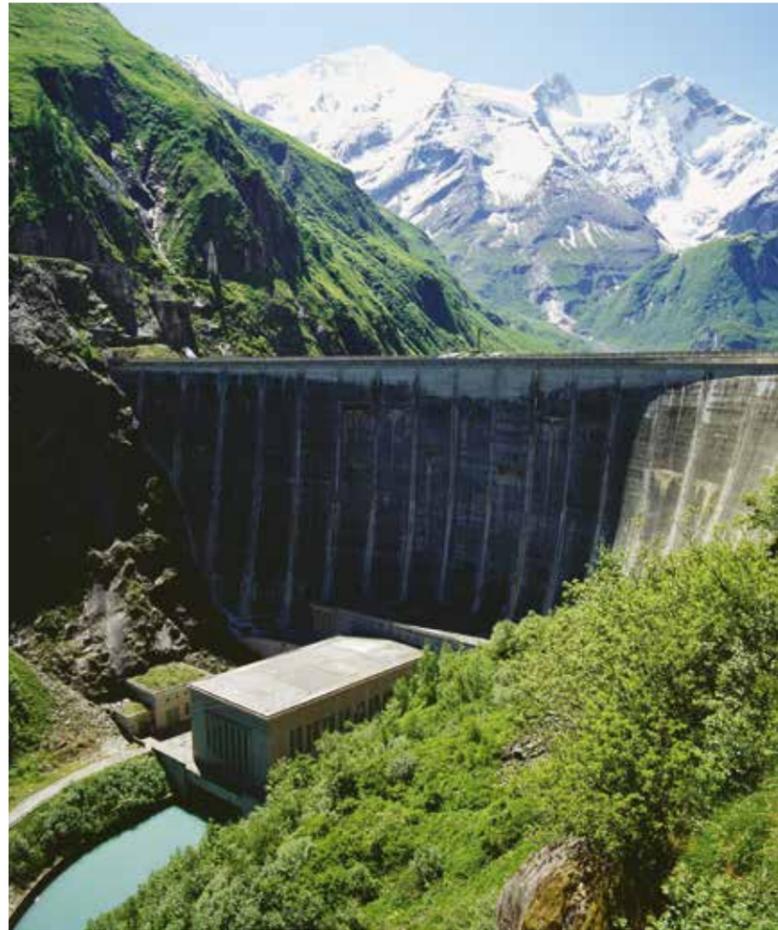
Länge	463 m	577 m
Neigung	52°	45°
Ausbruch-Ø	3,5 m	5,8 m
Innen-Ø	2,8 m	4,8 m

Kraftabstieg – Flachstrecke

Länge	200 m	40/45 m
Innen-Ø	2,5 m	3,15/2,2 m

Möllüberleitungsstollen

Länge	11.600 m
Gefälle	3,4 ‰
Ausbruch-Ø	2,9-3,2 m
Max. Durchflussmenge	20 m ³ /s



Krafthaus Limberg I mit Limbergsperre

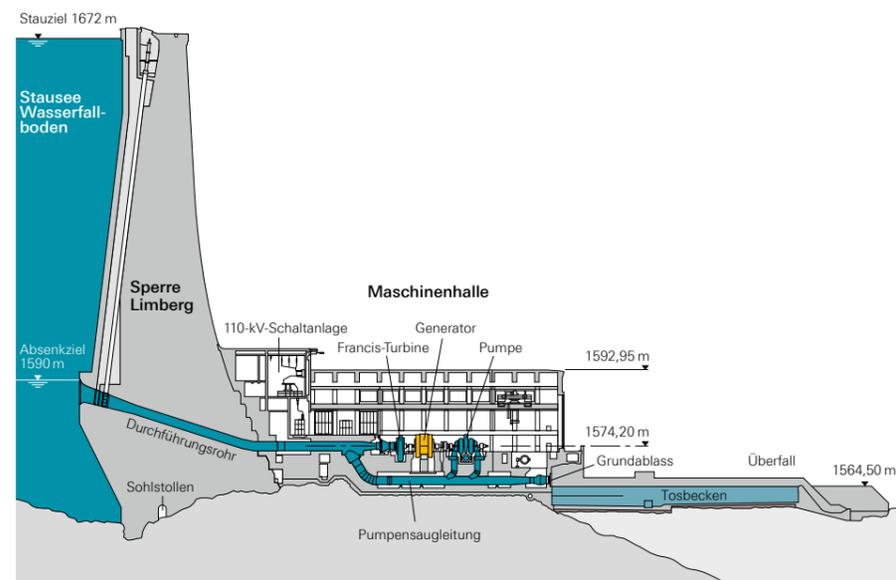
Krafthaus Limberg I

Das Krafthaus wurde am luftseitigen Fuß der Limbergsperre errichtet; es ist zur Gänze auf Fels gegründet. Im Krafthaus sind 2 Maschinensätze mit horizontaler Welle und einer Engpassleistung von zusammen 112 MW (ohne Eigenbedarfsmaschinensätze) installiert. Jeder der Maschinensätze besteht aus einer Francis-Turbine, einem Motorgenerator, einer Zahnkupplung und einer 2-stufigen, doppelflutigen Pumpe. Im Krafthaus wurde eine 110-kV-Innenraumschaltanlage ausgeführt. Der Energieabtransport erfolgt über eine 110-kV-Doppelleitung zur Freiluftschaltanlage Kaprun.

Pumpspeicherwerk Limberg II

Nach nur 5-jähriger Bauzeit und mit einer Investitionssumme von 405 Mio. Euro wurde 2011 ein neues Pumpspeicherwerk im Bereich des bestehenden Pumpspeicherwerks Limberg I in Betrieb genommen, das die Leistungskapazität der Kraftwerksgruppe Kaprun von 353 MW auf 833 MW mehr als verdoppelte.

Mit 2 Pumpturbinen kann die Höhendifferenz zwischen den beiden bestehenden Jahresspeichern Mooserboden und Wasserfallboden zur Erzeugung von Ausgleichs- und Regenergie genutzt werden.



