

Die Speicherpumpenanlage Palü der Kraftwerke Brusio (Schweiz)

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **35 (1943)**

Heft 5

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-921322>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

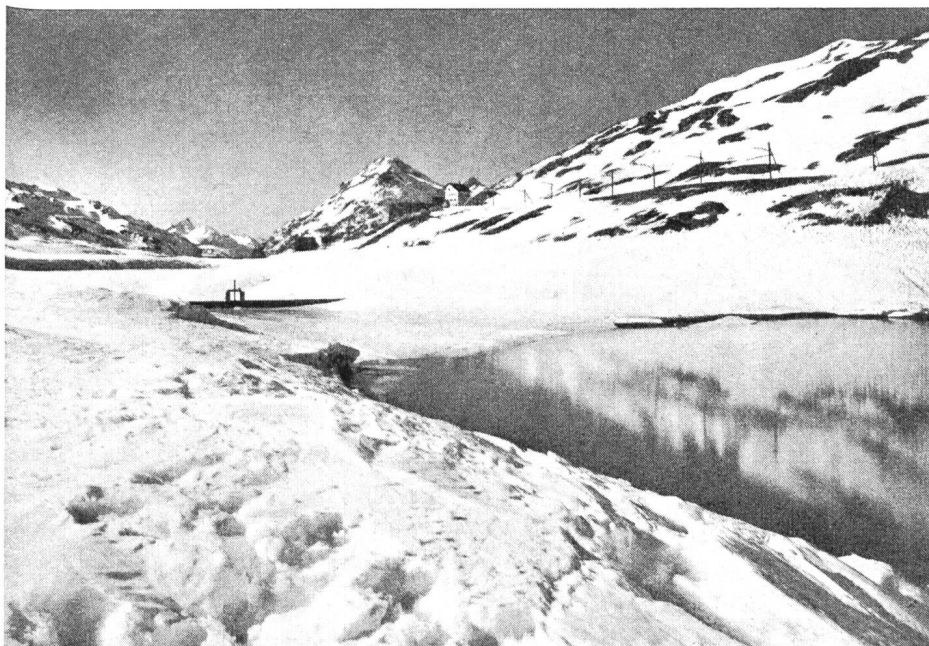


Abb. 1 Staubecken Lago della Scala der Berninaseen auf 2237,66 m ü. M. bei abgesenktem Seespiegel.

(Nr. 7141 BRB 3. 10. 39)

Die Speicherpumpenanlage Palü der Kraftwerke Brusio (Schweiz)

Die Kraftwerke Brusio AG. verwerten die Wasserkräfte im Tale von Poschiavo am Südhang der Berninagruppe. Der natürliche oberste Punkt der ausgenützten Gefällstufe liegt in einem schmalen Landstreifen, der die Wasserscheide des Inn- und Poflussgebietes bildet und die Seen Lago Bianco und Lago Nero trennt. Durch künstlichen Aufstau der beiden Seen Lago Bianco und Lago della Scala (Abb. 1) ist der frühere natürliche Seespiegel von Kote 2230,66 auf zunächst 2236,16 m ü. M. erhöht worden. Dieses Stauziel hat im vergangenen Jahr auf Kote 2237,66 erhöht werden können, womit ein gesamter verwertbarer Stauinhalt der zwei Seen von 17,2 Millionen m³ geschaffen worden ist. Der unterste Punkt der Gefällstufe fällt mit der Mündung des Poschiavinoflusses in die Adda bei Madonna di Tirano im Veltlin auf Kote 419 m ü. M. zusammen. Das ganze Gefälle von 1817 m ist in fünf Kraftwerkstufen aufgeteilt. In den verschiedenen Zentralen werden insgesamt etwa 105 000 PS elektrische Energie erzeugt, die einerseits die Bedürfnisse der Talschaft deckt und andererseits die Elektrizitätswirtschaft der Nordschweiz und der Lombardei unterstützt.

Die genannten und die weiteren im Zuge der ganzen Kraftwerkgruppe liegenden Seen wurden der äusserst sorgfältig gehandhabten Bewirtschaftung der hydraulischen Energie dienstbar gemacht. Zahlreiche Kunstbauten, wie Dämme, Staumauern usw., erhöhen den verwertbaren Inhalt dieser Seen. Ausserdem ist auf der Alp Palü ein künstliches Ausgleichs-

becken angelegt worden, dessen nutzbarer Inhalt 165 000 m³ beträgt und das in einem zweiten grossen Ausbau zu einem Stausee von etwa 6 Millionen m³ Inhalt erweitert werden soll. Damit hat die ganze Kraftwerkgruppe bis hinunter zur Adda jene Speicherfähigkeit und hydraulische Elastizität erhalten, die nötig sind, um den während des Jahres erforderlichen wasserwirtschaftlichen Ausgleich schaffen zu können.

