

# Kraftwerkprojekte im Unterengadin

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1947)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-921848>

## **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 Ansicht von Zernez, mit Blick gegen das Unterengadin. Links projektiertes Ausgleichbecken beim Bahnhof Zernez und linksseitiger Druckstollen, bis Clüts sichtbar. (Siehe Abschnitt 3, Seite 38.)

### Kraftwerkprojekte im Unterengadin

Das grosse Projekt des Stausees im Rheinwald ist leider gefallen. Gegen den Willen der Talschaft konnte sich niemand — auch nicht die höchste Landesbehörde — entschliessen, der Überstauung des dortigen Kulturlandes und der Umsiedlung seiner Bevölkerung zuzustimmen. Damit ist, worüber in der Öffentlichkeit wie in Fachkreisen Übereinstimmung herrscht, eine ernste Situation für unsere Energiewirtschaft entstanden. Neue Speicherwerke sind dringend nötig. Sollen die dafür erforderlichen Stauseen kein Kulturland vernichten und keine Bewohner vertreiben, dann bleiben bei allem Wasserreichtum in Graubünden zur Hauptsache nur noch Speicher mittlerer oder kleinerer Grösse übrig. Unter diesen Umständen erscheint es angezeigt, eines der wenigen Projekte darzulegen, das noch über einen grösseren Speicher verfügt, ohne Kulturboden unseres Landes in Anspruch zu nehmen. Wir meinen den geplanten Speicher im italienischen *Livignotal*, der zum *Spölwerk* der projektierten Engadiner Kraftwerke gehört. Das Spölprojekt ist durch die öffentliche Diskussion der jüngsten Zeit neben anderen Graubündner Projekten in den Vordergrund des Interesses getreten. Wir lassen daher eine Beschreibung dieses Projektes im Rahmen der geplanten Engadiner Kraftwerke folgen:

#### Engadiner Kraftwerke

Die Ausnützung der Wasserkräfte des Inn mit seinem grossen Einzugsgebiet im Engadin, das im Sommer wasserreich, im Winter wasserarm ist, liegt bis heute — abgesehen von kleineren, lokalen Werken — noch brach, trotz mehrfachen früheren Anläufen für verschiedene Projektstudien. Diese Versuche konnten keine befriedigenden Resultate zeitigen, so lange nicht die Gesamtausnützung des Inn und seiner Nebenflüsse ins Auge gefasst und ein Wasserausgleich zwischen

Sommerüberfluss und Winterniederwasser gefunden wurde. In den sechs Wintermonaten, wo die elektrische Energie am nötigsten ist, fliessen im Engadin z. B. bei Zernez nur ca. 16 % der ganzen Jahresabflussmenge ab. Für eine wirtschaftliche Energiegewinnung in der dortigen Gegend ist deshalb ein grösseres Staubecken unerlässlich. Alle Untersuchungen durch Behörden und Private ergaben jedoch im Flussgebiete des Inn im mittleren Engadin nur eine einzige Möglichkeit für einen grösseren Speicherraum. Dieser wurde im Rahmen des Projektes, das durch das «Konsortium für Engadiner Kraftwerkprojekte» in Zürich ausgearbeitet wurde, im oberen Teil des Spöl, des bedeutendsten rechten Zuflusses des Inn, d. h. im italienischen Livignotal, gefunden. Dort soll auf überwiegend italienischem Gebiet ein grosser Stausee geschaffen wer-

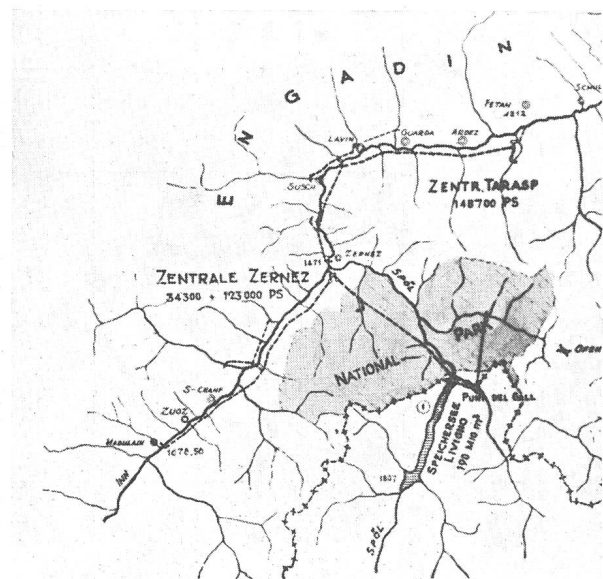


Abb. 2 Uebersicht der projektierten drei Stufen: Spölwerk mit Speichersee Livigno, Madulain-Zernez und Zernez-Tarasp.

