

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung

**Band:** 73 (1955)

**Heft:** 28

**Artikel:** Wasserkraftanlagen in den Ost- und West-Alpen und Massif Central

**Autor:** Gut, Walter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61951>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Wasserkraftanlagen in den Ost- und West-Alpen und im Massif Central

Von Ing. S. I. A. Walter Gut, Elektrowatt, Zürich

DK 621.29

### I. Einleitung

Die ausbauwürdigen Wasserkräfte in Westeuropa (Oesterreich, Westdeutschland, Italien, Frankreich, Schweiz) werden auf 210,2 Mia kWh veranschlagt und liegen im wesentlichen in den auf Tabelle 1 vermerkten Gegenden.

Tabelle 1. Ausbauwürdige Wasserkräfte in Westeuropa

	Fläche km <sup>2</sup>	Einw. Mio	Einw. pro km <sup>2</sup>	Ausbauwürdige Wasserkräfte	
				Total Mia kWh	Einw. kWh pro Einw.
Oesterreich	83 850	7,00	83	40,0 [1]	5714
Westdeutschl.	245 316	49,00	200	22,6 [2]	461
Italien	310 188	47,14	152	54,9 [3]	1164
Frankreich	550 986	42,77	78	64,2 [4]	1501
Schweiz	41 288	4,90	119	28,5 [5]	5816
<b>Total</b>	<b>1 231 628</b>	<b>150,81</b>	<b>122</b>	<b>210,2</b>	<b>1394</b>
				Mia kWh	%
Alpen, einschl. Oberrhein und Rhone				167,9	79,8
Massif Central				14,1	6,7
Pyrenäen				7,3	3,5
<b>Total</b>				<b>189,3</b>	<b>90,0</b>

Nicht nur die vorhandenen Gefälle zeichnen diese drei Hauptgebiete aus, sondern auch die grossen Regen- und damit Abflussmengen, sowie die Möglichkeiten zur Schaffung künstlicher Speicher. In den Alpen und den Pyrenäen fliesen die grossen Wassermengen, genährt durch die schmelzenden Gletscher und den Schnee, über den Sommer ab. Im Massif Central dagegen fallen die grossen Abflüsse auf die Zeit zwischen Oktober und März.

Die Schweiz mit 5816 kWh auszubauenden Wasserkraften pro Einwohner und Oesterreich mit 5714 kWh sind am reichsten an hydraulischen Energiequellen. Im Mittel werden aber in Westeuropa im besten Falle nur 1394 kWh elektrischer Energie pro Kopf der Bevölkerung gewonnen werden können. Gemessen an den 3510 kWh, die heute schon in der Schweiz pro Einwohner zur Verfügung stehen, ist ersichtlich, wie bescheiden die in Westeuropa vorhandenen Wasserkräfte sind. Es ist darum eine dringende Aufgabe schon der heutigen Generation, andere und möglichst wirtschaftliche Quellen der so notwendigen, anpassungsfähigen elektrischen Energie zu finden und zu erschliessen.

Die verfügbaren Wasserkräfte sind besonders im letzten Jahrzehnt stark ausgebaut worden. Noch vor zwanzig Jahren waren Kredite für diese Zwecke zähflüssiger und die Zukunft der Elektrizitätswirtschaft wurde vielfach mit grosser Zurückhaltung beurteilt. Wir haben hoffentlich seither manches hinsichtlich der Treffsicherheit unserer negativen Wirtschaftsprognosen gelernt. Auch der alte Streit, ob die elektrische Energie besser aus Wasserkraft oder aus fossilen Energieträgern gewonnen werde, hat inzwischen an Schärfe verloren. Die grosse Frage ist, wie wir unseren Energiebedarf überhaupt zu decken vermögen. Beide Quellen werden ausgenützt werden müssen, wobei vorläufig nur aus Opportunitätsgründen zu berücksichtigen sein wird, dass die erste Art der Energiegewinnung nur den Ertrag des Kapitals an Rohenergie verbraucht, die zweite jedoch dieses Kapital aufzehrt. Bei der Bewirtschaftung des Wasserkreislaufes fällt zudem nicht nur Energie an, sondern meistens und mit geringen Mehrkosten noch ein zusätzlicher Nutzen (Schiffahrt, Bewässerung oder Entwässerung, Verbesserung des Klimas).

Der im Gebiet der Alpen und des Massif Central heute erreichte Ausbau der Wasserkräfte ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2. Ausgebaute und ausbauwürdige Wasserkräfte

	[ ]	Ausgebaut oder im Ausbau begriffen		Ausbauwürdige Wasserkräfte	
		Mia kWh	% d. End- ausbaues	Mia kWh	% d. Total- ausbaues
Oesterreich (Total)	[1]	8,4	21,0	40,0	23,8
Westdeutschland (Donau und Rhein)	[2]	10,3	47,6	21,6	12,9
Italien (Alpen und Po)	[6]	21,1	59,0	35,7	21,3
Frankreich (Westalpen, Rhône und Rhein)	[4]	15,5	36,8	42,1	25,0
Schweiz (Total)	[5]	17,2	60,3	28,5	17,0
<b>Total Alpen</b>		<b>72,5</b>	<b>43,2</b>	<b>167,9</b>	<b>100,0</b>
Frankreich (Massif Central)	[4]	6,9	48,9	14,1	