Die Ausgleichsmöglichkeiten und besonders der Aufstau der Berninaseen sind indessen an gewisse behördliche Bedingungen geknüpft. Um sie zu erfüllen, ist in der obersten Anlage, d. h. in dem seit Dezember 1927 in Betrieb befindlichen Kraftwerk Palü beim Bau ein Speicherpumpenraum vorgesehen worden, der aber erst im Jahre 1941 maschinell ausgerüstet wurde. Die Anlage Palü ist mit der nächsten Stufe, der Anlage Cavaglia, mit allen Einrichtungen als Spitzenwerk — im Hinblick auf den Parallelbetrieb mit Zentralen anderer hydraulischer Verhältnisse — bemessen worden. Die Hauptdaten der Anlage Palü sind:

Die Leistung beträgt 10 500 kW bei einem höchsten Bruttogefälle von 281 m, das nach dem Ausbau auf etwa 282,5 m erhöht wird. Ausgenützt wird das Wasser der Berninaseen, deren Einzugsgebiet 11,13 km² beträgt. Die Wasserfassung befindet sich in der Staumauer am Lago della Scala. Ein Verbindungsrohr von 1600 mm Durchmesser und ein Zulaufstollen von 1600 × 2000 mm, die zusammen rund 1050 m lang sind und unter Druck

stehen, verbinden die Wasserfassung mit dem Wasserschloß von 4 m Durchmesser und 30 m Höhe bei Sasal-Masone. Die hier anschließende Druckleitung von 1350 bis 1050 mm Durchmesser und 1285 m Länge ist teils in das Terrain eingegraben, teils in Felsstollen untergebracht und reicht bis zur Zentrale Palü hinunter. Das ausgenützte Wasser wird entweder in das Ausgleichsbecken, oder in die Druckleitung der tiefer liegenden Anlage Cavaglia weitergeleitet. Der hydraulische Teil der ganzen Anlage ist für eine höchstdurchfließende Wassermenge von 4,4 m³/sec bemessen.

Die Zentrale Palü (Abb. 2 und 3) steht auf einem Felskopf über der Kote 1952 des zukünftigen Palü-Sees. Durch stockweise übereinander angeordnete Maschinenräume hindurch ist eine einzige vertikale Gruppe eingebaut worden, die aus den folgenden Maschinen besteht: Einer vertikalen, vierdüsigigen Freistrahlturbine von 14 000 PS Höchstleistung auf Kote 1954,80, einer im Felsschacht auf Kote 1927 untergebrachten vertikalen Francisturbine von 1200 PS Leistung und einem vertikalen Drehstrom-Generator von 10 000 kVA auf Kote 1957,80. Die Francisturbine nützt das verbleibende Gefälle zwischen dem Unterwasserspiegel der Freistrahlturbine und dem Spiegel des Ausgleichbeckens Palü aus.

Der unter dem Maschinenhaus ausgehobene Schacht ist genügend gross, um ausser dem vertikalen Wellenstrang der Maschinengruppe eine Diensttreppe, die Rohrleitung der Wasserführung zur Francisturbine und die Druckleitung der Speicher-

pumpenanlage aufzunehmen. In einem rechten Winkel ist der nötige Raum für den Transportschacht geschaffen worden, der mit einer kleinen 6-Tonnen-Winde des Maschinenhauskrans bedient werden kann. Am Grund des Transportschachtes, auf Kote 1919,75, befindet sich die Endstation der Seilbahn nach der zweitobersten Zentrale Cavaglia auf Kote 1709,80. Neben dem genannten Raum ist schon im Jahre 1927 die Felskammer für die Speicherpumpenanlage ausgesprengt worden. Die Kammer ist 4,6 m breit, 18 m tief, 5,2 m hoch und wird von einem Laufkran von 10 t Tragkraft bestrichen. In der Pumpenkammer sind zwei Sulzer-Speicherpumpengruppen aufgestellt, deren Saugleitungen an die Druckleitung der Zentrale Cavaglia angeschlossen sind, d. h. unmittelbar hinter dem Seeabschlußschieber des durch Aufstau geschaffenen Palü-Sees. Da der Wasserspiegel dieses Sees jederzeit mindestens 4,6 m höher liegt als die auf Kote 1920,40 angeordnete Pumpenachse, fließt das Wasser den Pumpen stets unter Druck zu, so dass sie jederzeit betriebsbereit sind. Die Pumpen entnehmen das Wasser dem Ausgleichsbecken Palü der Anlage Cavaglia und fördern es vorerst durch eine gemeinsame Druckleitung von 550 mm l.W. auf die Höhe des Freistrahlturbinenbodens und von dort 310 m durch die Druckleitung der Zentrale Palü in die Bernina-Seen. Der Anschlußstutzen an diese Druckleitung kurz vor dem Turbinen-Kugelschieber kann durch einen Keilschieber abgesperrt werden. Wie die Abb. 2 zeigt, sind die beiden Pumpengruppen in der