den durch Aufstauen des Spöl an der italienisch-schweizerischen Landesgrenze beim Punt del Gall. Die Sperrstelle befindet sich kurz unterhalb der dortigen Grenzbrücke und verläuft quer zum Flusslauf, dessen Flussmitte bei der Staumauer die Landesgrenze bildet. Die Techniker wie die Geologen untersuchten eingehend die Möglichkeiten für die Errichtung einer Sperre in der dortigen Gegend und erklärten übereinstimmend die in Aussicht genommene Stelle als die günstigste. Sie bietet Gelegenheit zur Aufspeicherung von ca. 190 Mio m<sup>3</sup> Sommerwasser für die Niederwasserperiode im Winter. Dieser Wasserausgleich gestattet nicht nur die Errichtung des Spitzenspeichers des Spölwerkes, sondern kommt auch der Ausnützung der unterliegenden Stufen am Inn zugut. Besonders das anschliessend geplante Kraftwerk am Inn von Zernez bis Tarasp benützt wie das Spölwerk das hochwertige Speicherwasser im Livigno. Mit diesen beiden Stufen kann am Inn ein Laufkraftwerk von Madulain bis

Zernez vorteilhaft kombiniert werden. So entsteht oberhalb und unterhalb von Zernez eine zusammenhängende Gruppe von drei Kraftwerken, die sich in die vordere Linie der in Graubünden vorhandenen grösseren Projekte einreihet und vom technischen wie vom wirtschaftlichen Standpunkt aus es verdient, bei der Diskussion und Planung des Ausbaues der Wasserkräfte in Graubünden mitberücksichtigt zu werden.

Die projektierte und bereits zur Konzession angemeldete Wasserkraftnutzung umfasst also neben der bereits erwähnten Ausnützung des Spöl diejenige des Inn in Gestalt folgender drei Stufen:

- Stufe I: Spölwerk  
mit 336 m max. Bruttogefälle
- Stufe II: Madulain-Zernez  
mit 207,5 m max. Bruttogefälle
- Stufe III: Zernez-Tarasp  
mit 259 m max. Bruttogefälle