Limberg I mit Limbergsperre, Querschnitt



Krafthaus Limberg I, Maschinenhalle



Limberg II, Maschinenhalle

TECHNISCHE DATEN / MASCHINELLE EINRICHTUNGEN

Kraftwerk	Limberg I	Limberg II
Turbinen		
Anzahl	2	2
Bauart	Francis-Turbine	Francis-Pumpturbine
Anordnung	horizontal	vertikal
Nennleistung	57.100 kW	240.000 kW
Nenndurchfluss	18 m³/s	72 m³/s
Nenndrehzahl	500 U/m	428,6 U/m
Lauftrad-Ø	2,3 m	3,9 m

Motorgeneratoren

Anzahl	2	2
Nennleistung	75.000 kVA	270.000 kVA
Nennspannung	10,25 kV ± 12 %	15 kV

Speicherpumpen

Anzahl	2	2
Bauart	Radialpumpe, 2-flutig, 2-stufig	Francis-Pumpturbine
Anordnung	horizontal	vertikal
Nennleistung	65.000 kW	240.000 kW
Förderstrom	16,6 m³/s	72 m³/s

Eigenbedarfsmaschinensätze

2 Maschinensätze mit horizontaler Welle, bestehend aus je einer 1-düsigen Pelton-Turbine: Leistung 530 kW, $Q_{max} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$ und je einem Drehstromgenerator: Nennleistung 700 kVA, Nennspannung 0,4 kV

Möllpumpwerk

Pumpenanzahl	2
Bauart	Radialpumpe, 2-flutig, 1-stufig
Anordnung	horizontal
Nennleistung	6.400 kW
Förderstrom	8 m³/s (Mittelwert)

SCHWERPUNKT ÖKOLOGIE

Das Pumpspeicherwerk Limberg II wurde landschaftlich sehr verträglich, komplett unterirdisch in einer 60 m langen Kaverne gebaut. Durch die lückenlose ökologische Begleitplanung war es möglich, die Eingriffe ohne bleibende Schäden und Narben in der Natur vorzunehmen. Mit der erfolgreichen Renaturierung im Hochgebirge wurde eine viel beachtete Pionierleistung erbracht, da dies jenseits gewisser Höhenlagen als nahezu unmöglich galt.



Speicher Wasserfallboden

Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe

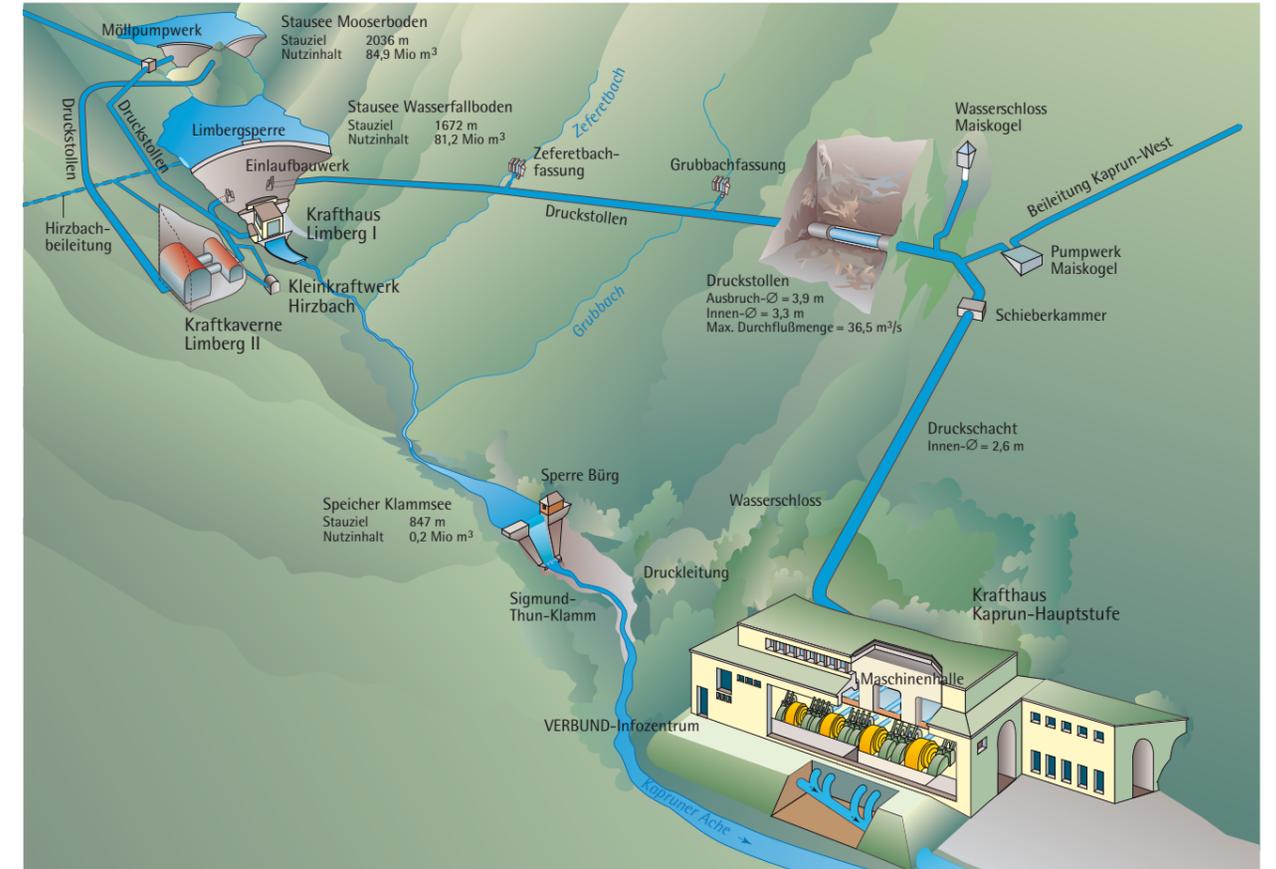
Speicher Wasserfallboden

Das Stauziel des Speichers Wasserfallboden liegt auf 1.672 m Seehöhe. Als Abschlussbauwerk wurde eine 120 m hohe doppelt gekrümmte Bogenmauer ausgeführt. Zur Verhinderung von Unterströmungen des Betonbauwerkes wurde ein Dichtungsschirm angeordnet, dessen Tiefe etwa der halben Stauhöhe entspricht. Das Verhalten der Sperre und des Untergrundes während

des Betriebes wird durch zahlreiche Mess-einrichtungen überwacht, die zum Großteil in den Kontrollgängen im Sperrkörper, im Sohlgang entlang der Aufstandsfläche und in den Lotschächten eingebaut sind. Die wichtigsten Messwerte werden nach Kaprun in die Einsatzleitstelle Speicher übertragen, automatisch registriert und auf die Einhaltung der Grenzwerte von einem Prozessrechner ständig überprüft.