Rund um die Schweiz sind in den letzten Jahren Bauwerke entstanden oder sind im Entstehen begriffen, die in bezug auf Verhältnisse, Grösse und Schwierigkeiten bemerkenswert sind. Hydraulische und bauliche Probleme wurden richtunggebend gelöst; neue Wege sind zögernd begangen worden, die zu ganz neuen Gesichtspunkten führten. Wenn sie auch in der technischen Literatur mehr oder weniger ausführlich beschrieben worden sind, musste es sich doch lohnen, die hauptsächlichsten dieser Werke näher kennenzulernen. Dies waren die Grundlagen der Studienreisen, die von der «Gesellschaft für akademische Reisen» in Zürich in den Jahren 1952 nach Oesterreich und Oberitalien und 1953 nach den französischen Westalpen und dem Massif Central durchgeführt worden sind. Es sei an dieser Stelle nochmals allen Gesellschaften, den italienischen Staatsbahnen, sowie der «Electricité de France», die diese beiden Reisen schweizerischer und belgischer Ingenieure ermöglichten, wie auch allen Führern durch die einzelnen Werke, die ihre Zeit und ihr Wissen ohne Vorbehalt zur Verfügung gestellt haben, bestens gedankt.

In der vorliegenden Berichterstattung ist einerseits darauf verzichtet worden, bereits früher in der SBZ Dargestelltes zu wiederholen, während andererseits die seit der Durchführung der Reisen eingetretenen Entwicklungen berücksichtigt wurden, so dass unser Aufsatz dem Stande von 1955 entspricht.

### II. Oesterreich

Die Basisindustrien — und damit auch die Elektrizitätsversorgung — sind nach dem Krieg 1939/45 verstaatlicht worden, um das aus dem Anschluss an Deutschland stammende Erbe an grossen Baustellen, welches die finanziellen Möglichkeiten der Privatgesellschaften überstieg, übernehmen zu können. Die alte Form der Aktiengesellschaften blieb bestehen, doch die Aktienmehrheit ging an den Staat über. Die nationalisierten Gesellschaften erhielten aber weder Steuerprivilegien noch andere Vorrechte gegenüber den Privatunternehmen.

Die in allen Werken erzeugte elektrische Energie hat sich seit dem Jahre 1937 gemäss Tabelle 3 verändert.

Tabelle 3. Elektrische Energieerzeugung in Oesterreich

Jahr	Erzeugung elektr. Energie in Mia kWh		
	Hydraulische	Thermische	Total
1937	2,218	0,672	2,890
1952	6,361	1,661	8,022
Zunahme in Mia kWh	4,143	0,989	5,132
Zunahme in %	187	147	177

In der österreichischen «Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft» von 1950, Seiten 253/337, werden die bestehenden österreichischen Wasserkraftanlagen von zwanzig berufenen Autoren behandelt und die Ausbaupläne der einzelnen Gebiete im Detail besprochen. In Nieder- und Oberösterreich liegen die beinahe noch unausgebauten Laufwasserkräfte der Donau. Den im eigentlichen Hochalpengebiet erschlossenen und noch zu gewinnenden grossen Wasserkräften sind rd. 2573 Mio m<sup>3</sup> Speichermöglichkeiten zugeordnet.

Die Energiequellen befinden sich hauptsächlich im Vorarlberg und im Tirol, während die Verbrauchszentren in Ober- und Niederösterreich, in Wien und in der Steiermark liegen. Die bestehende 220-kV-Sammelschiene zwischen Kaprun und Wien dient dem Abfluss der Energie von Westen nach Osten; sie soll bis nach dem Vorarlberg verlängert werden und Anschluss an die Illwerke schaffen. Damit wird die österreichische Elektrizitätsversorgung ein starkes Rückgrat erhalten.

Die Vorarlberger Illwerke exportieren seit 1930 mit langfristigen Verträgen rd. 860 Mio kWh jährlich nach Westdeutschland. Nach österreichischen Berechnungen könnten jedoch nach entsprechendem Ausbau, unter Berücksichtigung des Eigenbedarfes, zusätzlich noch an die 20 Mia kWh jährlich für den Export bereitgestellt werden. Die am 1. Dez. 1952 in Innsbruck gegründete Studiengesellschaft für Alpenwasserkräfte in Oesterreich hat den Zweck, diese Möglichkeiten der Gewinnung hochwertiger Speicherenergie für Westeuropa auszuschöpfen. Es gehören ihr an die Deutsche Verbund-

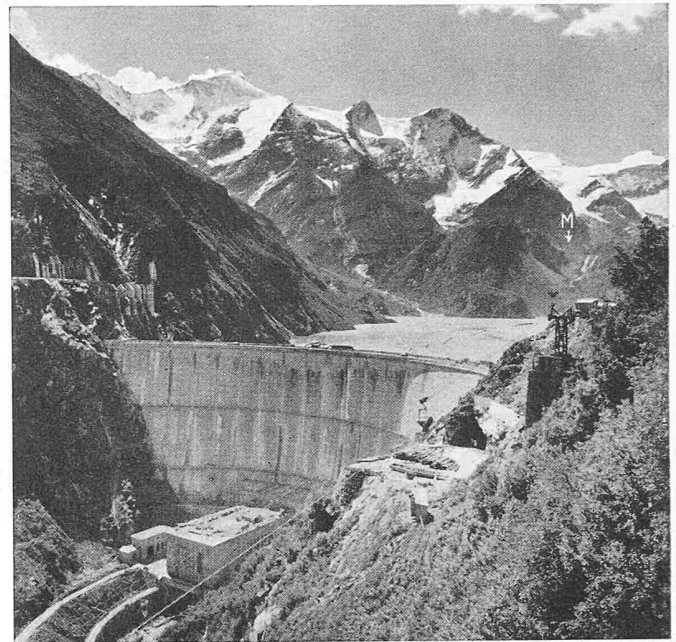


Bild 1. Speicher Wasserfallboden mit Staumauer Limberg und Zentrale der Oberstufe