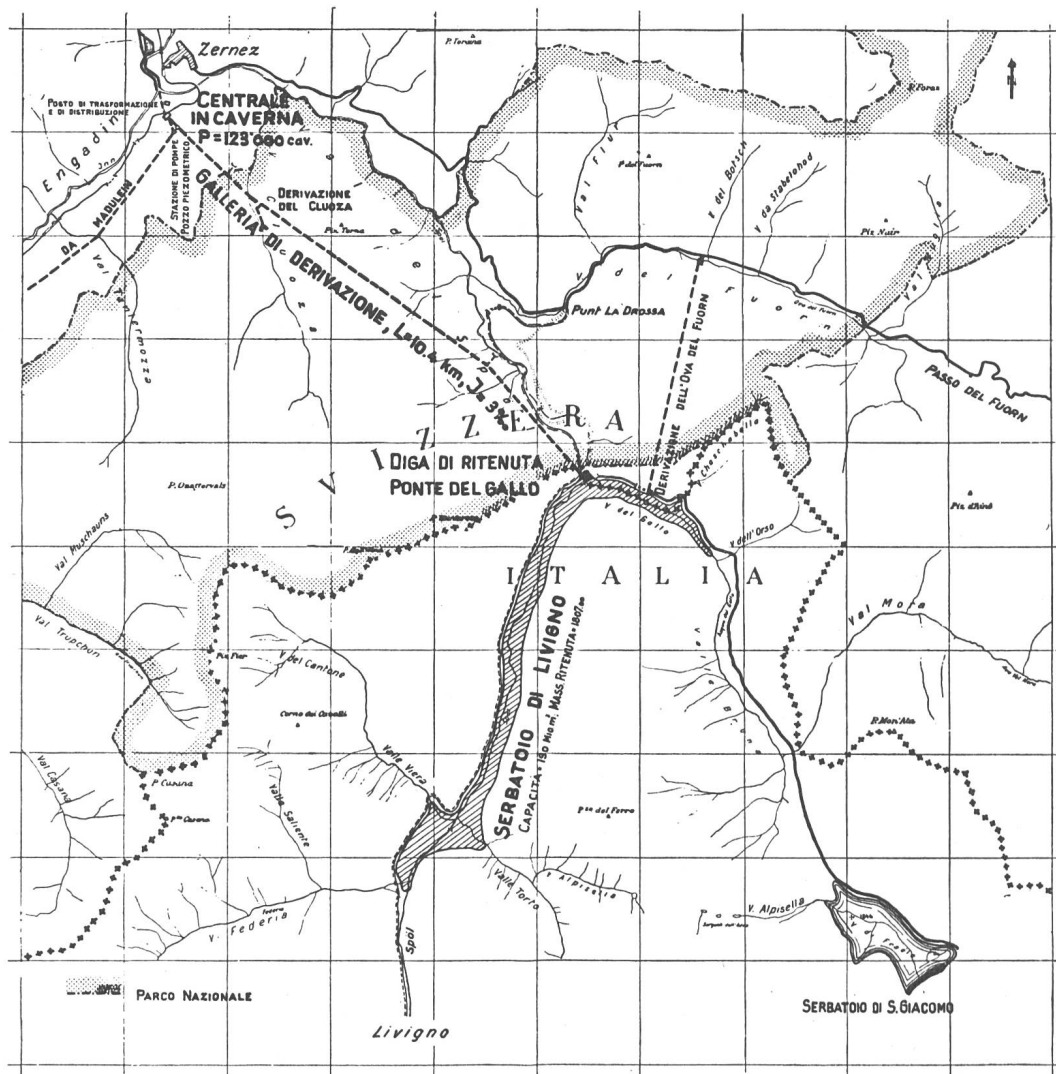


Abb. 3 Uebersichtsplan des Spölwerkes. Maßstab 1 : 150 000.

Die Stufen I und II benützen eine gemeinsame unterirdische Zentrale bei Zernez, die Stufe III eine solche unterhalb Valatscha bei Tarasp. Zur Totalausnutzung des Inn auf der Strecke bis zur Landesgrenze bei Finstermünz unterhalb Martina war ursprünglich eine Stufe IV: Pradella-Vinadi mit 141,8 m max. Bruttogefälle und schmalem, langem Stausee von Martina bis Pradella unterhalb Schuls vorgesehen worden. Zwischen dieser untersten Stufe und den obern drei Stufen, die eine in sich geschlossene Einheit bilden, liegt von oberhalb Tarasp bis unterhalb Schuls ein unausgenütztes Zwischengefälle von 62 m. Die Stufe IV mit Zentrale in Vinadi (Weinberg) zwischen Martina und Finstermünz ist jedoch ein besonderes Projekt, das mit der obern Werkgruppe nicht zusammenhängt und mit ihr nur den Vorteil aus dem Stausee im Livigno teilt. Dieses Projekt bedarf für seine Konzessionierung und seinen Bau der Mitwirkung von Österreich und kommt zurzeit für die Ausführung auch deshalb nicht in Frage, weil die betroffene Bevölkerung dem Stausee im untersten Engadin zum Teil abgeneigt ist.

Für den Ausbau der obern Gruppe bildet der Stausee im Livigno wie gesagt das Kernstück. Durch ihn werden die Stufen dieser Gruppe erst ausbauwürdig. Er gestattet nicht nur die Speicherung des Wassers vom Sommer auf den Winter, sondern ermöglicht auch, die Ausnutzung nach Bedarf auf die Spitzenzeiten mit verhältnismässig hoher Leistung zu konzentrieren. Die in der Doppelzentrale von Zernez und in der Zentrale von Tarasp installierte Gesamtleistung beträgt 306 000 PS an der Turbinenwelle. Damit können in einem Mitteljahr ca. 935 Mio kWh erzeugt werden, wovon auf sechs Wintermonate ca. 460 Mio kWh und auf ebenso viele Sommermonate ca. 475 Mio kWh entfallen.

1. *Kraftwerk am Spöl.* Das Hauptobjekt dieses Kraftwerkes ist der 10 km lange Stausee im Livigno (Staukote 1807 m ü. M.) mit ca. 190 Mio m<sup>3</sup> Nutz-

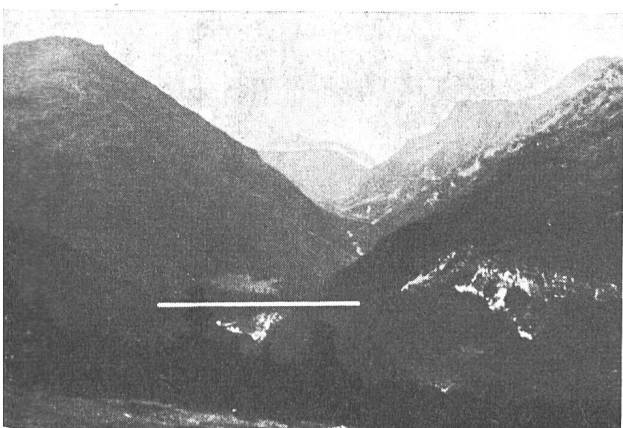


Abb. 4 Sperrstelle unterhalb des Punt del Gall am Eingang der Spölschlucht. Blick gegen Livignotal, links Val del Gall.