TECHNISCHE DATEN / SPERRENBAUWERK

Speicher	Wasserfallboden
Sperre	Limberg
Sperrentyp	doppelt gekrümmte Bogengewichtsmauer
Mauerhöhe	120 m
Kronenlänge	357 m
Max. Basisbreite	37 m
Betonkubatur	446.000 m ³



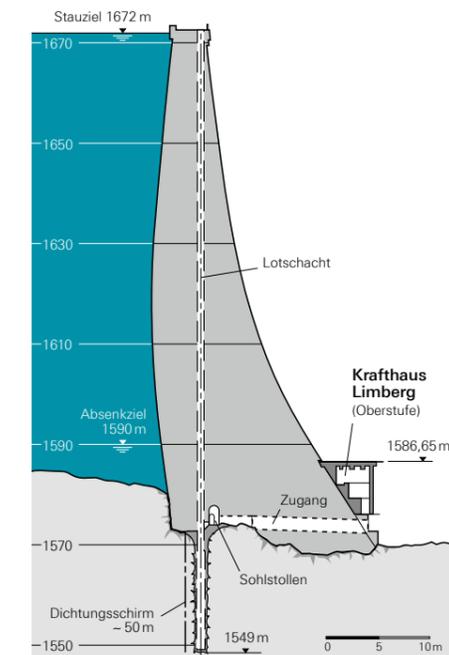
Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe, schematische Darstellung

Triebwasserführung

Die Triebwasserführung besteht aus dem rund 7,1 km langen Druckstollen vom Einlaufbauwerk bis zum Wasserschloss, dem 576 m langen gepanzerten Schrägstollen vom Wasserschloss bis zur Schieberkammer auf dem Maiskogel und dem 1.400 m langen gepanzerten Druckschacht von der Schieberkammer zum Krafthaus. Seit Mitte 2004 ersetzt der Druckschacht mit neuer Schieberkammer die 4 alten Stahldruckrohrleitungen vom Maiskogel. 2007 wurde die Rohrleitungstrasse rückgebaut und renaturiert.

Hirzbach-Beileitung

Im Kleinkraftwerk Hirzbach wird der aus dem Fuschertal in den Speicher Wasserfallboden übergeleitete Hirzbach bis zur Bachfassung zurückgestaut. In einer unterirdischen Kaverne erzeugen 2 Maschinen mit einer Engpassleistung von insgesamt 1,35 MW jährlich rund 3,3 GWh elektrische Energie.



Limberg Sperre, Querschnitt

TECHNISCHE DATEN / TRIEBWASSERFÜHRUNG

Triebwasserstollen, Flachstrecke

Länge	7.065 m
Ausbruch-Ø	3,9 m
Innen-Ø	3,3 m
Q_{max}	36,5 m³/s

Triebwasserstollen, Schrägstrecke

Länge	576 m
Neigung	11°
Ausbruch-Ø	4,0 – 4,2 m
Innen-Ø	3,0 m

Anschlussstollen bis SK Maiskogel

Länge	43,5 m
Innen-Ø	2,6 m

Kraftabstieg – Schrägschacht

Länge	1.007,8 m
Neigung	45°
Ausbruch-Ø	3,3 m
Innen-Ø	2,6 m

Kraftabstieg – Flachstrecke

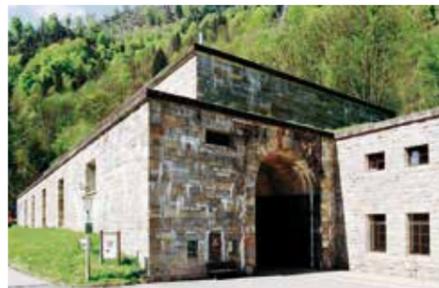
Länge	285,3 m
Innen-Ø	2,4 m

Verteilrohrleitung

Länge	37,9 m
Innen-Ø	2,4 m

Beileitung Kaprun-West

Länge	5.930 m
Innen-Ø	3,0 m
Q_{max}	2,7 m³/s



Krafthaus Hauptstufe

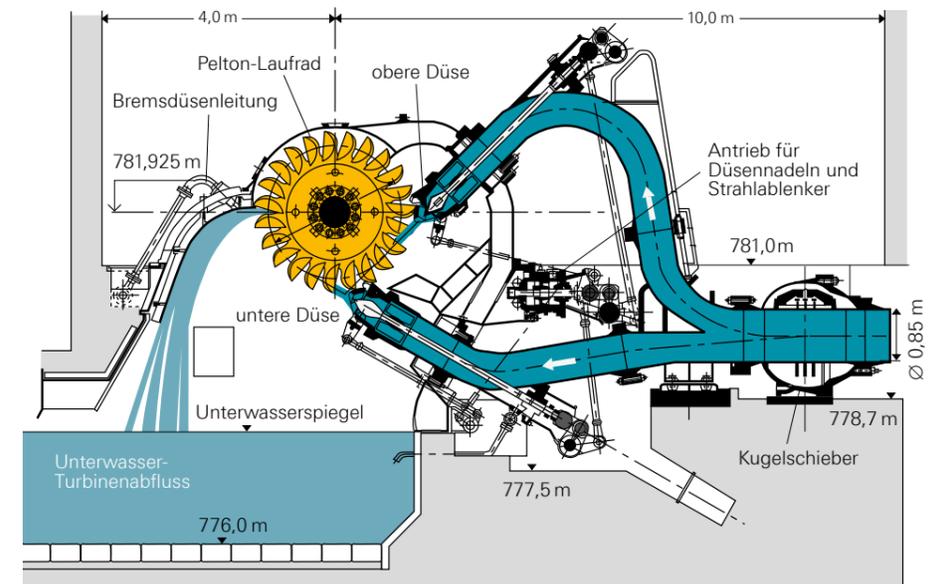


Krafthaus Hauptstufe, Maschinenhalle

Krafthaus Hauptstufe

Das Krafthaus Hauptstufe wurde mit seiner Längsseite in den Hang eingebaut. Im Krafthaus sind 4 Maschinensätze mit horizontaler Welle und einer Engpassleistung von zusammen 240.000 kW installiert.

Je 2 Maschinensätze bestehen aus Generator und 2-düsiger bzw. aus Generator und 1-düsiger Doppel-Pelton-Turbine. Der erzeugte Strom wird über 110-kV-Kabel unterirdisch zur Freiluftschaltanlage Kaprun geleitet.



Schnitt durch eine 2-düsige Freistrahlturbine

TECHNISCHE DATEN / MASCHINELLE EINRICHTUNGEN

Krafthaus Hauptstufe: Turbinen

Anzahl	4
Bauart	Doppel-Pelton-Turbine
Anordnung	horizontal
Nennleistung	2 Turbinen, 1-düsiger 55.000 kW 2 Turbinen, 2-düsiger 65.000 kW
Nenndurchfluss	2 Turbinen, 1-düsiger 6,8 m³/s 2 Turbinen, 2-düsiger, 9,8 m³/s
Nennzahl	500 U/m
Laufgrad-Ø	Turbinen, 1-düsiger 2,25 m Turbinen, 2-düsiger 2,26 m

Krafthaus Hauptstufe: Generatoren

Anzahl	4
Nennleistung	2 Generatoren 60.000 kVA 2 Generatoren 70.000 kVA
Nennspannung	10,25 kV ± 12 %

Pumpstation Maiskogel

Anzahl	2
Bauart	2-stufig, halbaxial
Anordnung	horizontal
Nennleistung	1.400 kW
Förderstrom	2,5 m³/s

