

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 127/128 (1946)
Heft: 15

Artikel: Die projektierten Wasserkraftwerke Greina-Blenio
Autor: Kaech, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83824>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

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

Die projektierten Wasserkraftwerke Greina-Blenio

Nach Mitteilungen des Ingenieur-Bureau Dr. h. c. A. KAECH, Bern

I. Entstehungsgeschichte des Projektes

Mit Schreiben vom 24. November 1942 hat der Staatsrat des Kantons Tessin Ing. Dr. A. Kaech in Bern ersucht, die Frage abzuklären, ob es möglich sei, die noch verfügbaren Wasserkräfte des Kantons Tessin, insbesondere diejenigen des Bleniotales so auszubauen, dass sie der allgemeinen Energieversorgung der grossen Verbrauchsgebiete nördlich der Alpen nutzbar gemacht werden könnten. Im Vorbericht vom 17. Februar 1943 fasste der Beauftragte die Ergebnisse seiner damaligen Studien wie folgt zusammen: «Es ist möglich, im Bleniotal eine der grössten Wasserkraftunternehmungen zu errichten und den Wasseranfall so auszugleichen, dass voraussichtlich mehr als 60 % der gesamten Ausnutzung auf den Winter geschoben werden kann. Die Energiepreise liegen am Gestehtungs-ort etwa gleich hoch, wie bei den andern heute zur Diskussion stehenden Grosskraft-Speicherwerken. Die Energieübertragung nach den Verbrauchszentren nördlich der Alpen ist technisch mit Sicherheit ausführbar». Am 6. Mai 1943 erteilte der Grosse Rat des Kantons Tessin einen Kredit für die Erstellung eines Ausführungsprojektes, womit Ing. Dr. A. Kaech beauftragt wurde. Die Studien, Aufnahmen und Sondierungen konnten im Frühjahr 1944 abgeschlossen werden. Auf Grund ihrer Ergebnisse ist das Projekt 1944 abgefasst worden, auf das sich die nachfolgende Beschreibung stützt.

II. Allgemeine Anordnung

Die im Bleniotal ausnutzbaren Wasserkräfte zeichnen sich durch die Möglichkeit einer grossen Gefällskonzentration zwischen dem Speicherbecken und der Wasserrückgabe (1920 m auf 33 km Entfernung oder 5,8 %, gegenüber 6,1 % zwischen Grimsel und Innertkirchen, 4,2 % zwischen Schöllenen und Erstfeld und 3,6 % zwischen Splügen und Sils), sowie durch grosse Abflussmengen, besonders im Gebiet des Lukmanier-Brenno, und eine günstige topographische Lage des hochgelegenen Greina Beckens zum Bleniotal aus. Bei weitem den grössten Energieertrag ergibt unter den verschiedenen Möglichkeiten die folgende Stufeneinteilung (Bild 1 und 2):

Oberste Stufe: Kraftwerk Luzzone mit dem Speicherbecken Greina (Stauziel 2263 m ü. M.) und dem Ausgleichbecken Luzzone (Stauziel 1460 m ü. M.). Bei dem kleinen Einzugsgebiet dieser Stufe von 15,2 km² (13,9 km² auf Bündner- und 1,3 km² auf Tessinerboden) mit einer mittleren nutzbaren Abflussmenge von 4,9 Mio m³ in 7 Wintermonaten und 28,0 Mio m³ in 5 Sommermonaten sollen dem Greina Becken im Sommer noch weitere 35,0 Mio m³ Wasser aus dem Luzzone Becken durch Hochpumpen zugeführt werden, wofür eine ausreichende Menge Wochenend- und Nachtenergie aus den untern Werken zur Verfügung steht.

Mittlere Stufe: Kraftwerk Olivone mit zwei getrennten Wasserzuführungen, die eine aus dem Staubecken Campra an der Lukmanierstrasse (Stauziel 1430 m ü. M.), dem ausser seinem natürlichen Einzugsgebiet von 34,5 km² auch noch das Wasser der beiden benachbarten Täler Val di Campo (16,3 km²) und Riale di Dötra (5,8 km²) zugeleitet wird; die andere aus dem Speicherbecken Luzzone mit dem Wasser der obersten Stufe und

aus dem natürlichen Einzugsgebiet des Val Luzzone (34,5 km²), sowie dem durch Stollen zugeleiteten Wasser aus dem Camadra- und Carassinatal (16,0 km² bzw. 17,3 km²). Die ursprünglich getrennt vorgesehenen Zentralen Olivone I und Olivone II sind später zu einer gemeinsamen Zentrale Olivone vereinigt worden, deren Turbinen sich auf Kote 884,5 m befinden.

Unterste Stufe: Kraftwerk Biasca. Der in unmittelbarer Nähe der Station Biasca der SBB im Berginnern vorgesehenen Zentrale (Turbinendüsen auf Kote 279,5 m) fliessen durch einen rd. 23 km langen Druckstollen, der im Berg in der linken Talseite vorgetrieben werden soll, ausser dem Wasser der beiden oberen Stufen noch zu: das Wasser aus dem Restgebiet (38,8 km²)

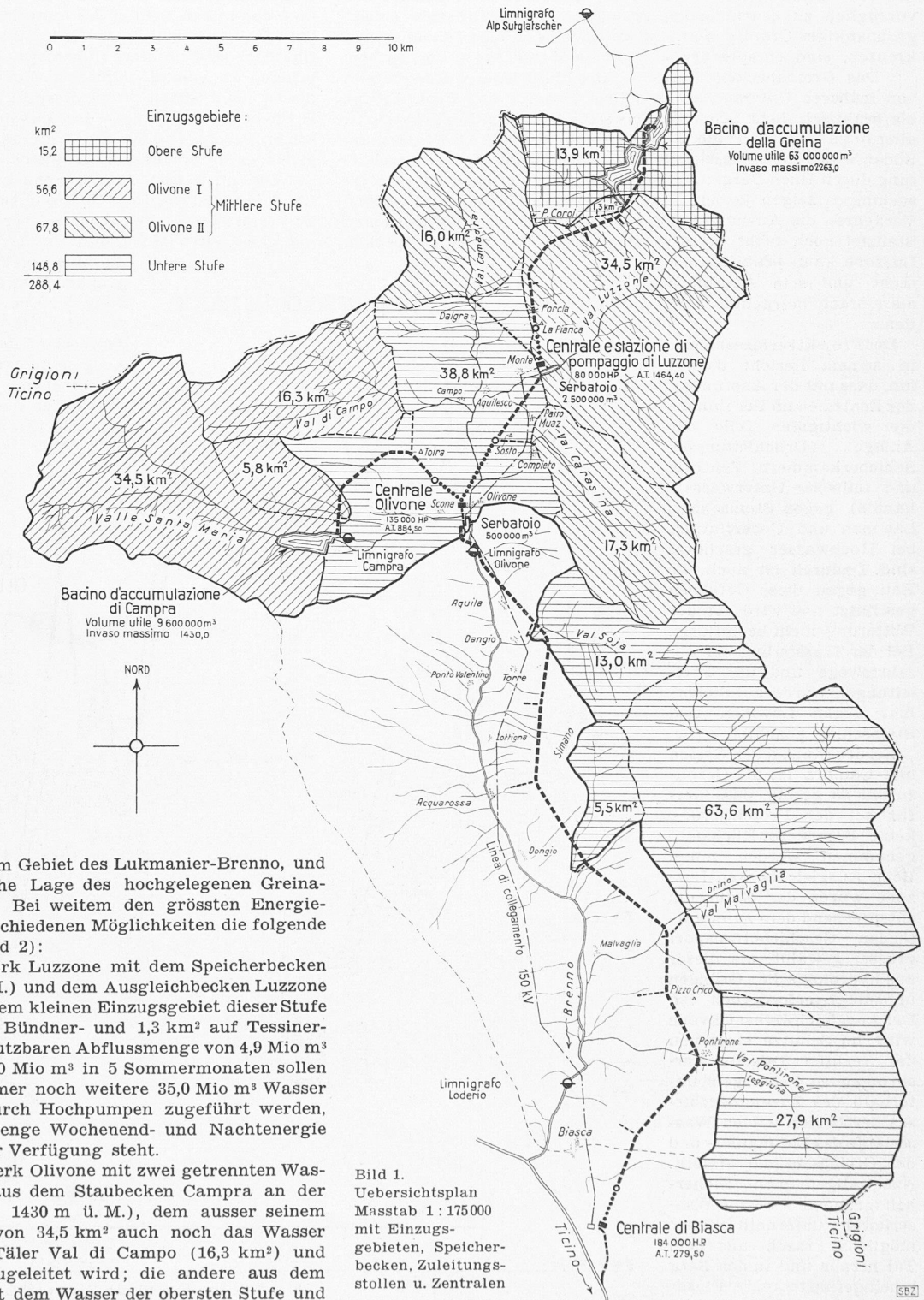


Bild 1. Uebersichtsplan Masstab 1:175000 mit Einzugsgebieten, Speicherbecken, Zuleitungstollen u. Zentralen

von Olivone bis zum Ausgleichbecken auf Kote 877,5 m, sowie die Abflüsse der vom Zuführungsstollen unterfahrenen Seitentäler, nämlich aus dem Val Soja (13 km²), dem Tal des Simanobaches (5,5 km²), dem Val Malvaglia (63,6 km²) und dem Val Pontirone (27,9 km²).