Tabelle 4. Hauptdaten der Kraftwerkgruppe Kaprun

	Oberstufe	Hauptstufe	Gesamte Anlage
Einzugsgebiete	95,4 km <sup>2</sup>	28,7 km <sup>2</sup>	124,1 km <sup>2</sup>
Mittl. jährl. Wasserspenden:			
Margaritze 1)	140,9 Mio m <sup>3</sup>		
Mooserboden 2)	57,0 Mio m <sup>3</sup>		
Wasserfallboden 3)		53,3 Mio m <sup>3</sup>	251,2 Mio m <sup>3</sup>
Nutzbarer Speichergehalt:			
Margaritze	3,1 Mio m <sup>3</sup>		
Mooserboden	84,0 Mio m <sup>3</sup>		
Wasserfallboden		84,5 Mio m <sup>3</sup>	168,5 Mio m <sup>3</sup>
Ausgenützte Wassermengen	36,0 m <sup>3</sup> /s	32,0 m <sup>3</sup> /s	
Möllüberleitung	20,0 m <sup>3</sup> /s		
Druckstollen:			
Länge	4,48 km	7,065 km	
Benetzter Querschn. 4)	8,35 m <sup>2</sup>	8,04 m <sup>2</sup>	
Max. Wassergeschwindigkeit	4,30 m/s	4,0 m/s	
Bruttogefälle	363 ÷ 445 m	809 ÷ 891 m	max. 1254 m
Install. Leistungen:			
Generatoren	2 × 56 000	2 × 45 000 + 2 × 55 000 =	312 000 kW
	= 112 000 kW	200 000 kW	
Pumpen	2 × 78 500 =		
2 × 16,4 = 32,8 m <sup>3</sup> /s	157 000 PS		
Möllüberleitung	2 × 7550 =		
2 × 10,0 = 20,0 m <sup>3</sup> /s	15 100 PS		172 100 PS
Mittlere jährliche Energieerzeugung 5)			
Sommer	66 Mio kWh (44 %)	80 Mio kWh (17 %)	146 Mio kWh (24 %)
Winter	84 Mio kWh (56 %)	385 Mio kWh (83 %)	469 Mio kWh (76 %)
Total	150 Mio kWh (100 %)	465 Mio kWh (100 %)	615 Mio kWh (100 %)

1) 4,0 m<sup>3</sup>/s oder 2,39 m Abflusshöhe, Vergletscherung 60 %  
 2) 2,6 m<sup>3</sup>/s oder 2,62 m Abflusshöhe, Vergletscherung 54 %  
 3) 1,7 m<sup>3</sup>/s oder 1,87 m Abflusshöhe, Vergletscherung 14 %  
 4) φ 3,26 bis 3,20 m  
 5) Ohne Pumpenergie