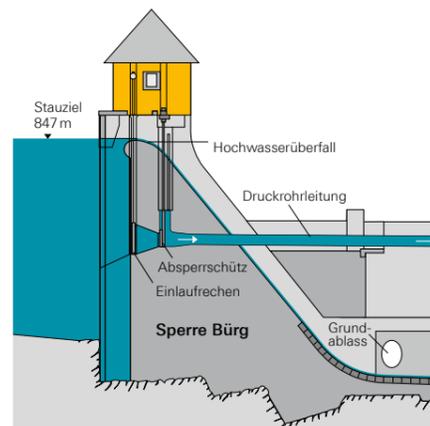


Speicher Klammssee

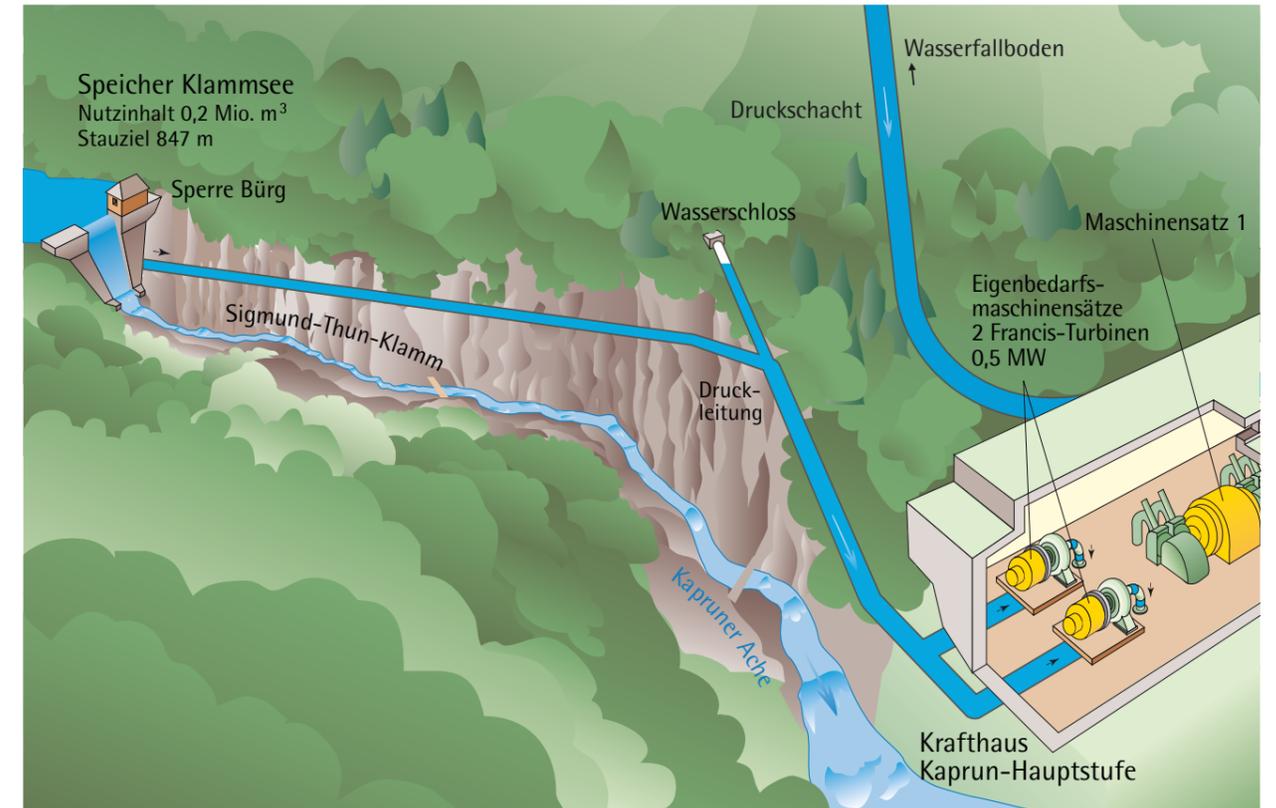
Kraftwerk Klammssee

Das Kraftwerk Klammssee dient der Eigenbedarfsversorgung für die Speicherkraftwerke in Kaprun und nutzt mit einer mittleren Rohfallhöhe von 65 m die Abflüsse aus dem Resteingangsbereich des Kapruner Tales, das nicht vom Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe erfasst wird.

Die Eigenbedarfsanlage besteht aus: dem Speicher Klammssee, einem Tagesspeicher mit 180.000 m³ Nutzinhalt, der durch die Sperre Bürg, eine 19 m hohe Gewichtsmauer, abgeschlossen wird, einer 430 m langen Triebwasserführung und 2 Maschinensätzen im Krafthaus Hauptstufe mit einer Engpassleistung von zusammen 500 kW.



Schnitt durch die Sperre Bürg



Kraftwerk Klammssee, schematische Darstellung

TECHNISCHE DATEN

Sperrbauwerk	
Sperre	Bürg
Sperrtyp	Gewichtsmauer
Mauerhöhe	19 m
Kronenlänge	73 m
Max. Basisbreite	16 m
Betonkubatur	11.200 m ³

Triebwasserführung	Länge	Innen-Ø	Q _{max}
Stahlrohrleitung	90 m	0,8 m	0,8 m ³ /s
Spannbetonrohre	340 m	0,8 m	1,0 m ³ /s
Handwasserschloss	ausgebildet als Schrägschacht		

Maschinensätze	
Turbinen	
Anzahl	2
Bauart	Francis-Turbine
Anordnung	horizontal
Nennleistung	265 kW
Drehzahl	1.000 U/min.
Nenndurchfluss	0,5 m ³ /s
Lauftrad-Ø	0,52 m

Generatoren	
Anzahl	2
Nennleistung	330 kVA
Nennspannung	400 V



Kraftwerk Schwarzach (links) und Wallnerau (rechts)



Kraftwerke an der Salzach, Übersichtsdarstellung

Kraftwerke an der Salzach

Die Kraftwerke Schwarzach sowie Wallnerau-Salzach und Wallnerau-Unterwasser bilden eine einzigartige Kombination von 3 Kraftwerken auf engstem Raum und sind quasi eine Unterstufe der Speicherkraftwerke Kaprun. Salzach-abwärts von ihnen liegt das Kraftwerk St. Veit. Mit einer Gesamtleistung von rund 154.000 kW erzeugen die 4 Kraftwerke im Jahr zusammen mehr als 600 Mio. kWh wertvollen Strom aus Wasserkraft. Das

Kraftwerk Schwarzach wurde 1959 fertiggestellt. Obwohl es an der Salzach liegt, ist dieses Kraftwerk kein typisches Flusskraftwerk: Das Wasser zum Antrieb der 4 Turbinen wird der Salzach 17 km entfernt bei der Wehranlage Högmoos entnommen, durch einen Stollen in das Ausgleichsbecken Brandstatt und erst dann ins Kraftwerk Schwarzach geleitet. Dadurch kann dieses Kraftwerk – so wie ein Speicherkraftwerk – auch Spitzenstrom erzeugen.