III. Geologische Verhältnisse

Die vorgesehene Unterteilung und Stollenführung entspricht am besten den geologischen Gegebenheiten, die im geologischen Bericht von Prof. Dr. R. Staub und Prof. Dr. W. Leupold E. T. H., Zürich, folgendermassen beurteilt werden:

«Die Bündnerschiefer sind im Bereiche der obern und mittlern Stufe das weitaus vorherrschende Gestein; verschiedene Erfahrungen, so beim Bau des Druckstollens Klosters-Küblis, haben gezeigt, dass diese Gesteine vor allem in der steil aufgerichteten Stellung, wie sie hier meist durchfahren werden müssen, baulich keine Schwierigkeiten bieten. Bei der unteren Stufe liegen die 20,3 km lange Strecke des Zuleitungsstollens von Aquila (unterhalb Olivone) bis zum Wasserschloss, sowie dieses selbst, ferner der Druckschacht und die Zentrale Biasca in bautechnisch als vorzüglich zu beurteilenden geologischen Verhältnissen (meist grobbankiger Granitgneis). Da wo einzelne Stollen Dolomitonen kreuzen, sind entsprechende bauliche Massnahmen vorgesehen;

Das Greinabecken und sein Abschlussriegel wurde bereits von früheren Untersuchern wie Prof. Schardt und Prof. Arbenz als praktisch dicht beurteilt. Das selbe gilt vom Camprabecken. allerdings wird hier die Stauhöhe durch die Verhältnisse am Südende des Abschlussriegels wegen oberflächlicher Ueberschüttung durch einen Bergsturz beeinflusst. Sondierungen und Untersuchungen zeigen jedoch, dass bei entsprechenden technischen Vorkehren die Ausnutzung des Beckens bis zum vorgesehenen Stauziel noch nicht beeinträchtigt wird. Das Ausgleichbecken Luzzone kann praktisch als dicht und sein Abschluss als einfach betrachtet werden.»

Der Projektverfasser weist in seinem Bericht darauf hin, dass mit der Anordnung der Zentralen im Berginnern die wichtigsten Teile der Anlage (Druckleitungen, Schieberkammern, Zentrale und teilweise Unterwasserkanäle) gegen Steinschlag, Lawinen und Ueberflutung bei Hochwasser geschützt sind. Dadurch ist auch ihr Bau gegen diese Gefahren geschützt und wird von der Witterung nicht beeinflusst. Bei der Trassierung der Zufahrtswege und der Freileitungen wurde auf Sicherheit gegen Lawinen und Steinschlag geachtet.

Bei den Staubecken Greina und Campra ist die Geröllzufuhr so gering, dass hierfür bei der Projektierung keine besondere Rücksicht genommen werden muss. Beim Ausgleichbecken Luzzone wurde der Stauraum entsprechend dem zu erwartenden Geschiebetransport grösser gewählt, als dieser aus hydrologischen Gründen unbedingt erforderlich ist. Der Ausgleichweiher Olivone wird im Schutze eines von der rechten Talseite vorspringenden Felsbügels unterhalb des Zusammenflusses der beiden wilden Wasserläufe des Lukmanier- und des Greina-Brenno erstellt. Aus allgemeinen Sicherheitsgründen wird die Wasserleitung unterhalb Olivone möglichst rasch aus dem Tal heraus und in den Berg hineingeführt und Fluss-

kreuzungen oder neue Wasserfassungen am Brenno, der auch unterhalb Olivone ein schwieriges Wildwasser ist, vermieden.

IV. Hydrologie

Die Bestimmung der Abflussmengen des gesamten Einzugsgebietes konnte sich auf die Messergebnisse der Limniographen-Stationen Campra (Juli 1919 bis Dezember 1930), Olivone (Januar 1921 bis Dezember 1930), Loderio (1919 bis 1941) und Alp Sutglatshör (1932 bis 1942) stützen, die vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft eingerichtet wurden und eine genügend zuverlässige Unterlage für die Projektbearbeitung darstellen. Für die einzelnen Teile des Einzugsgebietes ergaben sich die Abflussmengen und die Nutzwassermengen, die auf Tabelle 1 zusammengestellt sind. Das gesamte Flussgebiet des Brenno beträgt 403,7 km²; davon werden 274,5 km² oder 68 % ausgenützt. Weiter kommt das zum Flussgebiet des Rheins gehörige Gebiet des Greinabeckens von 13,9 km² hinzu. Bemerkenswert sind die grossen spezifischen Abflussmengen des Lukmanier-Brenno, die im extrem wasserarmen Winter 1921 im Minimum 26 l/s, km² betragen, gegenüber nur 7 l/s, km² des Greina-Brenno und nur 4 l/s, km² der linken Seitentäler unterhalb Olivone. Auch die jährlichen Abflussmengen des Lukmanier-Brenno mit über 2 m Abflusshöhe sind für diese Höhenlage in der Schweiz selten. Offenbar bringen die vom Mittelmeer herkommenden Winde viel Regen in dieses nach Süden offene Bergtal und dank der ausgedehnten Hochebenen im Gebiete des Lukmanierpasses und der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes ergibt sich ein weitgehender unterirdischer Ausgleich.

Die nutzbaren Abflussmengen wurden für das in dieser Landeslegend mittlere hydrologische Jahr 1924/25 aufgestellt. Zu Vergleichszwecken wurden aber die Nutzwassermengen auch mit gemittelten Monatsmitteln der Jahresreihen bestimmt, für die Messergebnisse der genannten Limniographen-Stationen vorlagen. Die Berechnung der Energieproduktion mit einem bestimmten Jahr bietet den Vorteil, dass der Verlauf der Hochwasserwellen und die Ausgleichmöglichkeit der Zwischenakkumulierbecken verfolgt werden kann. Bei den Teilen des Einzugsgebietes, in denen keine Becken zur Verfügung stehen, wurden