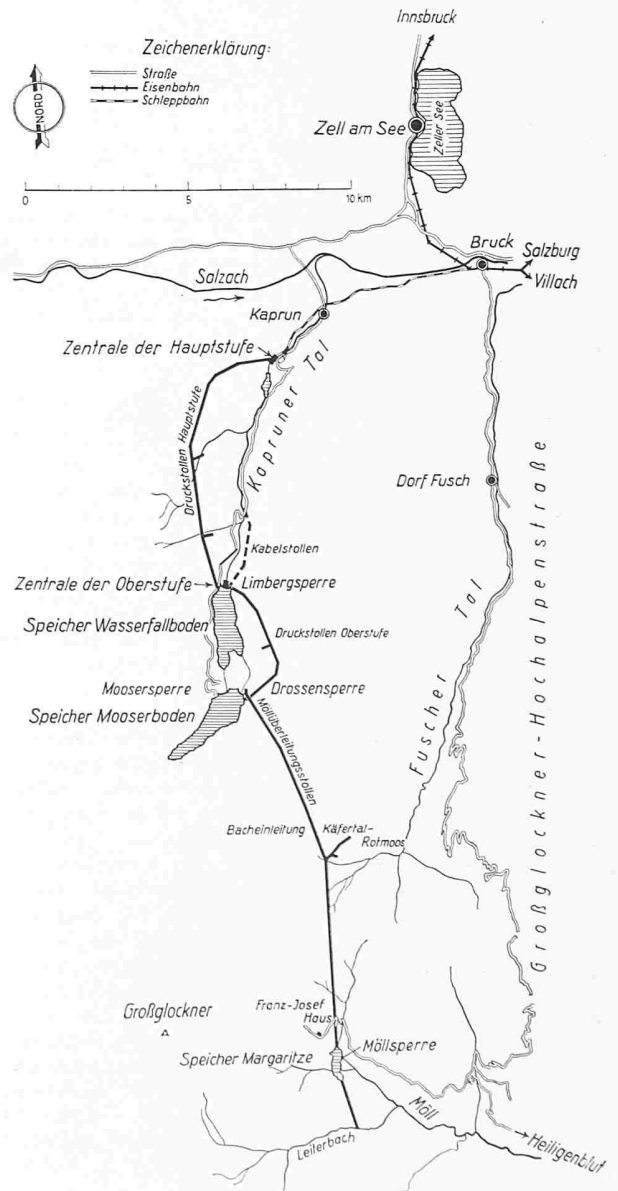


Bild 2. Kraftwerkgruppe Glockner - Kaprun, Uebersichtsplan 1:225 000

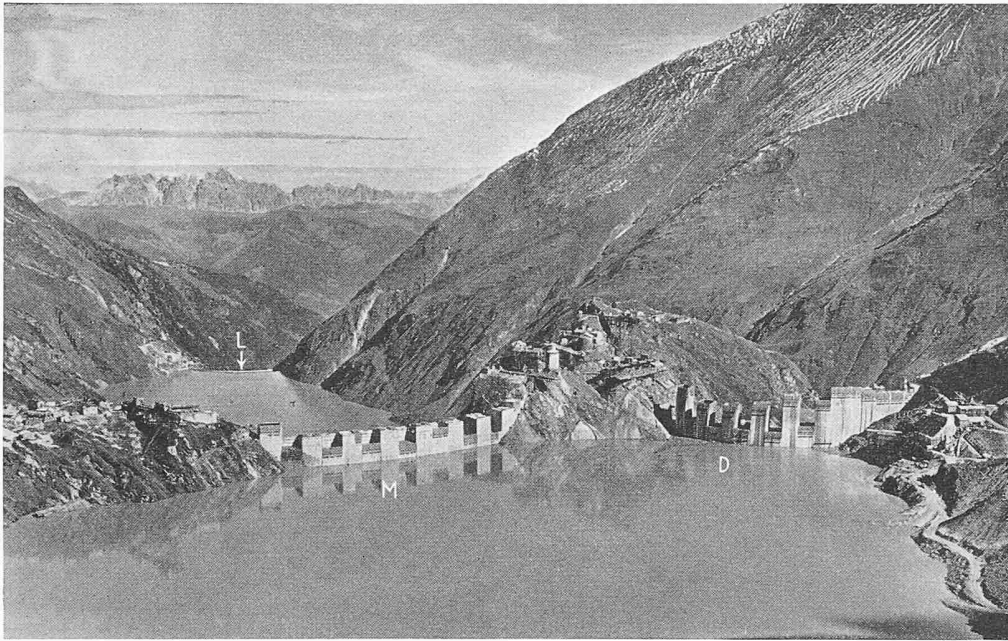


Bild 4. Speicher Mooserboden mit den Mauern Mooser (M) und Drossen (D), dazwischen die Höhenburg. Im Hintergrund die Limbergssperre (L). Bauzustand am 25. Sept. 1954

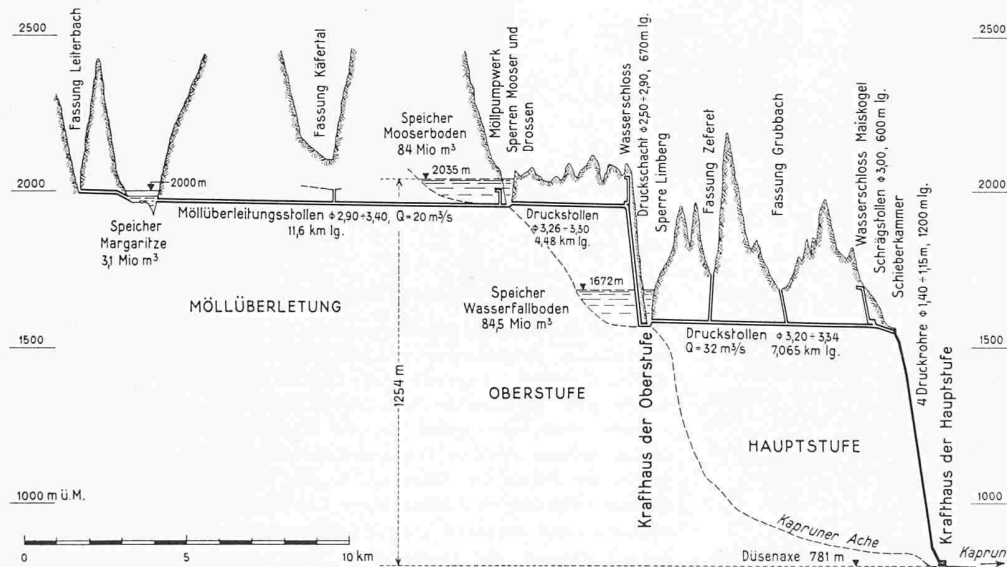


Bild 3. Kraftwerkgruppe Glockner-Kaprun, Längenprofil. Längen 1:225 000, Höhen 1:23 500

gesellschaft, die Electricité de France, die Società Energia Elettrica (SENEL) in Rom und die Oesterreichische Verbundgesellschaft.

Kernstück der österreichischen Energieversorgung wird auf längere Zeit die teilweise betriebene, z. T. noch im Bau sich befindende Kraftwerkgruppe Glockner-Kaprun der Tauernkraftwerke AG. in Zell am See sein.

**Kraftwerkgruppe Glockner-Kaprun**

Der Ausbau der Wasserkräfte im Gebiet der Hohen Tauern (Grossvenediger 3660 m ü. M. bis Grossglockner 3797 m ü. M.) mit einem gesamten Einzugsgebiet von 1616,8 km² und einer möglichen Energieerzeugung von 3,17 Mia kWh ist in dieser Zeitschrift schon 1948 eingehend behandelt worden [9]. Die Umstände, die zu der heute im Entstehen begriffenen reduzierten Anlage geführt haben, die überaus bewegte Geschichte dieses immer noch ausserordentlichen Werkes hat sodann Prof. Dr. Grengg fesselnd dargelegt [10].