Nach den Mitte der 1980er-Jahre von VERBUND Hydro Power AG und Salzburg AG gemeinsam errichteten Kraftwerken Bischofshofen und Urreiting wurden das Kraftwerk St. Veit (1986 bis 1988) und die beiden Kraftwerke Wallnerau (1987 bis 1990) von der VERBUND Hydro Power AG alleine errichtet. Die Kraftwerke wurden aus wirtschaftlichen Gründen gemeinsam ausgeführt und gliedern sich jeweils in die Bereiche Hauptbauwerk, Rückstauraum und Unterwassereintiefung.

Die Laufkraftwerke St. Johann, Urreiting, Bischofshofen, Kreuzbergmaut und Werfen/Pfarrwerfen nutzen die Wasserführung der Salzach zur Produktion von umweltfreundlichem Strom. Die Menge des erzeugten Stromes hängt von der Fallhöhe und der verfügbaren Wassermenge ab. Durch die horizontalen Kaplan-Rohrturbinen der 5 in Betrieb befindlichen Gemeinschaftskraftwerke fließen in der Sekunde jeweils bis zu 100 m³ Wasser über eine Fallhöhe von 9 bis 11 m. Damit erzeugen die 5 Anlagen im Jahr mit einer Gesamtleistung von 82.700 kW rund 379,2 Mio. kWh elektrische Energie.

Die Kraftwerke an der „Mittleren Salzach“ sind ein Gemeinschaftsprojekt von VERBUND Hydro Power AG und Salzburg AG. Die VERBUND Hydro Power AG übernahm Planung und Bau, die Salzburg AG die Betriebsführung. Zu den Gemeinschaftskraftwerken zählen heute die Laufkraftwerke St. Johann, Urreiting, Bischofshofen, Kreuzbergmaut und Werfen/Pfarrwerfen.

KRAFTWERKE AN DER SALZACH – ALLGEMEINE DATEN

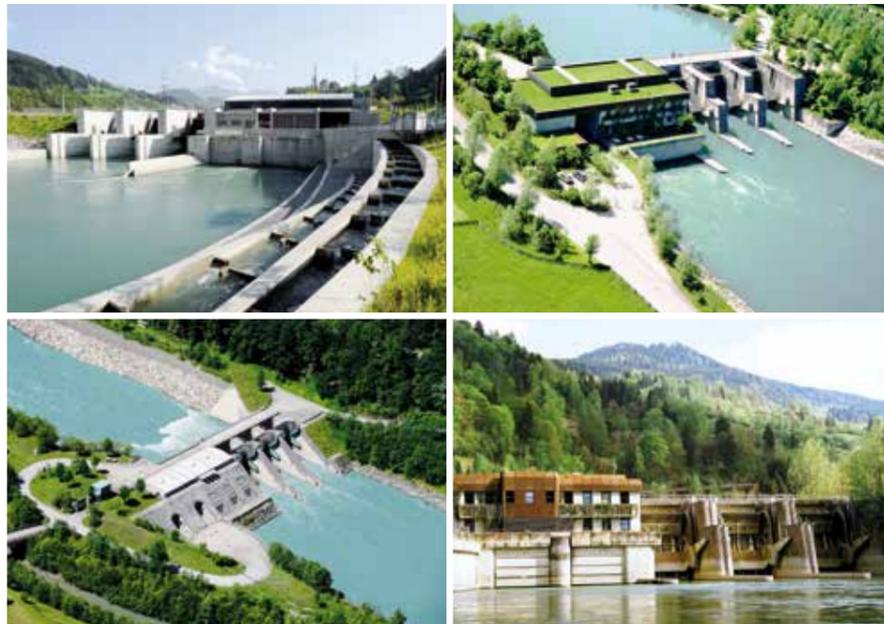
Kraftwerk	Schwarzach	Wallnerau-Salzach	Wallnerau-Unterwasser	St. Veit
Kraftwerkstyp	Tagesspeicherkraftwerk	Laufkraftwerk	Laufkraftwerk	Laufkraftwerk
Inbetriebnahme	1959	1990	1989	1988
Einzugsgebiet	1.424 km ²	783 km ²	1.424 km ²	2.244 km ²
Engpassleistung	120.000 kW	13.000 kW	5.100 kW	16.500 kW
Erzeugung im Regeljahr	482,3 GWh	38,3 GWh	20,7 GWh	67,0 GWh
Ausbaufallhöhe	138,7 m	16,0 m	5,8 m	11,0 m
Ausbauwassermenge	107 m ³ /s	95 m ³ /s	105 m ³ /s	183 m ³ /s
Fischwanderhilfe	ab 2015 (Högmoos)	ja	nicht erforderlich	ja

ÖKOLOGIE AN DER MITTLEREN SALZACH

Schon bei der Projektierung der Gemeinschaftskraftwerke „Mittlere Salzach“ spielten ökologische Überlegungen eine zentrale Rolle. Naturschutz-Fachleute, Landschaftsarchitekten sowie die Öffentlichkeit wurden in die Planung eingebunden. Beim Kraftwerk Kreuzbergmaut finden sich heute 24 geschützte Pflanzen- und Tierarten, die erst nach dem Anlagenbau zugewandert sind. Dabei wurde die Fläche vor dem Kraftwerksbau als Getreidefeld genutzt. Beim jüngsten Kraftwerk Werfen/Pfarrwerfen wurde viel in die Planung und Umsetzung von ökologischen Maßnahmen im Rückstauraum und Unterwasserbereich investiert. Mitunter wurde eine Fischaufstiegshilfe nach dem neuesten Stand der Technik, teilweise als Naturbach, zum größten Teil aber als „Vertical Slot Pass“, errichtet.