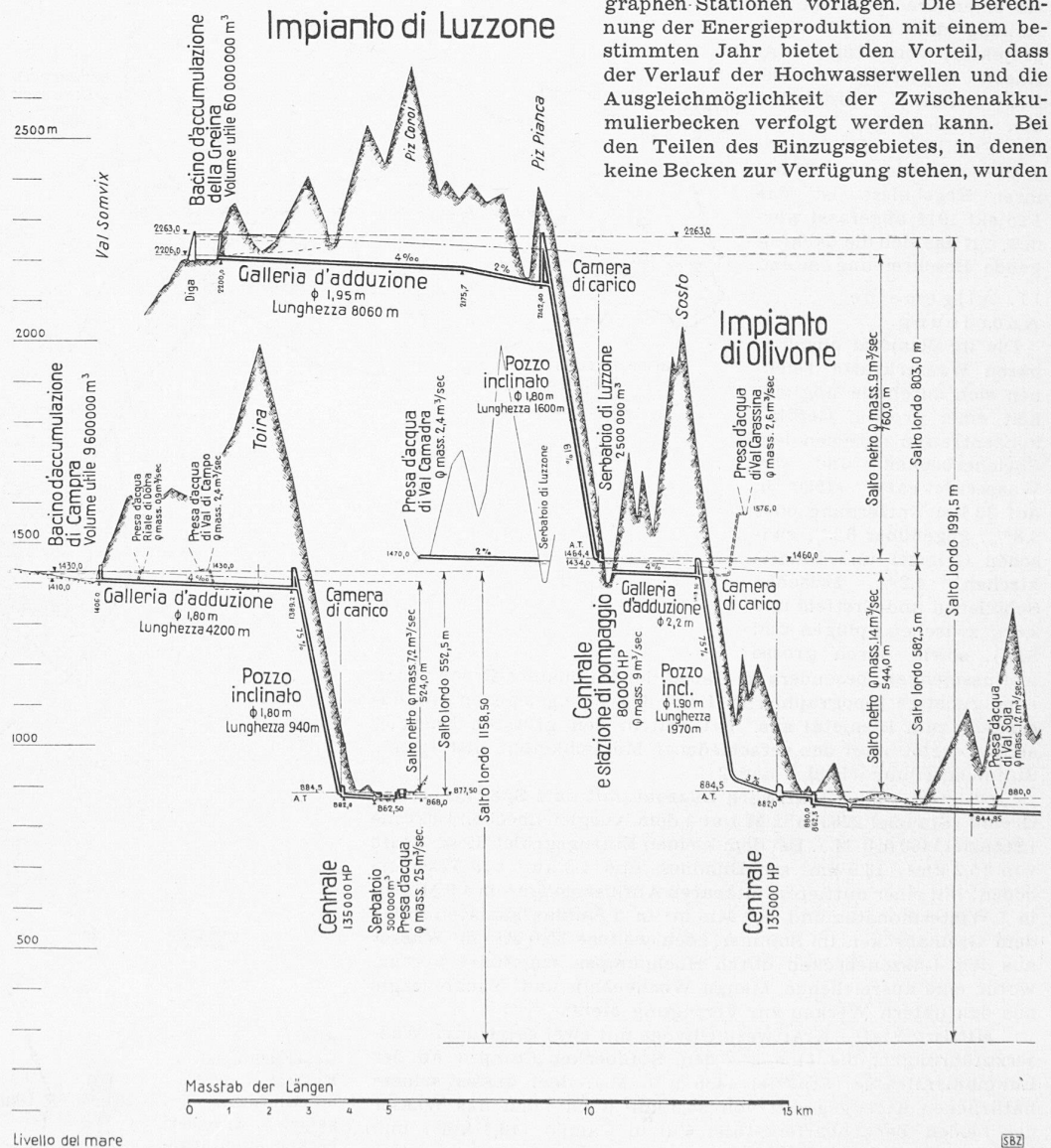


Bild 2. Längenprofil der Kraftwerke. Masstab der Längen 1 : 175 000

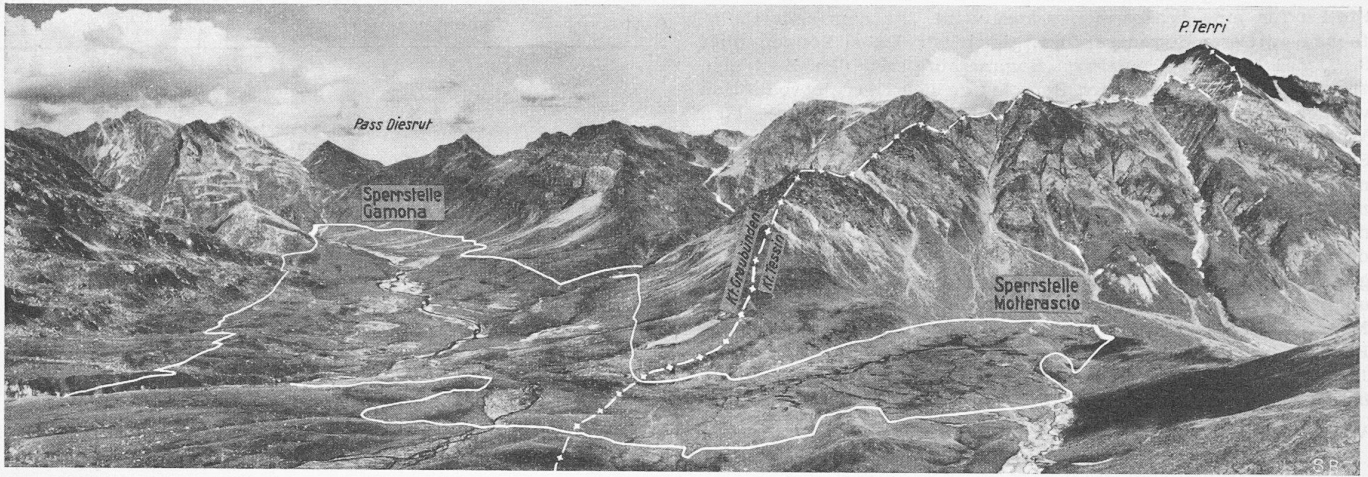


Bild 3. Greinabecken, Blick von SW nach NE. (Bilder 3, 6, 8 u. 14 nach terrestrischen Aufnahmen der Eidg. Landestopographie)

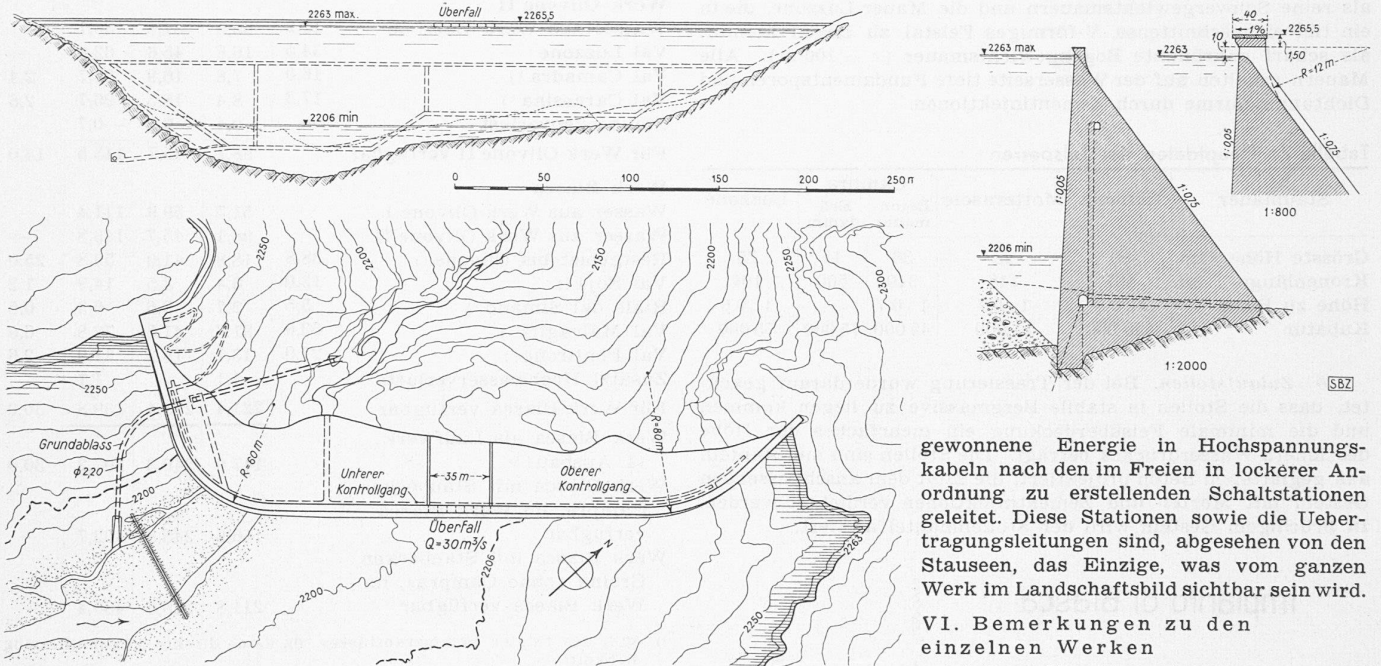


Bild 4. Staumauer Camona, Grundriss und wasserseitige Ansicht 1 : 4000 ; Querschnitt 1 : 2000

Bei allen Anlagen sind die Nutzwassermengen so gross, dass die Ausführung der Druckleitungen in Form von gepanzerten Schächten erfolgen kann. Hierzu liegt überall günstiges Gestein vor und die Dimensionierung kann daher nach den gleichen Prinzipien wie bei den Druckschächten der Kraftwerke Handeck und Innertkirchen vorgenommen werden. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Wandstärke der Panzerung 25 mm nirgends überschreitet, so dass die Rohre ohne besondere Massnahmen eingebracht und geschweisst werden können.

d) *Zentralen*. Die drei Zentralen Luzzone, Olivone und Biasca sind, wie bereits erwähnt, unterirdisch angeordnet; sie liegen also jeweils im gleichen Felsmassiv wie die Wasserzuleitungen und können daher in einfacher und sicherer Weise an diese angeschlossen werden. Diese Anordnungen lehnen sich an die Ausführungen von Innertkirchen an, die sich als besonders zweckdienlich erwiesen haben, eine rasche Bauausführung erlauben und geringe Betriebskosten ergeben.

Die Ablaufkanäle werden tunlichst als geschlossene Stollen von einer Anlage zur andern weitergeführt; sie sind so dimensioniert, dass bei einem allfälligen Bruch einer Turbinenzuleitung der Generatorboden vor Ueberschwemmung bewahrt bleibt. Die Zwischenauslässe, die zur Unterteilung beim Bau und beim Betrieb nötig sind, sowie die Wasserübergabe an den Tessin unterhalb Biasca erfolgen an solchen Stellen, wo die Ausläufe unmöglich mit Geröll verstopft werden können.

Die Transformatoren, die die Maschinenspannung von 12 bis 14 kV auf die Uebertragungsspannung von 150 kV erhöhen, werden unmittelbar neben den Maschinensätzen aufgestellt und die

gewonnene Energie in Hochspannungskabeln nach den im Freien in lockerer Anordnung zu erstellenden Schaltstationen geleitet. Diese Stationen sowie die Uebertragungsleitungen sind, abgesehen von den Staueeen, das Einzige, was vom ganzen Werk im Landschaftsbild sichtbar sein wird.

VI. Bemerkungen zu den einzelnen Werken

a) Das Kraftwerk Luzzone. Die Hochebene zwischen Medelsermassiv und Piz Terri, über die der Greinapass führt, eignet sich vorzüglich für die Erstellung eines hochalpinen Speicherbeckens. Das Land ist grösstenteils unfruchtbar und wird nur wenige Wochen als Alpstaffel benützt. Beim vorgesehenen Stauziel auf Kote 2263 m kommt der flache Sattel, der nach Süden zur Alpe Motterascio hinüberführt, unter Wasser. Mit Vorteil wird die dort nötige Abschlussmauer nicht auf der Wasserscheide, die mit der Kantonsgrenze zusammenfällt, sondern rd. 800 m weiter südöstlich gewählt, wodurch bei geringer Vergrößerung der Mauer wesentlich mehr Stauraum gewonnen wird. Damit dieser auf Tessinerboden liegende Seeteil beim Absenken restlos ausgenützt werden kann, soll der Grenzsattel durch einen Graben mit Sohle auf Kote 2255,0 durchbrochen werden. Die Hauptdaten des Beckens finden sich auf Tabelle 3.