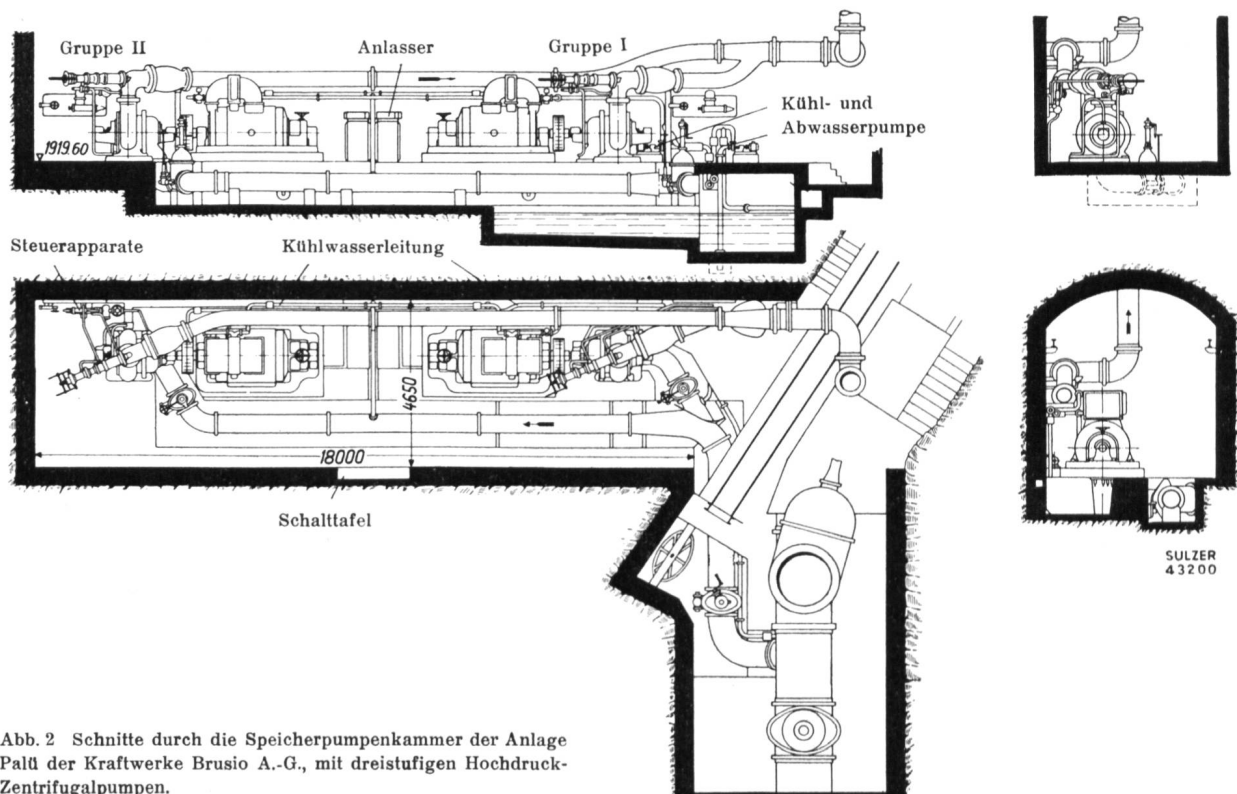


Abb. 2 Schnitte durch die Speicherpumpenkammer der Anlage Palü der Kraftwerke Brusio A.-G., mit dreistufigen Hochdruck-Zentrifugalpumpen.