Auf 11 km Länge wird ein Gefälle von 1254 m (11 %) in zwei übereinander liegenden Staubecken von 168,5 Mio m³ nutzbarem Inhalt und zwei Kraftwerken mit 312 000 kW installierter Leistung ausgenützt. Von dem 124,1 km² grossen Einzugsgebiet, das von den beiden Speichern kontrolliert wird und das zu 39 % vergletschert ist, liegen 64 km² oder

51 % südlich der Wasserscheide sowie des Grossglockners, im Einzugsgebiet des Adriatischen Meeres. Die Abflüsse dieser Seite kommen zur Hauptsache vom mächtigen Pasterzen-Kees, dem grössten Gletscher Oesterreichs, der allen Besuchern der Franz-Joseph-Höhe an der Grossglocknerstrasse bekannt ist. Sie werden im kleinen Speicher Margaritze gesammelt. Die Ueberleitung des Wassers nach der Nordseite erfolgt durch den 11,6 km langen Möll-Stollen von 2,90 ÷ 3,40 m lichter Weite; in einem Pumpwerk von max. 80 m Förderhöhe wird es dort in das obere Staubecken Mooserboden gepumpt.

Die untere Stufe der Kraftwerkgruppe wurde 1938 Hals über Kopf in Angriff genommen, bevor das Wesentlichste hinsichtlich Projekt und Ausführung festlag. Ausserordentlich schwierig war es, in dem engen und steilen oberen Talabschnitt die für Barackenlager, Werkstätten und Magazine nötigen einigermassen ebenen Plätze zu finden, die nicht überstaut werden sollten und lawinensicher lagen, denn oberhalb des Kesselfall-Alpenhauses (1038 m ü. M.) gehen im Winter von beiden Talhängen über 15 schwere Lawinen nieder. Dieses Vordringen in gefährdete Lawinengebiete, der überstürzte Baubeginn und die durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten sind die wesentlichsten Eigentümlichkeiten der bemerkenswerten Hochgebirgsbaustelle. Die Hauptdaten der

Kraftwerkgruppe sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Die drei Staubecken werden durch fünf Staumauern gebildet, die nachstehend kurz beschrieben seien [11].

*Speicher Margaritze* (Staukote 2000 m ü. M.)

Zwei Mauern schliessen die Talrinnen der Margaritze und der Möll beidseitig des Margaritzenkopfes. Beides sind Abflüsse des Pasterzen-Gletschers, während von Osten der Pfandbach in das Staubecken mündet und von Westen her der Leiterbach eingeleitet wird. Noch vor wenigen Jahrzehnten lag das Staubecken unter dem Gletscher. Man rechnet mit dem Abschmelzen des Eises im Wasser, wenn die Pasterze wieder vorstossen sollte, denn Pfandbach und Leiterbach kommen aus wenig vergletscherten Einzugsgebieten und bringen wärmeres Wasser.

Die *Staumauer Margaritze* (Südsperrre) ist eine gekrümmte Gewichtsmauer, Radius 150 m, Höhe 40 m, Kronenlänge 172 m, 33 000 m³ Beton, 2 m breite Mauerkrone als Ueberlauf für Hochwasser bis 210 m³/s ausgebildet. Die *Staumauer Möll* (Nordsperrre) ist eine Gewölbemauer, Radius der Mauerkrone 60,5 m, Gesamthöhe der Mauer, einschliesslich 34 m Pfropfen in der Erosionsrinne 92 m, Kronenlänge 170 m, Kronenbreite 2,85 m, grösste Breite des Mauerfusses 7,3 m, 35 000 m³ Beton PC 250 kg/m³ mit 0,45 % Frioplast.