inhalt. Am Eingang der Spölschlucht unterhalb des Punt del Gall ist eine Staumauer von max. ca. 125 m Höhe vorgesehen. Der Spöl bildet dort die Landesgrenze, so dass die Staumauer quer zur Grenze zu stehen kommt und beide Staaten, die Schweiz und Italien, berührt. Der Stausee liegt fast ausschliesslich auf italienischem Gebiet und reicht bis zur Mündung des Federiabaches am untern Ende von Santa Maria di Livigno. Ein Teil erstreckt sich auch in das östliche Nebental der Ova del Gall. Die überstauten Täler sind öde, mit von Legföhren spärlich bewachsenen Schutthalden und Kiesbänken. Mit Ausnahme einer kleinen Wiesenfläche am Stauende am untern Ende von Santa Maria di Livigno mit einigen wenigen, nicht das ganze Jahr benützten Häusern und Ställen wird kein Kulturboden in Anspruch genommen. Eine Umsiedlung von Bewohnern kommt nicht in Frage. Die Staumauer und der ganze Stausee liegen überdies vollständig ausserhalb des Schweizerischen Nationalparkes. Das Fundament der Sperre kommt in Rhätkalk und in Hauptdolomit zu liegen, die als standfest und nicht durchlässig erkannt wurden. Klüfte und Gänge mit grösseren Wasserdurchlässen sind nach Ansicht der Geologen nicht zu erwarten. Das Livignotal wird von ihnen als praktisch dicht bezeichnet.

Rechtsseitig soll dem Stausee im Val del Gall ein Teil der Ova del Fuorn zugeleitet und linksseitig dem Druckstollen die Cluozza zugeführt werden. Die beiden kleinen Wasserfassungen dieser Bäche sind die einzigen im Gebiete des Nationalparkes oberirdisch zutage tretenden Bauten. Sie fallen bei ihrer unbedeutenden Ausdehnung nicht auf und können der Gegend unauffällig angepasst werden. Sowohl der Zuleitungstollen der Ova del Fuorn wie der Druckstollen, der das gespeicherte Wasser aus dem Stausee unter dem Massiv des Piz Terza hindurch zum Wasserschloss im Nordostabhang des Murtaröl oberhalb Zernez führt, verlaufen unterirdisch. Jener hat eine Länge von ca. 4 km, dieser eine solche von ca. 10,4 km. Auf die Einbeziehung zweier weiterer Seitenbäche (nämlich der Wasser aus dem Val della Föglia und dem Val dell'Acqua) wurde verzichtet, um dem Spöl möglichst auch in seinem Oberlauf einen ständigen Zufluss zu erhalten. Da, abgesehen von zwei Fenstern des Druckstollens, im Gebiete des Nationalparkes keinerlei Bauten oder Anlagen des Spölwerkes vorgesehen oder nötig sind, indem die Zentrale usw. ausserhalb des Parkgebietes zu liegen kommt, beschränkt sich die Inanspruchnahme des Parkes auf die bereits erwähnten unbedeutenden Bachfassungen. Charakter und Gestaltung des Parkes werden somit von dem Projekte des Spölwerkes nicht in Mitleidenschaft gezogen. Ob das bestehende internationale Fahrsträsschen aus dem Zollausschuss-

gebiete des Livigno bis zur schweizerischen Zollstation von Punt la Drossa, das sehr reparaturbedürftig ist, erneuert oder im Interesse der Erhaltung eines von ihm durchfahrenen besonders schönen Teiles des Parkes mehr in die unzugängliche Schlucht des Spöl (und zwar im oberen Teil eventuell linksseitig) verlegt werden soll, bleibt im Einvernehmen mit den für die Verwaltung des Parkes zuständigen Stellen sowie mit den übrigen kompetenten Behörden noch abzuklären. Da in Aussicht genommen ist, die ausserhalb des Parkgebietes gelegene Staumauer und einen Teil der anschliessenden Stollen von der italienischen Seite her zu erstellen und dazu Arbeiter und Material aus Italien beizuziehen, wird der Park auch während der Bauzeit nur in äusserst geringem Masse benützt. Insbesondere sind für die genannten Bauarbeiten keine Arbeiterunterkünfte und keine Materialtransporte im Parkgebiet vorgesehen.