Längsrichtung der Pumpenkammer angeordnet. Jede der gelieferten dreistufigen Hochdruck-Zentrifugalpumpen ist für folgende Betriebsverhältnisse gebaut:

Fördermenge	l/sec.	375	410	440
Förderhöhe	m mano	317,5	298,75	280
Drehzahl	U/min		1480	
Leistungsbedarf	PS	1972	2025	2060

Die Gehäuse und Deckel jeder Pumpe sind aus hochwertigem Gusseisen, die Lauf- und Leiträder aus Chromstahlguss. Die Welle aus Maschinenstahl ist durch Büchsen aus zinkfreier Bronze geschützt und dreht sich in wassergekühlten Ringschmierlagern. Zwischen Pumpe und Motor ist eine elastische Schwungradkupplung aus Stahlguss angeordnet. Die in die Kupplung eingebaute Schwungmasse dämpft die Druckstosspendelungen in der Druckleitung bei plötzlichen, unerwarteten Stromunterbrüchen. Als Antriebsmotoren sind asynchrone BBC-Drehstrommotoren in Turbobauart verwendet worden, die je für eine Dauerleistung von 2200 PS, eine Drehzahl von 1480 U/min und eine Spannung von 7,5 kV bei 50 Hz. bemessen sind. Die sich drehenden Teile der Gruppen ertragen die Beanspruchungen bei der Durchbrenndrehzahl der Pumpen, falls sie je in den Rückwärtsgang kommen sollten.

In die beiden Saugleitungsanschlüsse ist je ein Abschluss-Schieber von 500 mm l. W. aus Edelmessing eingebaut, der für einen Betriebsdruck von 10 at bemessen ist. Die Druckleitung hat nach jeder Gruppe einen Schnellschluss-Eckringschieber von 400 mm l. W. für 32 at Betriebsdruck und 50 at Probedruck erhalten. Diese Schieber bestehen aus Stahlguss, haben hydraulischen Antrieb mit einstellbarer Schließzeit und werden zuerst schnell und dann langsam geschlossen. Ausserdem können die Schieber bei Stromunterbruch durch hydro-elektrische Steuerung geschlossen werden. Eine Hubbegrenzung gestattet ferner, die Schieber in jeder Stellung festzuhalten. Die statischen Druckhöhen sind:

	min.	max.
Wasserstand im Lago Bianco	2225,50 m	2237,66 m
Wasserstand im Unterwasser	1952,00 m	1925,00 m
	273,50 m	312,66 m

Zwischen diesen Grenzen liegt der Arbeitsbereich der beiden installierten Sulzer-Speicherungspumpen, die ausserdem noch die Druckhöhe der hier allerdings nicht hohen hydraulischen Verluste zu überwinden haben.

Wie der Plan Abb. 2 zeigt, ist für die Lagerkühlung der Elektrogenatoren eine von Gebr. Sulzer gelieferte Kühlwasserpumpe aufgestellt worden. Ferner dient eine horizontale, selbsttätig wirkende Sul-

zer-Abwasserpumpe zum Fortschaffen des in einem Schacht sich sammelnden Tropf- und Sickerwassers. Beide Pumpen werden elektrisch angetrieben.

Da die Berninaseen in einem schönen, von Touristen der ganzen Welt rege besuchten Landschaftsgebiet liegen, war von den Behörden der Höherstau der Seen nur unter der wesentlichen Bedingung genehmigt worden, dass jeweils bis zum 10. Juli der Seespiegel mindestens die Kote 2232,16 erreicht habe. Damit diese Vorschrift sicher erfüllt werden kann, wurde die künstliche See-Auffüllung durch die beschriebene Speicherpumpenanlage verlangt.



Abb. 3 Speicherkraftwerk Palù der Kraftwerke Brusio A.-G., mit dem Ausgleichbecken. Im Hintergrund Piz Palù mit Gletscher. (Nr. 7141 BRB 3. 10. 1939)

Dieser künstliche Zuschuss, der übrigens das vom Palügletscher abfliessende Ueberschusswasser verwertet, trägt natürlich nicht nur der mehr ästhetischen Seite des Aufstaus Rechnung, sondern er erhöht auch die wasserwirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Kraftwerkgruppe, besonders in trockenen Jahren. Denn die rund 310 m hoch gepumpten Wassermengen werden auf dem etwa 1610 m netto betragenden Gefälle bis hinunter nach Tirano ausgenützt.

Die Speicherungspumpenanlage wird im Frühling sofort beim Beginn der Schneeschmelze in Betrieb gesetzt. Zu dieser Zeit sind die abgesenkten Berninaseen noch mit Eis und Schnee bedeckt. Das durch den Stau mitgenommene Uferband ist also noch nicht sichtbar und tritt übrigens nur kurze Zeit während der letzten Schneeschmelze hervor. Ueber den Sommer bis zum Einbruch des Winters sind die durch den Stau zu einem einzigen grossen See vereinigten Lago Bianco und Lago della Scala eine Zierde der Gegend. Die smaragdgrüne Färbung des Spiegels ist durch die grössere Tiefe der aufgestauten Seen noch schöner geworden.

Spr.