Bild 7. Speicher Margaritze mit Möllsperre, Pasterzengletscher und Grossglockner

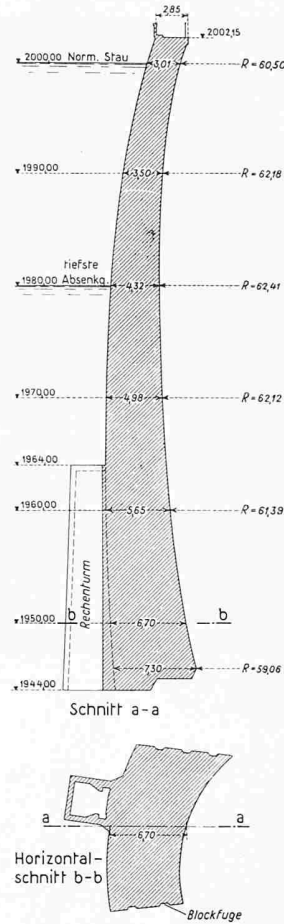


Bild 5. Möllsperre, Querschnitt 1:650

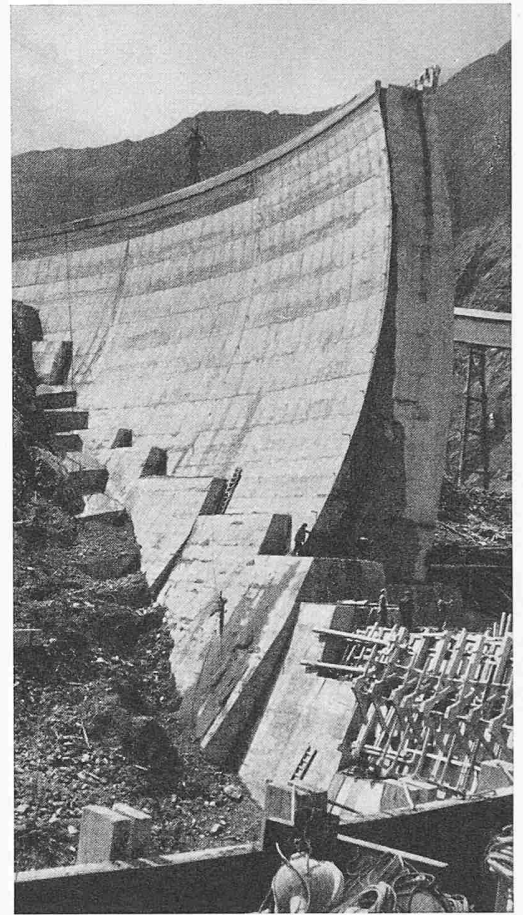


Bild 6. Die Möllsperre im Bau

In Hinsicht auf die Verlandung des Beckens wurde die Mauer auf innern Erddruck gerechnet.

Der Zement für diese zwei Baustellen ist mittels einer 6 km langen Seilbahn von Heiligenblut an der Grossglocknerstrasse antransportiert worden. Ueber den Winter wurden Personen und Material für den Möllstollen befördert. Der Baustrom kam aus dem Baukraftwerk Heiligenblut (3200 kW).

*Speicher Mooserboden* (Staukote 2035 m ü. M.)

Auch dieses Staubecken wird durch zwei Mauern gebildet, die die beiden Talläufe westlich und östlich des Felskopfes der Höhenburg abriegeln. Im Mooserboden wurden die Zuschlagstoffe für den Bau der Staumauer Limberg gewonnen, aufgearbeitet und mittels einer Seilbahn von 300 t Stundenleistung abgeführt. Die Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen dienen nun auch für den Bau der Moosersperre und der Drossensperre, während die abgeänderte Seilbahn den Zement zu der zentralen Betonfabrik auf der Höhenburg bringt. Von der Limbergsperre her besteht eine Zufahrtsstrasse von max. 12 % Steigung.

Die beiden Mauern, seit 1951 im Bau, sollen 1955 fertiggestellt werden. Umfangreiche Zementeinpressungen sind vorgesehen, da der Kalkglimmerschiefer des Glocknermassives zum Teil klüftig ist (Höhenburg).

Die *Staumauer Mooser* (Westsperr) ist eine gekrümmte Gewichtsmauer, Radius 425 m, Höhe 106 m, Kronenlänge 472 m, 680 000 m<sup>3</sup> Kernbeton PC 150 und Vorsatzbeton PC 250 kg/m<sup>3</sup>, wasserseitig 4,0 m, luftseitig 3,0 m dick, beide mit Frioplastzusatz. Die *Staumauer Drossen* (Ostsperr) ist eine schwere Kuppelmauer, Radius der Mauerkrone 200 m, Scheitelstärke 7,0 m, Kämpferstärke 9,4 m, Höhe 112 m, Kronenlänge 375 m, 360 000 m<sup>3</sup> Beton PC 250 kg/m<sup>3</sup> mit Frioplastzusatz. Die Trennung des Feinsandes mittels Rheax-Schlammapparat in Feinstteile unter 0,09 mm, die ausgeschieden werden und in die Komponenten 0,09 bis 0,8 und 0,8 bis 3 mm wird auf diesen Baustellen erstmals praktisch angewendet [12]. Maximalkorn 120 mm.

*Speicher Wasserfallboden* (Staukote 1672 m ü. M.)

Die *Staumauer Limberg* sollte im Jahre 1939 als Pfeilerkopfmauer gebaut werden, wofür Prof. Dr. Stucky ein baureifes Projekt ausgearbeitet hatte. Nach dem Angriff der englischen Luftwaffe auf die Eder- und Möhnetalsperren stiegen aber, wie später in der Schweiz, die Ansprüche der militärischen Stellen hinsichtlich Sicherheit gegen Luftangriffe so stark an, dass dabei die Vorteile der aufgelösten Mauer (450 000 m<sup>3</sup> Beton statt 750 000 m<sup>3</sup> für eine Gewichtsmauer) bald verloren gingen. Schliesslich wurde eine Bogenmauer gebaut, die bestmöglich den schon bestehenden Bauinstallationen und dem ausgeführten Aushub angepasst wurde. Der Bau dauerte von 1939 bis 1951, wobei von Ende 1948 an betoniert worden ist. Die Bogengewichtsmauer ist unsymmetrisch, leicht doppelt gekrümmt, mittlerer Radius der Mauerkrone 187,8 m, Kronenlänge 354 m, mittlere Kronenbreite 6 m, grösste Breite des Mauerfusses 39,5 m, Höhe 119 m, 446 000 m<sup>3</sup> Beton PC 250÷260 kg/m<sup>3</sup> mit 1 % Plastiementzusatz. Alle 15 m wurden radiale, 1,2 m breite Fugen offen gelassen, die nach Abkühlung der anstossenden Blöcke, d. h. zu Beginn der nächstjährigen Arbeitsperiode ausbetoniert wurden. Um möglichst viel Einstauhöhe zu gewinnen, schloss man diese Fugen teilweise bis zu 30 m Höhe mit hölzernen Dammbalken. Neben dem Grundablass ist rechtsufrig ein Hochwasserüberfall vorhanden.