Für die Errichtung der Sperre am Nordausgang des Tales bietet sich bei Camona auf der Felsschwelle oberhalb des Abfalls des Somvixerrheins gegen die Alpe Sutglatscher eine gün-

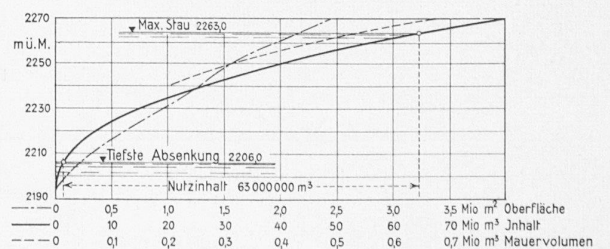


Bild 5. Charakteristische Kurven des Staubeckens Greina

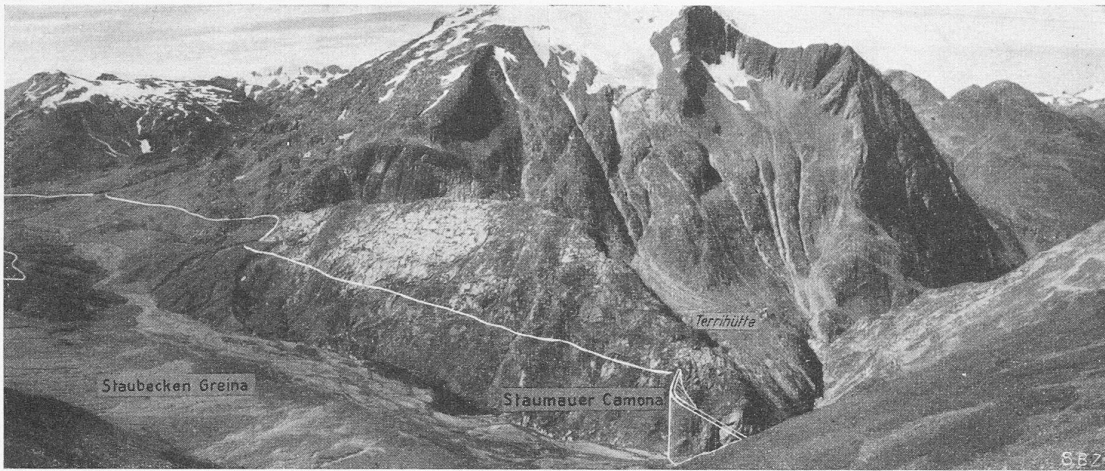


Bild 6. Greinabecken mit Sperrstelle von Ost nach West gesehen. Links neben der Terrihütte Schuttkegel für Betonkies

stige Stelle. Bild 4 zeigt die vorgesehene Mauer mit den Revisionsgängen, die von der Unterwasserseite her begangen werden können. Der unterste dieser Gänge führt zur Schieberkammer des Grundablasses; die dort vorgesehenen zwei Schieber können bis 30 m³/s Wasser abführen. Gleich gross ist die Wassermenge, die bei einem fiktiven Katastrophen-Hochwasser von 2 m³/s, km² mit einem Ueberstau von 0,33 m über den Ueberlauf abfliessen kann. Kies und Sand für die Betonherstellung können am Schuttkegel gewonnen werden, der von der Endmoräne des Greina-gletschers abgeschwemmt wurde und sich in unmittelbarer Nähe befindet (s. Bild 6).

Das Seevolumen lässt sich nur von einer in der Nähe der Sperrstelle Camona gelegenen tiefen Wasserfassung ohne Verlandungsgefahr des Einlaufs voll ausnützen. Das näher bei Luzzone gelegene Südufer des Sees ist von Geröll und Schutt überdeckt und bietet keine hierfür geeignete Stelle. Der Einlauf wird mit einem grossflächigen Rechen und einem aufziehbaren Abschluss versehen.

Der Zulaufstollen, dessen Hauptdaten auf Tabelle 4 zu finden sind, durchquert zunächst die rd. 300 m mächtige Triaszone des Piz Coroi, an dessen Ende, etwa bei Km 3, eine Schieberkammer mit Drosselklappe als Einlaufabschluss des Stollens vorgesehen ist. Der Rest des Stollens liegt im Bündnerschiefer mit Ausnahme einer 80 m starken Triasstrecke im Sattel «Forca» (2143 m), die grossenteils im Tagbau durchfahren werden kann. Vom Beginn dieser Triasstrecke bis zum Wasserschloss soll der Stollen mit einem Eisenrohr ausgekleidet werden. Ferner wird im Sattel eine Drosselklappe als Abschluss gegen Wasserschloss und Druckleitung eingebaut. Bild 8 auf S. 182 zeigt das vom Stollen durchfahrene Gebiet.

Das Wasserschloss erhält die grosse Höhe von rd. 130 m, weil der Sattel Forca unterfahren werden und deshalb der Zulaufstollen entsprechend tief verlegt werden muss. Für den Bau wird von der Zentrale Luzzone zum Eingang des Zugangs-

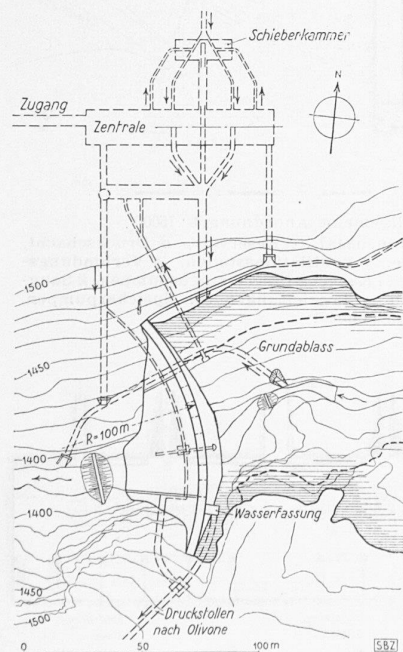


Bild 7. Staumauer Luzzone und Anordnung der Zentrale 1:3000

stollens eine Seilbahn gebaut. Der Druckschacht erhält für den Bau vier, von der Seilbahn aus zugängliche Fenster.

Die Zentrale (Bilder 7, 9 u. 10) enthält zwei Haupt-Maschinen-sätze, jeder bestehend aus einer Freistrahlturbine, einer Drehstrom-Synchron-Maschine für 27 500 kW Generator- und 20 000 kW Motorleistung und einer Hochdruck-Zentrifugalpumpe, die 2 m³/s auf 800 m manometrische Höhe fördern kann; Drehzahl 600 U/min. Wegen der grossen Baulänge von

über 20 m ist die horizontale Anordnung gewählt worden; sie ist übersichtlicher und für Montage, Bedienung und Unterhalt zugänglicher. Bei Bruch einer Turbinenzuleitung im Maschinen-saal kann das austretende Wasser auf kürzestem Weg durch

Tabelle 3: Hauptdaten der Staubecken

Staubecken	Stauziel m	Tiefstes Niveau m	Nutz- inhalt Mio m ³	Ober- fläche km ²	Länge km	Breite km
Greina	2263,0	2206,0	63,0	2,2	3,6	0,8
Luzzone	1460	1434	2,5	0,16	1,4	0,2
Campra	1430	1410	9,6	0,85	2,0	0,6
Olivone	877,5	868,0	0,5	0,068	0,51	0,13

Tabelle 4: Hauptdaten der Zuleitungs- und Druckstollen

Objekt	Wasser- menge m ³ /s	Lichter- Durchm. m	Länge km	Fliess- schwin- digkeit m/s	Fliess- gefälle ¹⁾ ‰	Sohl- gefälle ‰
Stollen Greina- Wasserschloss	9,0	1,95	8,06	3,0	3,3	4,0 (20)
Druckschacht Luzzone	9,0	1,80	1,60	3,55	5,0	610
Stollen Campra- Wasserschloss	7,2	1,80	4,79	2,85	3,2	4,0
Druckschacht Olivone I	7,2	1,80	0,94	2,85	3,2	750
Stollen Luzzone- Wasserschloss	14,0	2,20	2,13	3,70	4,2	4,0
Druckschacht Olivone II	14,0	1,90	1,97	4,95	9,1	750 (30)
Stollen Olivone- Biasca	30,0	3,0	km 0,00— 0,81	4,25	3,7	4,0
			0,81— 1,64	4,9	5,3	
			1,64— 2,60	4,25	3,7	
			2,60—14,60	4,00	3,1	
			14,60—22,90	3,75	2,6	
Druckschacht Biasca	30,0	2,60	1,228	5,65	7,8	600