Kraftwerk Urreiting

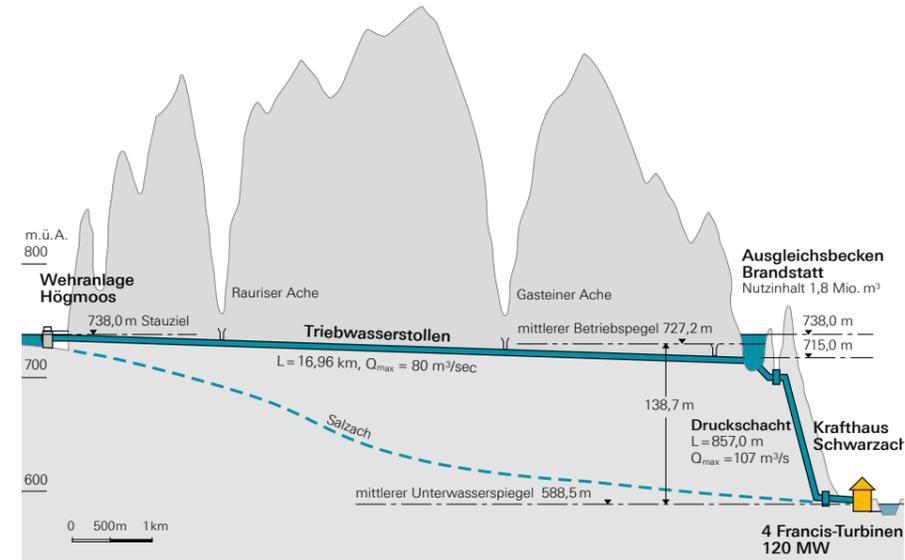


Kraftwerk Werfen/Pfarrwerfen mit Fischaufstieg Kraftwerk Kreuzbergmaut

Kraftwerk Bischofshofen Kraftwerk St. Johann

GEMEINSCHAFTSKRAFTWERKE „MITTLERE SALZACH“ – ALLGEMEINE DATEN

Kraftwerk	St. Johann	Urreiting	Bischofshofen	Kreuzbergmaut	Werfen/Pfarrwerfen
Inbetriebnahme	1990	1985	1984	1995	2009
Engpassleistung	16.500 kW	16.500 kW	16.000 kW	17.700 kW	16.000 kW
Erzeugung im Regeljahr	71,2 GWh	76,2 GWh	70,2 GWh	80,0 GWh	81,6 GWh
Turbinenanzahl	2	2	2	2	2
Ausbaufallhöhe	11,4 m	10,8 m	10,3 m	11,4 m	9,15 m
Ausbauwassermenge	190 m³/s	186,5 m³/s	202 m³/s	194 m³/s	200 m³/s
Stauraumlänge	1,8 km	2,3 km	2,8 km	2,7 km	4,1 km
Fischwanderhilfe	ja	ja	ja	ja	ja



Kraftwerk Schwarzach, Übersichtslängenschnitt

Kraftwerk Schwarzach

Das Kraftwerk Schwarzach ist ein Mitteldruck-Ausleitungskraftwerk mit einem Tagesspeicher. Es nutzt das Gefälle der Salzach zwischen der Wehranlage Högmoos bei Taxenbach und Schwarzach und besteht aus: einer 3-feldrigen Wehranlage, dem rund 17 km langen betonausgekleideten Triebwasserstollen, dem Ausgleichsbecken Brandstatt und einem etwa 0,9 km langen gepanzerten Druckschacht sowie dem Krafthaus Schwarzach mit der 110-kV-Freiluftschaltanlage.

Wehranlage Högmoos

Die Wehranlage Högmoos besteht aus 3 Wehrfeldern, wobei das 100-jährliche Hochwasser von 600 m³/s durch 2 Wehrfelder abgeführt werden kann. Jedes Wehrfeld schließt ein Segmentschütz mit aufgesetzter Stauklappe ab. Das Wasser fließt vom Einlaufbauwerk durch einen Einlaufrechen über eine mehrkammrige Entsanderanlage zu einem Regulierschütz, mit dem der Rückstauraum bei jeder Durchflussmenge auf einer Höhe von 738 m gehalten werden kann. Anschließend wird das Wasser durch eine Hangrohrleitung vor dem Regulierschütz in den 17 km langen betonausgekleideten Triebwasserstollen eingeleitet.

Ausgleichsbecken Brandstatt

Dieser Tagesspeicher mit einem Nutzinhalt von rund 1,8 Mio. m³ ermöglicht eine weitgehende Anpassung des Kraftwerkseinsatzes an den Spitzenlastbedarf. Die Bewirtschaftung des Speichers ist aber vor allem von der Was-

serführung der Salzach bei der Wehranlage Högmoos abhängig.

Die Überleitungsmenge durch den Triebwasserstollen ist abhängig von der Pegeldifferenz zwischen dem Stauziel bei der Wehranlage Högmoos und dem Pegelstand im Ausgleichsbecken. Die Leistung des Kraftwerkes Schwarzach wird aber auch maßgeblich durch den Pegel im Ausgleichsbecken bestimmt. Die energiewirtschaftliche Optimierung erfolgt mit einem Prozessrechner.

Die Kontrolle der Dichtheit des Ausgleichsbeckens wird durch ein Drainagesystem gewährleistet, das in einen Kontrollgang rund um die Beckensohle mündet. Ein Grundablass ermöglicht die Entleerung des Ausgleichsbeckens auch dann, wenn der Druckschacht außer Betrieb sein sollte.



Ausgleichsbecken Brandstatt



Wehranlage Högmoos mit Entsanderanlage

TECHNISCHE DATEN / TRIEBWASSERFÜHRUNG

Wehr Högmoos

Segmentschütz mit Aufsatzklappe und Kettenantrieb

Verschulshöhe	7,2 m
Wehrfelder	3
Lichte Weite	je 10 m
Stauziel	738 m. ü. A.
Stauraumlänge	1,2 km

Triebwasserstollen

Gesamtlänge	17 km
Mittleres Gefälle	1,25 ‰
Ausbruch-Ø	5,5 m
Q_{max}	80 m ³ /s

Ausgleichsbecken Brandstatt

Abschluss der natürlichen Geländemulde durch zwei Dämme

Dammhöhe	10 bzw. 15 m
Stauziel	738 m. ü. A.
Nutzinhalt inkl. Stollen	1,8 Mio. m ³

Kraftabstieg

Gesamtlänge	857 m
Neigung	24,40 ‰
Innen-Ø	5,2 - 4,7 m
Q_{max}	107 m ³ /s



Krafthaus Schwarzach

Krafthaus Schwarzach, Maschinenhalle

Krafthaus Schwarzach

Im Krafthaus sind 4 Maschinensätze mit vertikaler Welle und einer Engpassleistung von zusammen 120.000 kW installiert, die aus je einer Francis-Turbine und einem Drehstrom-Synchrongenerator bestehen. Der erzeugte Strom wird über eine 110-kV-Freiluftschaltanlage in das Netz der Austrian Power Grid AG eingespeist.