Der geringen Wasserführung des Spöl nach Erstellung des Stausees steht der ausgleichende Einfluss der grossen Seefläche gegenüber. Sie verdunstet jährlich ca. 3 Mio m<sup>3</sup>, was das Niederschlagsregime in der ganzen dortigen Gegend, die eher an Trockenheit leidet, günstig beeinflussen wird. Um in einem extremen Trockenjahr den Wasserhaushalt im Gebiete des Stausees auszugleichen und seine Füllung rechtzeitig sicherzustellen, soll nach Errichtung der Stufe II im Wasserschloss dieser Stufe, das ebenfalls in den Nordabhang des Murtaröl zu liegen kommt, eine Pumpe installiert werden, die Wasser aus dem Inn während der Nacht und über das Wochenende unter Verwendung von Überschussenergie in das Wasserschloss der Stufe I, d. h. des Spölwerkes, hinaufpumpt und von dort in den Stausee im Livigno befördert. Diese Pumpe hat nur den Gefällsunterschied der beiden Wasserschlösser mit ca. 135 m zu überwinden.

Vom Wasserschloss der Stufe I führt ein steiler, gepanzerter Druckschacht zur unterirdischen Zentrale bei Zernez. In der Kaverne dieser Zentrale soll später auch die Zentrale der Stufe II untergebracht werden. Die ganze Kaverne kommt in gesunden Gneis zu liegen und ist vom Bahnhof Zernez aus durch ein Zufahrtgeleise von ca. 900 m Länge ebenerdig zu erreichen. Für das Spölwerk sind drei Maschinengruppen mit Francis-Turbinen von zusammen 88 000 kW Leistung vorgesehen. Sie sollen eine Wassermenge von max. 42 m<sup>3</sup>/s ausnützen. Es bleibt vorbehalten, diese Spitzenleistung durch Vergrösserung der auszunützenden Wassermenge noch zu erhöhen, was ohne weiteres möglich ist. Die schnelllaufenden Drehstromgeneratoren sind mit Luftrückkühlung durch eingebaute Wasserkühler vorgesehen. Die Transformatoren und andern Nebenapparate werden in einer besondern Kaverne parallel zu der-

jenigen der Zentrale untergebracht, während die Freiluftstation mit der Schalt- und Verteilanlage am Fusse des Murtaröl Aufstellung finden soll. Das Unterwasser wird durch einen Kanal aus der Kaverne abgeführt und bei der Mündung des Spöl in den Inn geleitet.

2. *Kraftwerk Zernez.* Wie erwähnt wird in der Kavernenzentrale Zernez neben der Stufe I am Spöl auch die Stufe II am Inn von Madulain bis Zernez ausgenützt. Diese Stufe II stellt gewissermassen ein Zwillings- oder Ergänzungswerk des Spölwerkes dar, indem sie ihm zusätzliches Speicherwasser aus dem Inn unter Verwendung billiger Pumpenergie liefert. Für die Zentrale der Stufe II ist eine Ausbauwassermenge von 16 m<sup>3</sup>/s vorgesehen, die an 161 Tagen eines Durchschnittsjahres vorhanden ist. Um diese Wassermenge zu fassen, wird der Inn beim Dorfe Madulain durch ein Dachwehr um 3,9 m aufgestaut und das Wasser durch einen Entsander in die 17 km lange Zuleitung zum Wasserschloss geleitet. Es ist ein automatisches Dachwehr vorgesehen, weil dieses keine Überbauten erfordert und sich als ständig überströmte Schwelle ganz unauffällig in das Landschaftsbild einfügt. Soweit für die Zuleitung das offene Wiesengelände der rechten Talseite benützt werden kann (d. h. bis ungefähr zum Ausgang des Val Flin), sollen eine Betonrohrleitung im Boden und anschliessend ein Druckstollen gebaut werden. Beim Übergang von der Rohrleitung zum Druckstollen werden auch die wasserreichen Bäche der linken Talseite (Valembere, Puntota, Barlasch) zugeleitet. Wasserschloss und Druckschacht kommen wie erwähnt in den Nordabhang des Murtaröl bei Zernez zu liegen und münden in der gemeinsamen Kavernenzentrale. In dieser sind für die Stufe Madulain—Zernez zwei Maschinengruppen mit Francisturbinen von zusammen ca. 24 000 kW Leistung geplant. Unterwasserkanal, Freiluftstation usw., dienen gleichzeitig den Stufen I und II.