¹⁾ Fließkonstante k = 85 nach Strickler

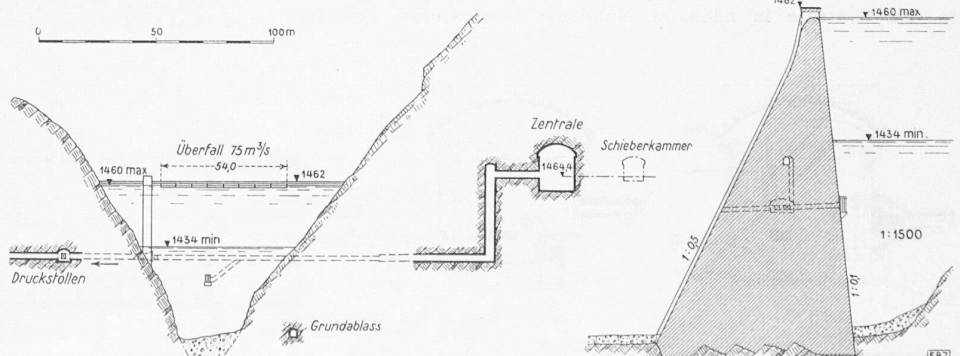


Bild 7a. Querschnitt durch die Staumauer 1:1500

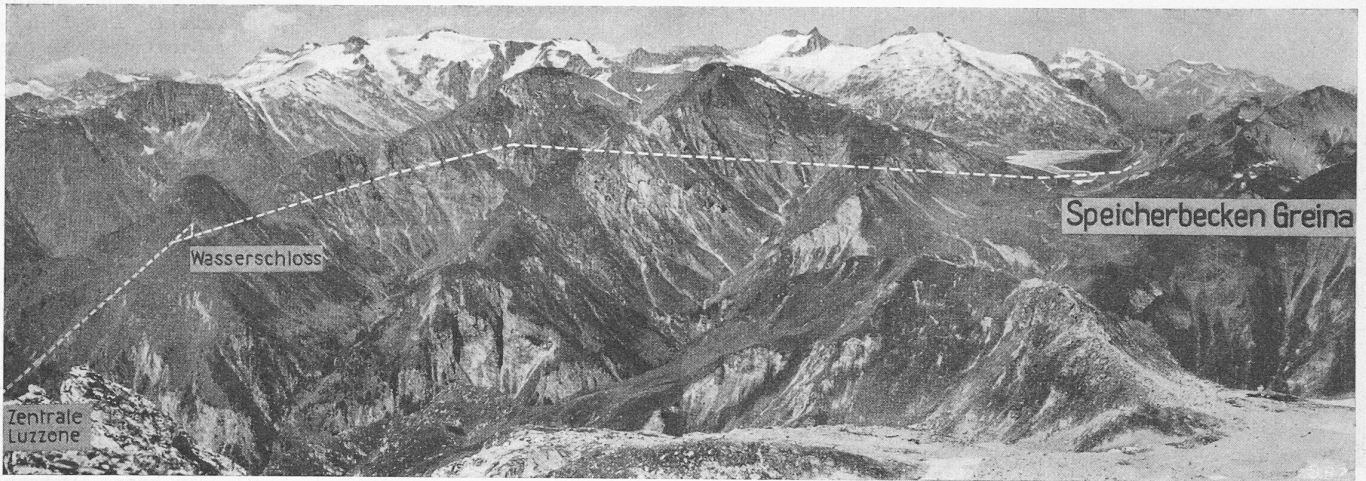


Bild 8. Gebiet des Kraftwerks Luzzone, vorn Val Luzzone, hinten Piz Medels (links), Piz Vial (rechts), Tödi

den Stollen *m*, Bild 9, nach der Schlucht unterhalb der Stau-mauer Luzzone abfließen.

Der Druckschacht gabelt sich an seinem unteren Ende; die zwei Rohrstränge münden in die Schieberkammer, in der für jede Turbinengruppe ein Notabschlussorgan und ausserdem in jeder Turbinen- und Pumpenleitung je ein weiterer Schieber als normales Betriebsabschlussorgan eingebaut werden. Ferner befinden sich dort die Steuerapparate, die Venturi-Wassermesser und ein Laufkran. Von der Schieberkammer führt ein Entlastungsstollen nach dem Unterwasserkanal, durch den bei Rohrdel-fekten ausströmendes Wasser ohne Gefährdung der Zentrale direkt in den Luzzonensee abfließen kann. Weiter ist diese Kammer durch einen Dienststollen mit der Zentrale verbunden, der vertikal über dem Entlastungsstollen verläuft (Bild 9, Schnitt I-I) und durch eine druckfeste Panzertüre abgeschlossen wird. In getrennten Stollen führen die Druckleitungen zu den Turbinen, von denen jede zwei Düsen mit Oeldruck-gesteuerten Regulier-nadeln und Strahl-lenkern aufweisen. Die Generatoren sind mit Umluft-kühlung versehen, deren Luftkühler durch eigene Pumpen mit Wasser aus dem Turbinenablauf-kanal beschickt werden.

Den achtstufigen Hauptpumpen fliesst das Wasser aus dem Reservoir *c* von rd. 1000 m³ Nutzinhalt unter einem Gefälle von etwa 6 m W.S. zu. Zur Speisung dieses Reservoirs dienen zwei Zubringerpumpen von je 2 m³/s Wassermenge bei 40 m man. Förderhöhe, die durch je einen Drehstrommotor von 1300 PS angetrieben werden und in der Felskammer *i*, 30 m unter dem Maschinsaalboden untergebracht sind. Zum Umschalten auf Pumpbetrieb wird zunächst die Zahnradkupplung bei stillstehender Maschinengruppe eingerückt, darauf die Zubringerpumpe in Betrieb genommen, dann die Hauptgruppe mit der Turbine angeworfen, der Generator auf Normalspannung erregt und mit den 150 kV-Sammelschienen in Olivone parallel geschaltet. Alle übrigen Manipulationen, wie die Betätigung der Schieber, werden nach den Seeständen in Luzzone und Greina selbsttätig durchgeführt.

Die Transformatoren für je 34 000 kVA Scheinleistung stehen in der Zentrale in nächster Nähe der Generatoren. Oelkabel

leiten die Energie unter 150 kV bis zum Stollenausgang bei Monte; von dort führt eine Freileitung nach der Schaltstation Olivone, wo auch das Parallelschalten der Generatoren auf der 150 kV-Seite vorgenommen wird. Alle Betätigungs- und Kontroll-einrichtungen sind auf besondern Maschinentafeln unmittelbar neben den betreffenden Maschinengruppen zusammengefasst; der Betrieb ist weitgehend automatisiert, so dass pro Schicht ein

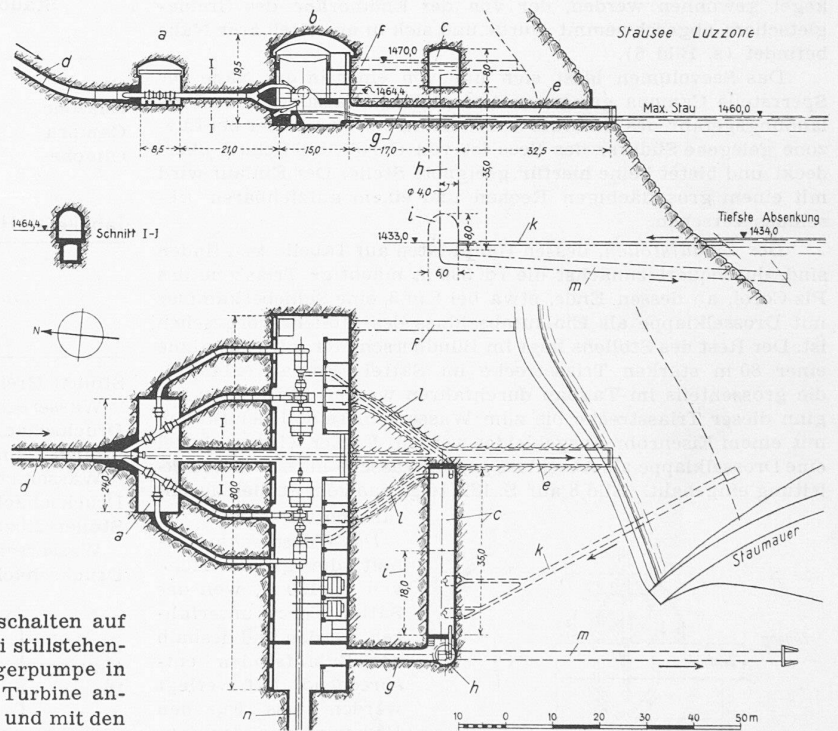


Bild 9. Zentrale Luzzone, allgemeine Anordnung 1 : 1500

a Schieberkammer, *b* Maschinsaal, *c* Reservoir, *d* Druckschacht, *e* Ablaufstollen zum Stausee, *f* Ventilationsstollen, *g* Verbindungsstollen zu *h*, *h* Aufzugschacht, *i* Kaverne für Zubringerpumpen, *k* Saugleitung für Zubringerpumpen, *l* Saugleitungen für Speicherpumpen, *m* Ablaufstollen nach dem Luzzonetal

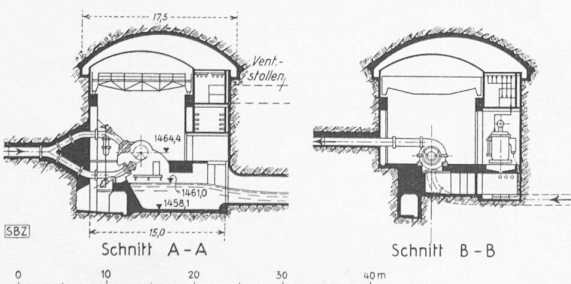
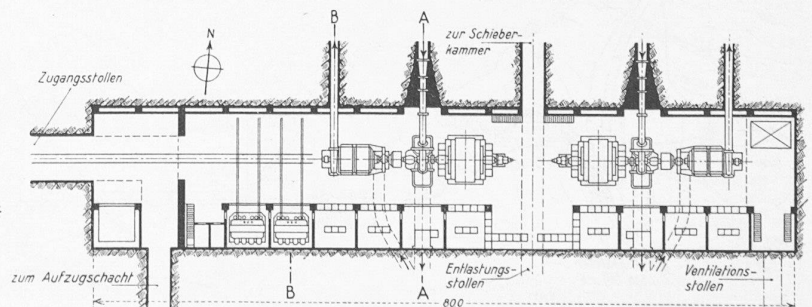


Bild 10. Zentrale Luzzone, Maschinsaal 1 : 800



Maschinist, im ganzen also vier Mann zur Ueberwachung genügen. An Hilfsanlagen sind die Kühleinrichtungen der Maschinenlager und des Transformatoröls mit Wasser, eine Akkumulatorenbatterie für Steuerkreise und Notbeleuchtung, eine einfache Ventilationsanlage, Brandschutz-Einrichtungen für Generatoren und Transformatoren, ein Laufkran und weitere Transporteinrichtungen zu nennen.