Die drei Zentralen sind folgendermassen angeordnet: Die *Pumpstation der Möllüberleitung* liegt als Kaverne östlich der Drossensperre, die *Zentrale Oberstufe* mit Druckschacht [13] am Fusse der Staumauer Limberg. Die zwei Turbinenausläufe sind gleichzeitig Einläufe der Pumpsätze, die das Wasser in das Staubecken Mooserboden drücken. Rd. 200 Mio kWh hochwertige Energie werden aus minderwertiger Energie mittels der Pumpspeicheranlage zu gewinnen sein. Die *Zentrale Hauptstufe* in Kaprun ist katastrophensicher in Form eines Bunkers in den linken Talhang hinein gebaut. Auf dem rechten Ufer der Kapruner-Aache liegt die Freiluftschaltanlage, durch einen unterirdischen Kabelstollen mit der Zentrale ver-

bunden. Eine Eigenbedarfsanlage mit kleiner Staumauer oberhalb der Zentrale vervollständigt das Werk.

Die sachgemässe Erschliessung des Tales für den Verkehr zu den Baustellen und den Betriebsanlagen war, wie bei allen Hochgebirgsbauten, von ausschlaggebender Bedeutung. Die Basis Kaprun bleibt mittels 6,8 km Zufahrtsgleis mit dem Netz der österreichischen Bundesbahn verbunden. Der Zement wurde anschliessend über eine 7,4 km lange Seilbahn, mit 35 t Förderleistung pro Stunde, nach der Betonfabrik Limberg befördert. Die Seilbahn geht heute 3,5 km weiter bis zum Johnstonturm auf der Höhenburg.

Eine durchgehende Strasse bis zum Mooserboden war bei den bestehenden Geländebeziehungen ausgeschlossen. Die vorhandene 7 km lange Kesselfall-Strasse ist um 1,6 km bis an die Lärchenwand auf Kote 1209 verlängert worden (maximale Steigung 12 %). Anschliessend folgt ein Schrägaufzug von 60 t Tragkraft mit Zwischenstation auf Kote 1579 für die Zufahrt zur Zentrale Oberstufe und Bergstation auf 1640 m ü. M., für die Mauerkrone Limberg mit Anschluss an die Strasse nach dem Mooserboden. Der Schrägaufzug bietet Platz für Lastwagen mit Anhänger. Im Winter dient der Kabelstollen mit Schrägaufzug, der etwas unterhalb dem Kesselfall-Alpenhaus beginnt, als unterirdischer Zugang zur Zentrale Oberstufe.

Ausführliche Darstellungen der Hauptstufe und der Limbergstaumauer finden sich in den 52 Aufsätzen massgebender Mitarbeiter, die zu einer eindrucksvollen Festschrift vereinigt, von der Tauernkraftwerke AG. zum Anlass der Fertigstellung herausgegeben worden sind [14].

#### Literaturverzeichnis

- [1] O. Vas: Die Bedeutung der österreichischen Wasserkräfte für Mitteleuropa. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1953, S. 163/173.

- [2] L. Wolf, W. Pietsch & J. Frohnholzer: Systematik der Wasserkräfte der Bundesrepublik Westdeutschland. Stand September 1951. München.
- [3] M. Ungaro: Sources d'énergie italiennes et développement de leur utilisation. Rapport N° 22, 4<sup>e</sup> Weltkraftkonferenz, London 1950.
- [4] M. Rousselier: L'inventaire des ressources hydro-électriques potentielles Françaises. «Travaux» 1954, S. 737/744.
- [5] E. Meyer-Peter, H. Eggenberger, A. Zwiggart & A. Strickler: Uebersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1953, p. 231/241.
- [6] Associazione Nazionale Imprese Produttrici e Distributrici di Energia Elettrica ANIDEL: Relazione del Consiglio all'Assemblea dei Soci. Roma, 10 luglio 1953. «L'Energia Elettrica» 1953, p. 609/658.
- [7] H. Link: Die Speicherseen der Alpen. Zürich 1953, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Verbandsschrift Nr. 31.
- [8] F. Bolens: Aspects de l'économie électrique suisse sur le plan européen. «Bulletin Technique de la Suisse Romande» 1953, p. 205/209.
- [9] H. F. Kocher: Ausbau der Wasserkräfte in den Hohen Tauern. «Schweiz. Bauzeitung» 1948, S. 35/47/62.
- [10] H. Grengg: Das Grossspeicherwerk Glockner-Kaprun. Schriftenreihe des Oesterreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, Heft 23. Wien 1952, Springer-Verlag.
- [11] H. Link: Neuere Talsperrenbauten in Oesterreich. «Die Bau-technik» 1953, S. 96/103.
- [12] O. Frey-Bär und M. Kohn: Die Sandtrennung als Mittel zur Qualitätsverbesserung des Staumauerbetons. «Schweiz. Bauzeitung» 1954, S. 107/110.
- [13] A. Brandestini: Prepaht-Verfahren bei Druckschacht-Auskleidungen. «Schweiz. Bauzeitung» 1954, S. 755/759.
- [14] Tauernkraftwerke AG., Zell am See: Die Hauptstufe des Tauernkraftwerkes Glockner-Kaprun. Festschrift herausgegeben anlässlich der Fertigstellung der zum Krafthaus Kaprun-Hauptstufe gehörenden Anlagen. September 1951.
- [15] J. Götz: Tauernkraftwerk Glockner-Kaprun, 1. bis 6. Auflage. Zell am See. Tauernkraftwerke AG.