3. *Kraftwerk Tarasp.* Das Unterwasser der Zentrale Zernez, vermehrt um das nicht ausgenutzte Wasser des Inn und des Spöl, wird durch eine Wehranlage mit teilweiser automatischer Regulierung über die anschliessende Wasserfassung auf der Höhe der Station Zernez einem Ausgleichbecken von ca. 250 000 bis 300 000 m<sup>3</sup> Inhalt zugeführt. Aus diesem Becken fliesst das Wasser zuerst linksseitig im Berghang durch den Druckstollen, überquert bei Clüs den Inn und fliesst dann auf der rechten Talseite durch den Druckstollen weiter. Der ganze Stollen von ca. 18,5 km Länge und 4,7 m Durchmesser kommt mit 70 % in kristalline Gesteinsarten zu liegen, wo eine leichte Betonverkleidung zur Verbesserung des Rauhigkeitswertes genügt. Die restliche Stollenstrecke durchfährt Bündnerschiefer, Serpentin und wechselnde Schichten

von kalkig-toniger Art. Die hauptsächlichlichen Seitenbäche der rechten Talseite (Zeznina, Nuna, Sampuoir, Plavna) sowie von links die Aua Sarsura werden dem Druckstollen direkt zugeführt, während die übrigen Bäche der linken Talseite (Susasca, Saglains, Lavinuoz, Clozza) zusammengefasst über einen Dücker auf die rechte Talseite geführt und dem Stollen zugeleitet werden. Dieser endet im Wasserschloss oberhalb von Valatscha bei Tarasp. Vom Wasserschloss führt der gepanzerte Druckschacht zur unterirdischen Zentrale unterhalb Valatscha. Wasserschloss, Druckschacht und Zentrale kommen in Bündnerschiefer zu liegen. Ihre Lage ist vom Geologen speziell festgelegt worden. Die Kaverne der Zentrale ist von der Landstrasse Zernez—Schuls her durch einen ebenerdigen Zugangstollen von ca. 400 m erreichbar. Sie enthält drei grosse und eine kleine Maschinengruppe. Diese ist für den Nacht- und Wochenendbetrieb im Winter bestimmt, wenn das Speicherwasser des Spölwerkes nicht ausgenützt bzw. Innwasser von Stufe II auf Stufe I in den Speicher hinaufgepumpt wird.

Bei einem maximalen Ausbau der Stufe Zernez—Tarasp auf 60 m<sup>3</sup>/s können in einem Durchschnittsjahr ca. 1200 Mio m<sup>3</sup> Wasser ausgenützt werden, ca. 88 % der mittleren Jahresabflussmenge. Dieses günstige Resultat ist dem durch den Stausee Livigno erzielbaren Wasserausgleich zu verdanken. Zu diesem Zweck wurden die drei grossen Turbinen für je 18,3 m<sup>3</sup>/s und die kleine für 5 m<sup>3</sup>/s Schluckfähigkeit projektiert. Es handelt sich gleichfalls um schnelllaufende Francis-Turbinen mit senkrecht aufsitzenden Generatoren. Die Transformatoren und Nebenapparate werden bei Zernez in einer Kaverne untergebracht, von wo aus ein Kabelstollen zu der Freiluftstation führt, die über der Zentrale ausserhalb des Bergrückens auf ein kleines Plateau zu stehen kommt. Das Unterwasser wird durch einen Stollen dem Inn oberhalb der ersten Quelle (Bonifaziusquelle) von Tarasp wieder zugeführt. Diese Anlage gewährleistet die unveränderte Erhaltung des ganzen Quell- und Kurgebietes von Schuls-Tarasp-Vulpera.

4. Fernleitungen. Die Gruppe der zusammengehörenden drei oberen Stufen kann von ihren Zentralen in Zernez und Tarasp aus entweder über Bevers Anschluss an die aus dem Oberengadin via Albula und Julier führenden oder geplanten Hochspannungsleitungen finden oder dann via Flüela (oder eventuell über einen der Übergänge nordwestlich davon) durch eine neue Hochspannungsleitung mit dem Prätigau verbunden werden. Auf dieser Strecke ergibt sich von Susch (Süs) bis zum Verteilungszentrum bei Grynau am oberen Zürichsee eine Distanz von rund 100 km, die mit der Distanz Andeer—Thusis—Grynau übereinstimmt, die für die Projekte um Splügen—Greina

massgebend ist. Es zeigt sich also, dass die Engadiner Kraftwerke von den Verbrauchszentren am Zürichsee keinesfalls weiter entfernt gelegen sind als die übrigen in Graubünden projektierten Anlagen.