Das Becken Luzzone dient neben der Speicherung auf den Winter zum Ausgleich des natürlichen Wasseranfalls beim Pumpenbetrieb im Sommer und muss daher so gross sein, dass dieser Anfall ohne grosse Verluste bei der gegebenen Pumpenleistung in das Greinabecken gehoben werden kann.

Das überstaute Gebiet ist grösstenteils unbewirtschaftet. Das Wasser des Val Camadra wird oberhalb Daigra gefasst und dem Stausee durch einen rd. 3 km langen Stollen zugeführt. Die Staumauer (Bild 7) ist mit einem Grundablass zur raschen Entleerung und mit einem Hochwasser-Ueberlauf versehen, der bei 0,9 m Ueberstau $75 \text{ m}^3/\text{s}$ abzuführen vermag, was einem Wasseranfall bezogen auf das Einzugsgebiet von rd. $2 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ km}^2$ entspricht.

b) Das Kraftwerk Olivone. Das Staubecken Campra an der Lukmanierstrasse, zwei Wegstunden oberhalb Olivone, wird an seinem östlichen Ende durch einen Bündnerschieferriegel abgeschlossen, der aus mehreren in W-E-Richtung verlaufenden Rippen mit dazwischen liegenden Furchen besteht. Für den Stau auf Kote 1430,0 m ergeben sich mehrere Abschlüsse. Davon sollen die beiden nördlichsten, durch die jetzt Fluss und Strasse verlaufen, mit Schwergewichtsmauern (Bild 12, A) abgeschlossen werden, die übrigen Tälchen aber durch Dämme mit Kernmauern aus Beton (Bild 12, B). Im westlichen Teil, wo der Felsuntergrund nicht mehr erreichbar ist, soll der Damm durch einen Lehmkern abgedichtet werden, der mit der Lehmschicht des Untergrundes zusammengebaut wird (Bild 12, C). Eine 3,2 m breite Fahrbahn verbindet die einzelnen Teile der Talsperre. Die Wasserfassung gestattet ein Absenken des Seespiegels auf Kote 1410,0, also um 20,0 m, wobei sich 9,6 Mio m^3 Nutzinhalt ergeben (Bild 13). Der Stolleneinlauf ist im tiefsten Einschnitt, wo jetzt der Fluss durchzieht, vorgesehen (Bild 12); er wird mit Abschlusschiebern und einer Rechenreinigungsvorrichtung versehen, die von einem Windenhäuschen aus bedient werden. Der Hochwasserüberlauf kann $70 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 1 m Ueberstau bewältigen.

Der Zuleitungsstollen vom Staubecken Campra beschreibt eine weite Ausbiegung nach Norden, damit er mit Sicherheit

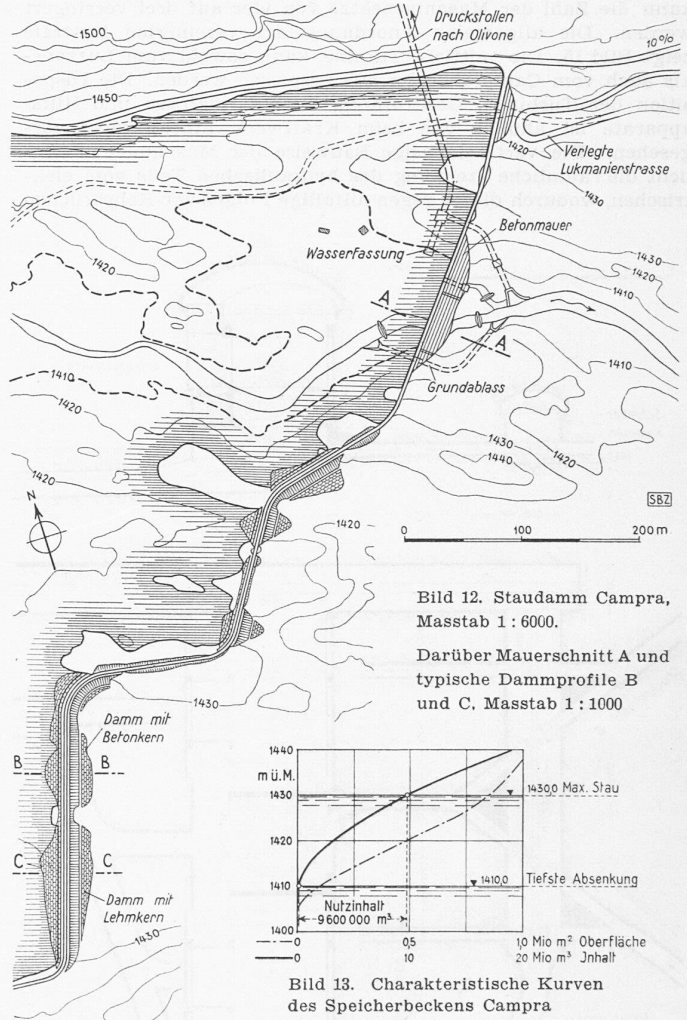
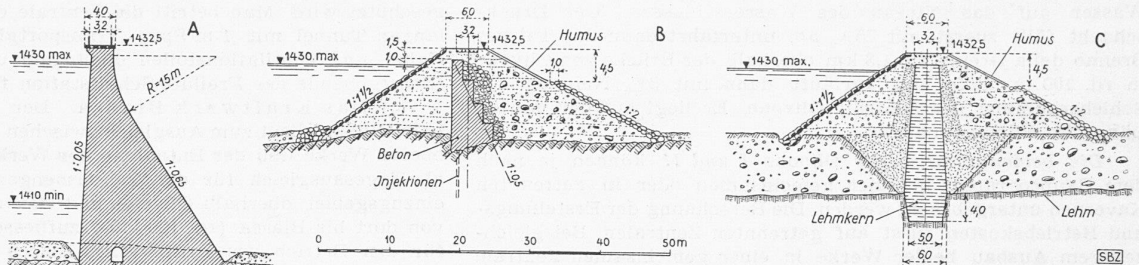


Bild 12. Staudamm Campra, Masstab 1 : 6000.

Darüber Mauerschnitt A und typische Dammprofile B und C, Masstab 1 : 1000

Bild 13. Charakteristische Kurven des Speicherbeckens Campra



Bild 14. Olivone mit Blick gegen den Lukmanierpass, gesehen von Ost nach West

der dortigen Sackungszone ausweicht und in festes Gestein zu liegen kommt. Die Zuleitung des Wassers aus dem Val di Campo ist 1,46 km lang und mündet bei Km 3,87, die des Riale di Dötra misst nur 350 m. *Wasserschloss und Druckschacht* befinden sich im Bündnerschiefermassiv der Toira und werden durch eine Standseilbahn von Olivone aus zugänglich gemacht.

Der Zuleitungsstollen vom Ausgleichsbecken Luzzone beginnt unmittelbar oberhalb der Staumauer (Bild 7), wo er durch einen Schieber abgeschlossen werden kann. Der Schieber und der vorgeschaltete Rechen sind von der Mauerkrone aus bedienbar. Etwa 70 m nach dem Einlauf befindet sich ein zweites Abschlussorgan. *Wasserschloss und Druckschacht* liegen im Massiv des Sosto. Die Wasserzuleitung aus dem Val Carassina erfolgt durch einen 1,25 km langen Stollen in das Wasserschloss. Die Wasserfassung dieses Nebengebietes muss auf Kote 1575,0 bei Completo gewählt werden; von dort bringt ein Schrägschacht mit 65% Neigung das

Wasser auf das Niveau des Wasserschlosses. Der Druckschacht fällt zuerst mit 75‰ ab, unterfährt dann das Tal des Brenno della Greina rd. 1,3 km oberhalb der Brücke von Olivone in rd. 100 m Tiefe und verläuft dann mit 3‰ Neigung zur Schieberkammer der Zentrale Olivone. Er liegt auf der ganzen Länge im Bündnerschiefer.