Fortsetzung folgt

## Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern

DK 621.18

Die Geschäftsstelle dieses Vereins hat im Jahre 1954, wie dem 86. Jahresbericht zu entnehmen ist, 7230 Dampfkessel, 2023 Dampfgefässe, 7332 Druckbehälter, also insgesamt 16 585 Apparate kontrolliert. Ein scharfer Unfall trat im Berichtsjahr auf, der ein Todesopfer erforderte: An einem Autoklaven zum Dämpfen von Garnbobinen mit einem Rauminhalt von 5 m<sup>3</sup> versagte die Schnellverschlussvorrichtung, wodurch der Deckel explosionsartig aufgeschlagen wurde und den Werkmeister tötete. Der letzte Schadenfall mit tödlichem Ausgang ereignete sich 1935 infolge Bersten eines Ventils. Bei beiden Fällen lagen die Ursachen nicht an den eigentlichen Druckgefässen, sondern an Zubehörteilen; man ersieht hieraus, wie wichtig es ist, auch diese Teile mit aller Sorgfalt zu beachten. An allen übrigen überwachungspflichtigen Objekten sind glücklicherweise keine schweren Störungen aufgetreten. Ueber kleinere Schäden gibt folgende Liste Auskunft:

Explosion infolge Material-, Ausführungs- oder Bedienungsfehler	3
Ein- bzw. Ausbeulungen infolge Wassermangel oder anderen Ursachen	23
Abzehrungen, Materialschwächungen durch Korrosion, chemische oder mechanische Einflüsse	160
Rissbildung, Anbrüche an Krepfen und Undichtheiten	100
Rohrschäden	46
Rauchgasexplosionen	keine
Oeldampfexplosionen in Verbindung mit Oelfeuerungen	6

Natürgemäss bedeutet die zusätzliche Beanspruchung durch direkte Einwirkung der Flamme, wie sie bei Dampf- und Heisswasserkesseln mit ihren Vorwärmern vorkommt, eine Hauptursache für Schäden. Insgesamt sind hier 231 Fälle zu nennen. Bemerkenswert ist der Hinweis über das mittlere Alter von 46 Kesseln, bei welchen schwerwiegendere Reparaturen durchgeführt werden mussten oder gar Ersatz zu verlangen war. Dieses Alter betrug 31 Jahre.

Neben der sehr aufschlussreichen Erörterung einzelner Schadenfälle befasst sich der Bericht mit einigen aktuellen wärmewirtschaftlichen Fragen. Zunächst wird auf die eingetretene Verbesserung der Versorgungslage mit festen und flüssigen Brennstoffen bei gleichzeitiger wesentlicher Verrin-

gerung der für Elektrokessel disponiblen Energie hingewiesen. Die gesamten Importe an festen Brennstoffen betragen im Jahre 1954 2,796 Mio t (Vorjahr 2,345 Mio t), an flüssigen Brennstoffen 0,983 Mio t (0,716 Mio t). Der Mittelpreis, franko verzollt Grenze, lag für Steinkohle bei 78 Fr./t (86.10 Fr./t), für flüssige Brennstoffe bei 141.70 Fr./t (162.48 Fr./t).

Von besonderem Interesse ist eine Untersuchung an einem Eckrohrkessel der Firma Buss AG., Basel-Pratteln, von 3 Mio kcal/h maximaler Dauerleistung, der für die Verfeuerung von Sägemehl und Hobelspänen, Langholz (Abfallbretter) bis zu 1 m Länge und Heizöl jeder handelsüblichen Qualität gebaut und zu diesem Zweck mit zwei getrennten Feuerungseinrichtungen ausgerüstet ist, nämlich mit einer mechanischen Unterschubfeuerung mit zwei Retorten der Firma Kerag, Richterswil, und mit einem aus schwach geneigten, wassergekühlten Rohren bestehenden Planrost für die Verfeuerung von Grobholz mit darüber angeordnetem ausschwenkbarem Oelbrenner (regulierbarer Oeldruckzerstäuber von Ing. W. Oertli AG., Zürich). Die Versuche ergaben bei einer Nutzleistung von 2,50 Mio kcal/h einen Gesamtwirkungsgrad (einschliesslich Vorwärmer) von 89,1 % bei Betrieb mit Oel allein (Heizöl IV). Bei Betrieb mit Spänen allein und einer Nutzleistung von 1,68 Mio kcal/h wurden 83,0 % gemessen und bei kombiniertem Betrieb und 3,66 Mio kcal/h Nutzleistung 87,2 %. Mit der Spänefeuerung allein konnte die Nutzleistung über 2 Mio kcal/h gesteigert werden. Diese neuartige Lösung stellt eine weitere Möglichkeit zur wirtschaftlichen Verfeuerung von Holzabfällen mit Heizöl dar; die Idee der getrennten Feuerräume erscheint geeignet, gegebenenfalls auch für andere Brennstoffkombinationen angewendet zu werden.

Die vermehrte Verwendung von Heizöl gab Anlass zur Durchführung von Vergleichsversuchen zur Ermittlung der Wirkungsgradverbesserung, die bei einem Wechsel von Kohle auf Oel zu erwarten ist. Solche Versuche konnten an zwei Flammrohr-Kesseln von 80 bzw. 112 m<sup>2</sup> Heizfläche durchgeführt werden, von denen der erste mit einem handbeschiekten Planrost und der zweite mit mechanischer Unterschubfeuerung ausgerüstet war. Beide Kessel erhielten nachher Schwerölbrenner mit Dampfzerstäubung. Die Versuche wurden zuerst