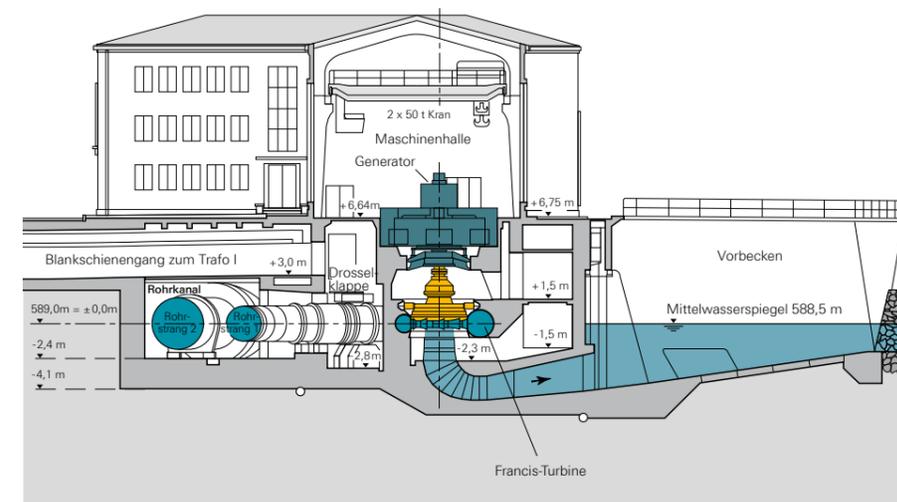
TECHNISCHE DATEN / MASCHINELLE EINRICHTUNGEN

Turbinen

Anzahl	4
Bauart	Francis-Spiralturbine
Anordnung	vertikal
Nennleistung	34.400 kW
Nenndurchfluss	27 m ³ /s
Nenndrehzahl	375 U/min
Laufgrad-Ø	2,2 m

Generatoren

Anzahl	4
Nennleistung	4 x 35.000 kVA
Nennspannung	4 x 10,25 kV +/- 7,5 ‰



Krafthaus Schwarzach, Querschnitt durch einen Maschinensatz



Kraftwerk Wallnerau

**FREIZEITERLEBNIS
TAUERN-RADWEG**

Der Tauern-Radweg führt entlang der Salzach-Kraftwerke zwischen Werfen und Wallnerau und lässt sich mit einem Abstecher zu einem Klassiker des Salzburger Tourismus verbinden – Kaprun – mit seinem atemberaubenden Bergpanorama und den glasklaren Stauseen.



Tauern-Radweg

Kraftwerk Wallnerau

Im Hauptbauwerk befinden sich 2 komplett voneinander getrennte Kraftwerke: Das Kraftwerk Wallnerau-Salzach und das Kraftwerk Wallnerau-Unterwasser.

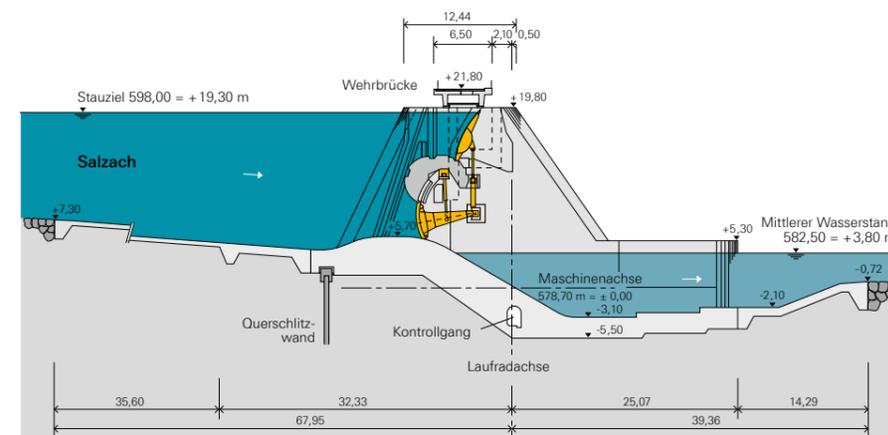
Kraftwerk Wallnerau-Salzach

Das Kraftwerk nutzt das ab der Wehranlage Högmoos anfallende Wasserdargebot der Salzach. Im Hauptbauwerk sind 2 unter 10° geneigte Maschinensätze, bestehend aus je einer Kaplan-Rohrturbine und je einem Drehstromgenerator mit einer Nennleistung von zusammen rund 13.000 kW eingebaut. Die 2-feldrige Wehranlage des Kraftwerkes wurde als Staubalkenwehr mit je einer oben liegenden Stauklappe und einem unten liegenden

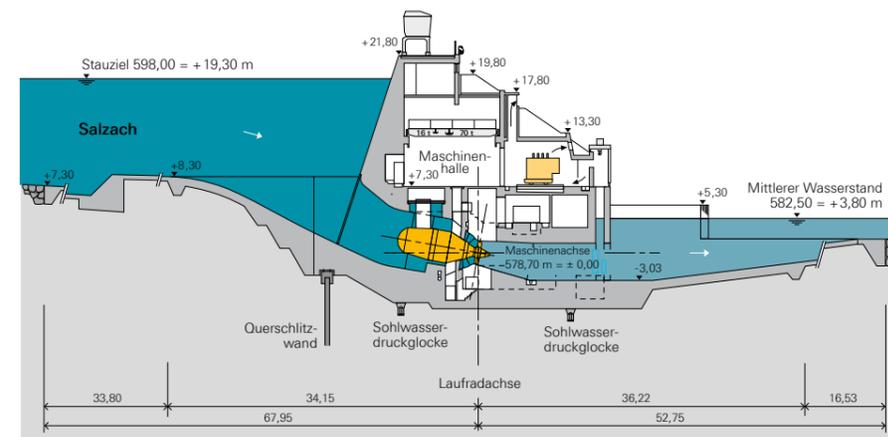
Drucksegment ausgeführt. Der Rückstaubeereich des Kraftwerkes liegt in einer Einschnittsstrecke der Salzach. Es waren daher keine Dammbauten, sondern rechtsufrig lediglich Geländeanhebungen erforderlich.

Kraftwerk Wallnerau-Unterwasser

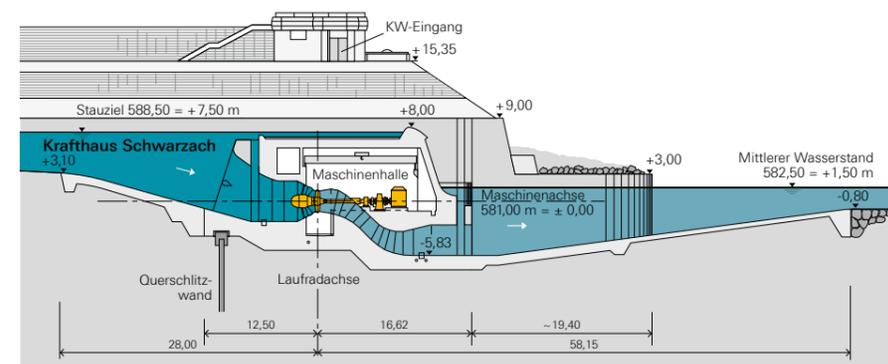
Die Kraftstation im Unterwasserkanal nützt das Triebwasser des Kraftwerkes Schwarzach und wird mit diesem im Takt betrieben. Sie ist mit 3 Maschinensätzen, bestehend aus je einer Kaplan-S-Turbine und je einem über ein Getriebe mit der S-Turbine gekoppelten Drehstromgenerator, ausgerüstet. Die Engpassleistung der 3 Maschinensätze beträgt zusammen rund 5.100 kW.