Die beiden Kraftwerke Olivone I und II können je nach dem Bauprogramm in einer gemeinsamen oder in getrennten Kavernen untergebracht werden. Die Berechnung der Erstellungs- und Betriebskosten fusst auf getrennten Zentralen. Bei gleichzeitigem Ausbau beider Werke in einer gemeinsamen Zentrale kann die Zahl der Maschinensätze von vier auf drei verringert werden. Die allgemeine Anordnung der vereinigten Zentrale zeigt Bild 15. Die mittlere Turbine kann sowohl vom Luzzone als auch vom Camprabecken aus gespiesen werden. Die Disposition der Turbinen, Generatoren, Transformatoren und Hilfsapparate ist ähnlich wie beim Kraftwerk Innertkirchen vorgesehen. Die vertikalachsige Bauweise der Maschinen ermöglicht die räumliche Trennung des hydraulischen Teils vom elektrischen, wodurch dieser gegen allfällige Folgen von Rohrbrüchen

geschützt wird. Man betritt die Zentrale durch einen rd. 300 m langen Tunnel mit 1 m-Spur Transportgleis, der zugleich als Kabel- und Ventilationstollen dient und unmittelbar nach dem Dienstgebäude der Freiluft-Schaltstation führt (s. Bild 16).

c) Das Kraftwerk Biasca. Der *Sammelweiher* unterhalb Olivone dient zum Ausgleich zwischen der Wasserabgabe der oberen Werke und der Entnahme des Werkes Biasca und ferner als Tagesausgleich für die Wassermengen, die aus dem Rest-einzugsgebiet oberhalb Olivone und den erfassten Seitentälern von dort bis Biasca (rd. 150 km²) zufließen. Er ist namentlich für den Betrieb des Kraftwerkes Biasca vor dem Ausbau der oberhalb liegenden Kraftwerke (erste Bauetappe) wertvoll, indem die natürlich zufließenden Wassermengen weitgehend ausgeglichen und die Energieproduktion in strengen Wintermonaten auf etwa fünf Stunden im Tag konzentriert werden können. Dadurch und dank seiner grossen Maschinenleistung ist das Werk Biasca fähig, Spitzenlasten zu übernehmen. Der Weiher (Bild 16) ist unterhalb des Zusammenflusses des Greina- und des Lukmanier-Brenno vorgesehen; die beiden Flussläufe werden auf etwa 1,6 km reguliert. *Wehr* und *Wasserfassung des Brenno* werden an der engsten Stelle zwischen Weiher und linksseitigem Ufer erstellt werden. Beim Uebergang vom Unterwasserkanal des Kraftwerkes Olivone zum Zulaufstollen des Werkes Biasca ist ein Verbindungsschacht mit Schieberkammer und Ueberlauf angeordnet. Durch einen weiteren Stollen ist dieser Schacht mit dem Sammelweiher verbunden. In ihm sind zwei Schieber angeordnet, die erlauben, den Ausgleichweiher Olivone ohne Unterbrechung des Betriebs der Kraftwerke für Revisionszwecke trocken zu legen oder den Zuleitungstollen Biasca ohne Absenkung des Wasserspiegels des Ausgleichweihers und ohne Ausserbetriebsetzung des Kraftwerkes Olivone zu entleeren. Ein Entlastungstollen mit Schussrinne führt einen allfälligen Wasserüberschuss im Schacht direkt dem Brenno zu.

Das Wehr weist eine Hauptöffnung von 16×4,5 m auf, die durch eine Schütze abgeschlossen wird. Die Wasserfassung ist für eine Nutzwassermenge von 25 m³/s bemessen. Da das Brennowasser nur wenige Tage während des Jahres und in unregelmässigen Dosierungen Geschiebe und Sinkstoffe führt, ist das an die Wasserfassung anschliessende Absatzbecken nicht als kontinuierlich arbeitend vorgesehen. Der Absatzraum ist jedoch so gross bemessen, dass jährlich nur einige Male nach Hochwassern eine Spülung des Beckens vorzunehmen ist. Diese erfolgt bei entleertem Becken durch Betätigung der Einlauf- und Spülschützen. Durch einen Ueberfall mit Kronenhöhe auf Kote 877,00 wird das gereinigte Wasser dem Ausgleichweiher zugeführt. Die flusseitige Mauer des Absatzbeckens dient als Ueberfall des Weihers. Infolge der aus der Anordnung sich ergebenden grossen Ueberfalllänge von 68 m kann das Stauziel von 877,5 m ohne bedeutenden Ueberstau gehalten werden.

Der *Zulaufstollen* von Olivone bis zum Wasserschloss oberhalb Biasca verläuft zunächst auf 810 m Länge auf der rechten Talseite durch Gneispartien der Lucomagnodecke; alsdann wird er auf 1790 m Länge als Eisenbetonrohr unter dem Flussbett des Brenno hindurch auf die linke Talseite geführt. Der Düker unter dem Bett des Brenno wird mit einem Eisenrohr ausgemantelt. Anschliessend an die Kreuzung des Flusses und der Strasse durchstösst der Stollen den Schuttkegel von Pinaderio; in dessen Fortsetzung kann das Rohr auf 960 m Länge in offe-

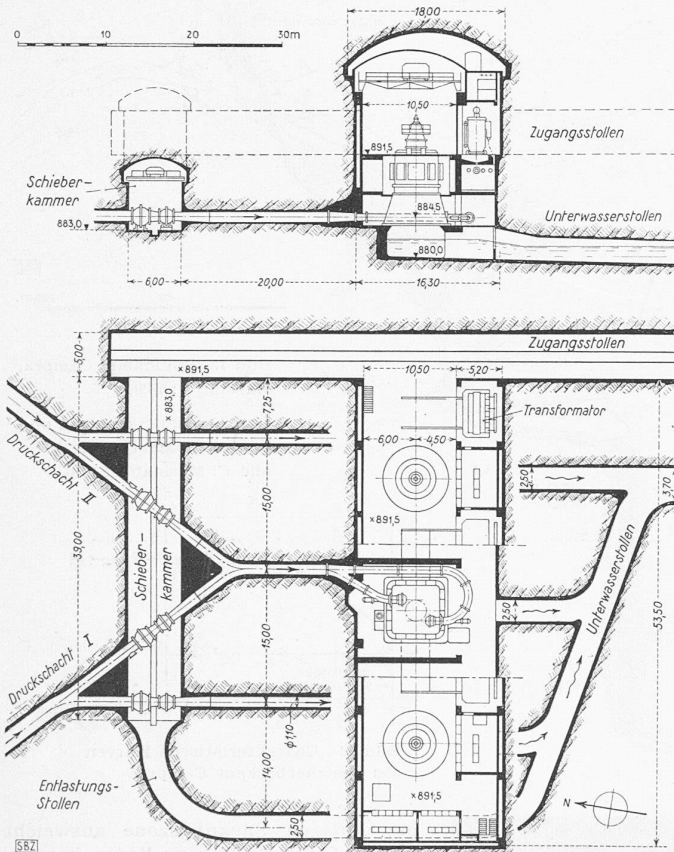


Bild 15. Zentrale Olivone, Masstab 1 : 800

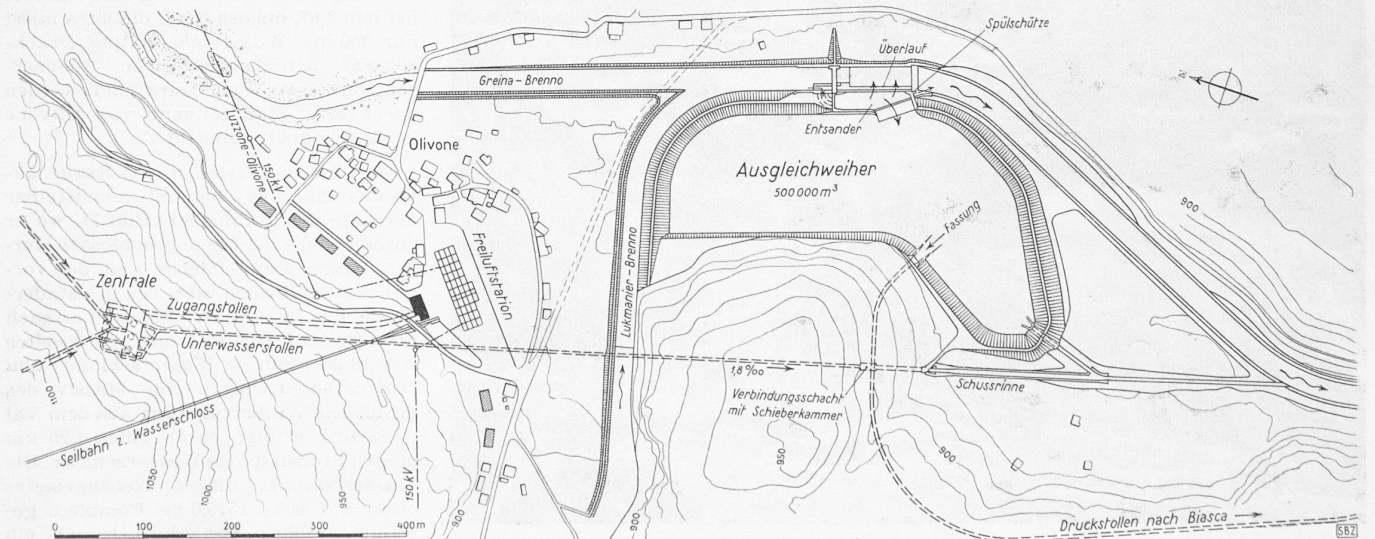


Bild 16. Uebersichtsplan der Zentrale Olivone und des Ausgleichweihers zum Kraftwerk Biasca. 1 : 8000

ner Bauweise als Dole geführt werden. Bei Km 2,6 oberhalb Aquila tritt die Zuleitung wieder als Stollen in den Berg ein, durchstösst zunächst auf 1,4 km Länge Bündnerschiefer, unterfährt darauf das Val Soja, wo die Triashülle der Simanodecke gekreuzt werden muss, und verläuft von dort bis zur Zentrale Biasca in den Granitgneisen der Simanodecke in besonders gutem Gestein. Von Aquila abwärts sind acht Baufenster vorgesehen, zwei davon können als Zuleitungsstollen für die Bäche aus dem Val Soja und dem Val Dongio (Riale dal Simano) benutzt werden. Bei den bedeutend grösseren Bächen im Val Malvaglia und im Val Pontirone sind die Fassungsstellen rd. 1 km oberhalb der Talkreuzungen an einer für die Wehranlage günstigen Stelle angelegt.