Da das Spölwerk ein internationales Grenzkraftwerk ist, an dem hoheitsrechtlich neben der Schweiz auch Italien interessiert ist, und für das die Konzession auf Grund einer staatsvertraglichen Vereinbarung zwischen der Schweiz und Italien von der italienischen Regierung und vom schweizerischen Bundesrat zu erteilen ist, steht auch Italien ein Anteil an Bau, Betrieb und Produktion des Werkes am Spöl zu. Für die Ableitung des italienischen Energieanteiles bis zu den nächstgelegenen elektrischen Anlagen auf italienischem Gebiet im oberen Veltlin kommen erheblich kürzere Übertragungsdistanzen in Frage als für den schweizerischen Anteil. Die Zentralen in Zernez und Tarasp sollen unter sich durch eine Verbindungsleitung verbunden werden, die auf der linken Talseite des Engadins am Berghang in geschützter Lage sowie von der Talsohle grösstenteils ungesehen durchführt und zusammenhängende Waldpartien möglichst vermeidet.

5. Charakteristische Daten. Die nachstehende Aufstellung gibt Aufschluss über die für die Beurteilung der drei Kraftwerke wesentlichen Zahlen. Die zugrunde gelegten Preise basieren auf den Vorkriegsansätzen von 1939. Sie lassen sich daher ohne weiteres mit den Kosten anderer Grossprojekte vergleichen, da die Preise von 1939 mehr oder weniger allen bekannten Projekten zugrunde gelegt wurden. Winter und Som-

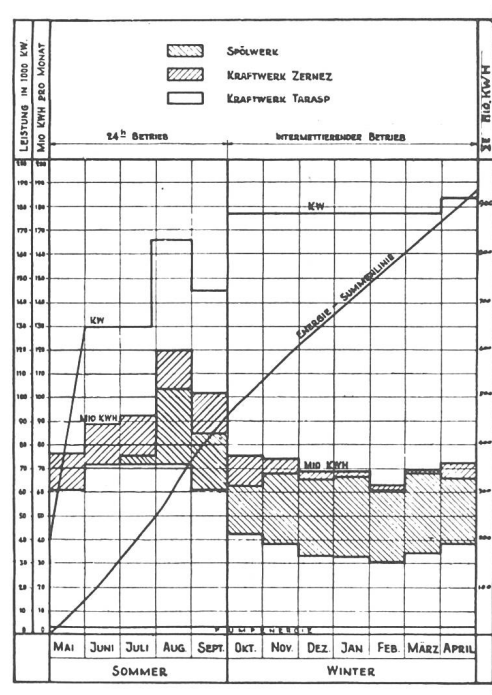


Abb. 5 Leistungen und Energieproduktion der Unterengadiner Kraftwerke.

mer sind in der Aufstellung durchweg mit je sechs Monaten gerechnet. Für die Kraftabgabe ist im Winter ein zwölfstündiger und im Sommer ein vierundzwanzigstündiger Betrieb angenommen. Die Vermehrung von Speicherwasser und Veredelung von Energie durch die Pumpanlage von Stufe II auf Stufe I ist in der Aufstellung nicht berücksichtigt.

Kraftwerk	Spöl	Zernez	Tarasp
Ausgenütztes Gewässer	Spöl	Inn	Inn
Wasserfassung Kote m ü. M.	1807	1678,5	1471
Wasserrückgabe Kote m ü. M.	1471	1471	1212
Bruttogefälle in m	336	207,5	259
Einzugsgebiet in km <sup>2</sup>	358	709,5	1443,7
Speicherbecken	Livigno	—	Ausgleichsbecken
Nutzzinhalt in Mio m <sup>3</sup>	190	—	0,265
Secoberfläche in km <sup>2</sup>	5,2	—	—
Mauerhöhe in m	125	—	—
Ausbauwassermenge in m <sup>3</sup> /s	42	16	60

Die installierte Turbinenleistung beträgt für Spöl 123 000 PS, für Zernez 34 300 PS, für Tarasp 148 500 PS; total 306 000 PS.