Kraftwerk Wallnerau-Salzach, Querschnitt durch ein Wehrfeld



Kraftwerk Wallnerau-Salzach, Querschnitt durch das Krafthaus



Kraftwerk Wallnerau-Unterwasser, Querschnitt durch das Krafthaus



Laufblad einer Rohrturbine

Kraftwerk Wallnerau-Unterpösching,
Maschinenhalle

TECHNISCHE DATEN

Kraftwerk	Wallnerau-Salzach	Wallnerau-Unterpösching
Turbinen		
Anzahl	2	3
Bauart	Kaplan-Rohrturbine	S-Turbine
Anordnung	horizontal (10° geneigt)	horizontal
Nennleistung	7.500 kW	2.025 kW
Nenndurchfluss	54,8 m³/s	34,2 m³/s
Nenn Drehzahl	214,3 U/min	180 U/min
Laufblad-Ø	2,7 m	2,3 m
Generatoren		
Anzahl	2	3
Nennleistung	8.500 kVA	2.000 kVA
Nenn Drehzahl	214,3 U/min	750 U/min
Wehranlage		
Bauart	2 Wehrfelder mit Staubalken	
Lichte Weite	10 m	
Verschluss	Stauklappe und Segmentschütz	
Stauwandhöhe	13,9 m	



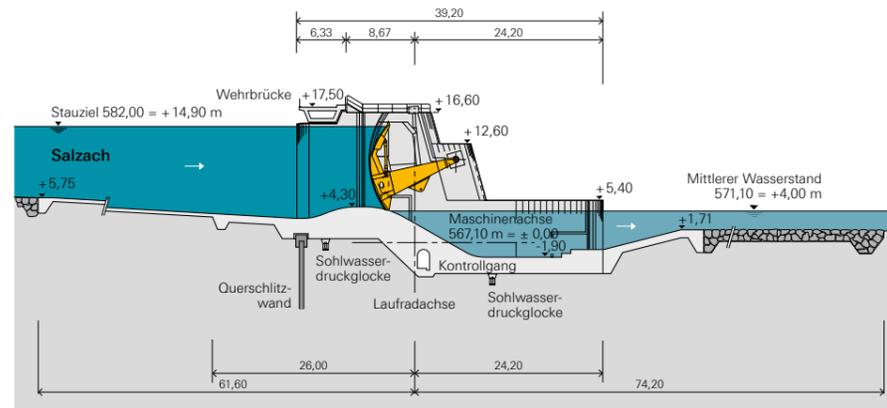
Kraftwerk St. Veit

Kraftwerk St. Veit

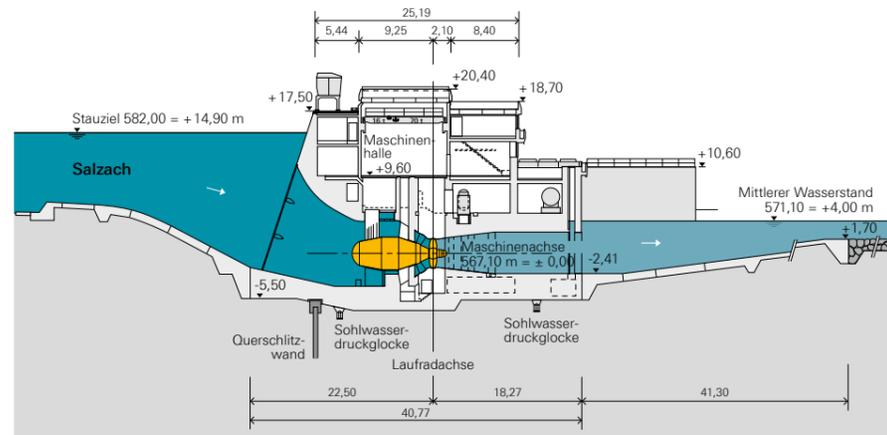
Das Hauptbauwerk des Kraftwerkes St. Veit besteht aus der 3-feldrigen Wehranlage und dem daran anschließenden Krafthaus. Aufgrund der günstigen topografischen Verhältnisse konnte das Hauptbauwerk in „Trockenbauweise“, d. h. in einer großen Baugrube neben dem ursprünglichen Salzachbett, errichtet werden. Der Bau konnte dadurch unbehindert von Hochwasserereignissen abgewickelt werden. Jedes Wehrfeld erhielt als Betriebsverschluss ein Segmentschütz mit aufgesetzter Klappe. Das Krafthaus wurde mit 2 Rohrturbinen-

Sätzen mit horizontaler Welle und einem Drehstrom-Synchrongenerator ausgerüstet, wobei die Engpassleistung in Summe rund 16.500 kW beträgt.

Die horizontale Lage der Maschinensätze ermöglichte eine äußerst niedrige Bauweise des Hauptbauwerkes und somit eine vorteilhafte Eingliederung in die Landschaft. Im Rückstaubereich des Kraftwerkes waren lediglich Geländeanhebungen erforderlich. Der aufgestaute Fluss ist weiterhin der tiefste Geländebereich im Talquerschnitt.



Kraftwerk St. Veit,
Querschnitt durch ein Wehrfeld



Kraftwerk St. Veit,
Querschnitt durch das Krafthaus

TECHNISCHE DATEN

Turbinen

Anzahl	2
Bauart	Kaplan-Rohrturbine
Anordnung	horizontal
Nennleistung	8.750 kW
Nenndurchfluss	93 m ³ /s
Nennzahl	150 U/min
Laufrad-Ø	3,6 m

Generatoren

Anzahl	2
Nennleistung	9.500 kVA
Nennspannung	4,8 kV

Stauraum/Wehranlage

Stauraumlänge	3,1 km
Höchster Aufstau über Gelände	2,5 m
Wehrfelder	3
Lichte Weite	je 10 m
Höhe	5,3 m
Stauwandhöhe	10,6 m
Verschluss	Drucksegment mit Stauklappe

Kontakt

VERBUND Hydro Power AG
Europaplatz 2, A-1150 Wien
Telefon. +43 (0) 50313-0
E-Mail. hydropower@verbund.com
Web. www.verbund.com

Werksgruppe Kaprun/Salzach
Kraftwerk Kaprun-Hauptstufe
Telefon. +43 (0) 50313-23010

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber

VERBUND Hydro Power AG,
A-1150 Wien

Redaktion Andreas Kuchler, Ira Stanic-Maruna, Simion Hurghis

Bildredaktion Johannes Wiedl

Fotos VERBUND

Layout & Produktion brandfan

Panoramagrafiken Netzteil

Druck Wallig

Auflage 2013



gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“
des Österreichischen Umweltzeichens,
Wallig Ennstaler Druckerei und Verlag GmbH, UW-Nr.811

Print  kompensiert
UW-Nr. 101867
www.druckmoden.at