Kraftwerk	Spöl	Zernez	Tarasp	Total
Maschinengruppen, Anzahl	3	2	4	
Energieerzeugung in Mio kWh:				
Winter	175	45	240	460
Sommer	45	80	350	475
Jahr	220	125	590	935
Baukosten in Mio Fr.	89	26	55	170
Jahreskosten in Mio Fr.	6,8	2,2	4,6	13,6

In den vorstehenden Baupreisen (auf Preisbasis 1939) sind sämtliche Kosten mit Einschluss der Projektierung, Bauleitung, Geldbeschaffung und Bauzinsen inbegriffen. Daraus wurden die Jahreskosten zu den 1939 üblichen Ansätzen, d. h. mit durchschnittlich 8 % errechnet. Je nachdem, ob die Sommerenergie mit 0,8 oder 0,5 Rp. pro kWh gerechnet wird, belaufen sich infolgedessen die Energiepreise für alle drei Stufen zusammen auf

Sommer	Winter	Jahresdurchschnitt
0,8 Rp./kWh	2,1 Rp./kWh	1,46 Rp./kWh
0,5 Rp./kWh	2,4 Rp./kWh	1,46 Rp./kWh

Wird zum Vergleiche mit andern heute im Vordergrund stehenden Werken für die Bauausführung zu heutigen Preisen ein Zuschlag von 70 % auf den Preisen von 1939 hinzugerechnet, so steigen die Baukosten der drei Werke von 170 Mio Fr. auf 290 Mio Fr. Werden die Jahreskosten darauf zum Ansatz von 7 % wie bei andern Projekten berechnet, so belaufen sie sich auf 20,3 Mio Fr. Wenn weiter nach einer vielfach angewandten Regel die Sommerenergie nur mit zwei Dritteln der produzierten Winterenergie zum Preise von 1 Rp. pro kWh angerechnet und das restliche Drittel der Sommerenergie als unverkäuflich

betrachtet, d. h. nicht in Anschlag gebracht wird, so ergeben sich folgende Energiemengen und Energiepreise für heute: Sommer: 305 Mio kWh à 1 Rp.; Winter: 460 Mio kWh à 3,75 Rp.; Jahresdurchschnitt: 765 Mio kWh à 2,7 Rp. Dabei bleiben wie gesagt 170 Mio kWh Sommerenergie unberechnet.

6. *Schlussbemerkungen.* Die projektierten obern drei Stufen fanden bei den beteiligten zehn Gemeinden des Engadins eine günstige Aufnahme. Diese haben einen Ausschuss bestellt, der mit dem Konsortium für Engadiner Kraftwerkprojekte als Projektverfasserin die Konzessionsverhandlungen führen soll. Dabei ist daran zu erinnern, dass mit Ausnahme der Stufe I am Spöl, die ein Grenzkraftwerk darstellt, dessen Konzessionierung dem Bunde zusteht, die Konzessionserteilung für die Stufen II und III nach dem Bündner Wasserrechtsgesetz Sache der betreffenden Gemeinden ist. Diese erwarten — mit Einschluss der Gemeinde Zernez für das Spölwerk — erhebliche wirtschaftliche Vorteile vom Bau der drei Kraftwerke. So werden auf Kanton und Gemeinden allein an Wasserzins und Wasserwerksteuer zusammen jährlich 6—800 000 Fr. entfallen. Dazu kommen nahezu ebenso hohe Beträge für normale Steuern. Die Regierung des Kantons Graubünden befürwortet daher den baldigen Bau der Werke und steht auf dem Standpunkt, dass ihm aus Gründen des Natur- und Heimatschutzes keine gerechtfertigten Einwendungen entgegengehalten werden können, wie sie an einer Tagung in Chur am 8. März 1947 öffentlich bekanntgab. Nachdem die Ausnützung des Silsersees als Speicher für die im Bergell geplanten Kraftwerkstufen aus begrifflichen Rücksichten auf die einzigartige landschaftliche Schönheit des Oberengadins unterbleiben musste und in der Folge auch der grosse Speicher im Rheinwald Erwägungen des Heimat- und Naturschutzes zum Opfer fiel, sind Gemeinden und Kanton der Auffassung, dass solchen Rücksichten nicht noch ein drittes Speicherprojekt geopfert werden darf, das keine Bevölkerung zur Umsiedlung zwingt, kein Kulturland in Anspruch nimmt und das Landschaftsbild der beteiligten Gegenden unberührt lässt. Das trifft, wie dargelegt, speziell auch für den Nationalpark zu. Dazu kommt, dass die Stadt Mailand, die an erheblichem Energiemangel leidet und diesen Winter die Energielieferung stunden- und tagesweise aussetzen musste, durch ihr Elektrizitätswerk der Schweiz den sofortigen gemeinsamen Ausbau des internationalen Grenzkraftwerkes am Spöl offerierte, indem sie beifügte, dass sie in der Lage sei, den ganzen Stausee einschliesslich der Staumauer nebst weiteren anschliessenden Arbeiten von der italienischen Seite aus ohne Berührung des Nationalparks für Rechnung des gemeinsamen Kraftwerkes selber zu erstellen.