Das Wasserschloss befindet sich im Gneismassiv über der Station Biasca (Alpe Madei) und wird für den Bau durch eine Luftkabelbahn von 10 t Nutzlast vom Bahnhof Biasca aus zugänglich gemacht. Der Vertikalschacht ist rd. 100 m hoch. Der Druckschacht befindet sich auf der ganzen Länge von 1228 m im Granitgneis und erhält zwei weitere Baufenster.

Die Zentrale Biasca (Bilder 17, 18 u. 19) ist in Anordnung und Dimensionen der Zentrale Innertkirchen sehr ähnlich; im Vollausbau erhält sie vier Maschineneinheiten, wodurch die Kaverne bei gleichem Querschnitt 78 m lang wird. In den vier Turbinenzuleitungen, die vom Druckschachtende abzweigen, sind je zwei hintereinander geschaltete Kugelschieber als Not- und Betriebsabschlussorgane eingebaut und in einer besonderen Schieberkammer untergebracht. Eine weitere Rohrleitung, die vor einer der Hauptschiebergruppen angeschlossen ist, führt über zwei kleinere Abschlussorgane zu einer Hilfsturbinengruppe für die Eigenbedarfsversorgung der Zentrale. Die Schieberkammer ist von der Zentrale aus durch einen mit einer Panzertüre abschliessbaren Dienststollen zugänglich, in dem ein Transportgleis verlegt ist. Senkrecht darunter führt ein Entlastungskanal von der Schieberkammer direkt nach dem Unterwasserkanal. Die Hauptdaten der Maschinensätze finden sich auf Tabelle 5. Je zwei Turbinenkammern sind durch einen Gang miteinander verbunden, der zum Transport reparaturbedürftiger Laufräder dient.

Die Anordnung der Hoch- und Niederspannungsanlagen entspricht derjenigen der Zentrale Innertkirchen. Die Hilfsanlagen sind in einem besondern Flügel auf der Eingangsseite zusammengefasst. Hier befindet sich auch ein Wasserwehrrand für Leistungsprüfungen, Schalt- und Regulierversuche, der über die 150 kV-Verbindungsleitung auch von den Zentralen Olivone und Luzzone verwendet werden kann.

Die in vorzüglichem Granitgneis liegende unterirdische Zentrale Biasca erhält einen rd. 80 m langen Eingangstunnel. Sie kann im weitem in einfacher und zweckmässiger Weise durch ein Normalspurgleis von nur 850 m Länge an die Station Biasca angeschlossen werden (s. Bild 17). Der Unterwasserkanal

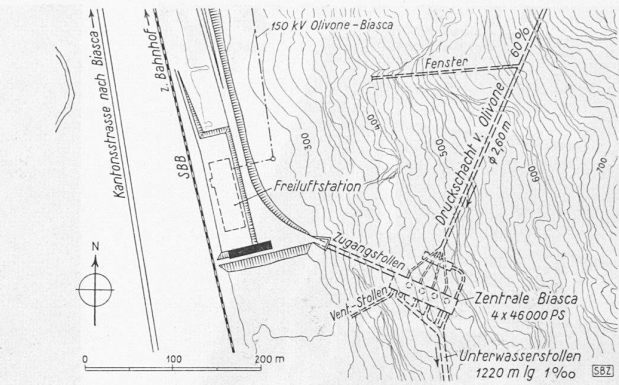


Bild 17. Zentrale Biasca, Situationsplan 1 : 8000

führt von der Zentrale 1,27 km weit als Freispiegelstollen durch den Granitgneis des linken Talhanges, unterfährt Bahn und Kantonstrasse beim Südausgang des ersten Tunnels nach Biasca und mündet nach einer offenen, 0,5 km langen Kanalstrecke an der Stelle in den Tessin, wo dieser bis an den Ostrand der Talebene ausholt und wo der Auslauf in die äussere Seite einer Flusskrümmung gelegt werden kann.

d) Elektr. Schalt- und Uebertragungsanlagen. Für die ganze Kraftwerkgruppe sind zwei Schaltstationen vorgesehen, die als Freiluftanlagen ausgebildet werden, die eine in Olivone, die andere in Biasca. Sie sollen durch eine rd. 22 km lange sechsdrähtige Freileitung von 150 kV mit einander verbunden werden. Jeder Generator arbeitet über den zugeordneten Transformator, eine Kabelstrecke und einen automatischen Schalter auf die 150 kV Sammelschienen der betreffenden Schaltstation, von denen über entsprechende Schalter die 150 kV Verbindungs- und Fernleitungen abgehen. Die Bedienung und Ueberwachung jeder Schaltstation erfolgt von je einem Kommando-

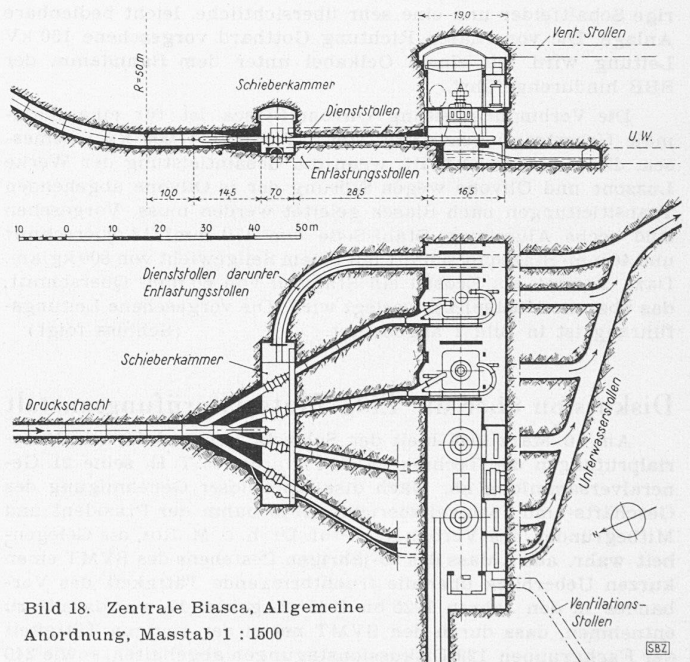


Bild 18. Zentrale Biasca, Allgemeine Anordnung, Masstab 1 : 1500

Tabelle 5: Hauptdaten der Maschinensätze

	Luzzone	Oli-vone I	Oli-vone II	Biasca	Total
Ausbau-					
Wassermenge	m ³ /s	9,0	7,2	14,0	30,0
Brutto-Gefälle	m	803,0	552,5	582,5	606,0
Netto-Gefälle	m	760,0	524,0	544,0	523,0
Turbinenleistung	PS	2×40 000	3×45 000	4×46 000	399 000
Generatorleistung	kW	2×27 500	3×31 000	4×31 500	274 000
Transformatoren	kVA	2×34 000	3×39 000	4×40 000	315 000
Drehzahl	U/min	600	375	375	

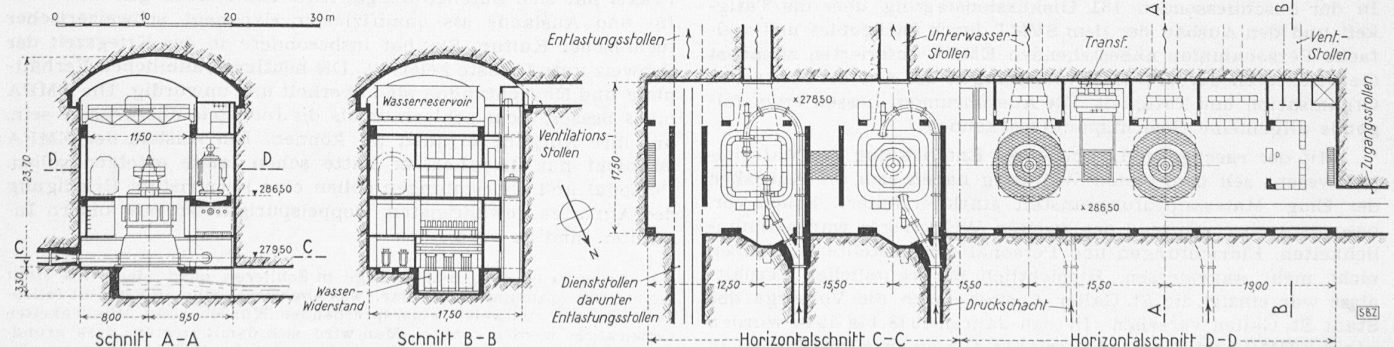


Bild 19. Zentrale Biasca, Maschinensaal, Masstab 1 : 800

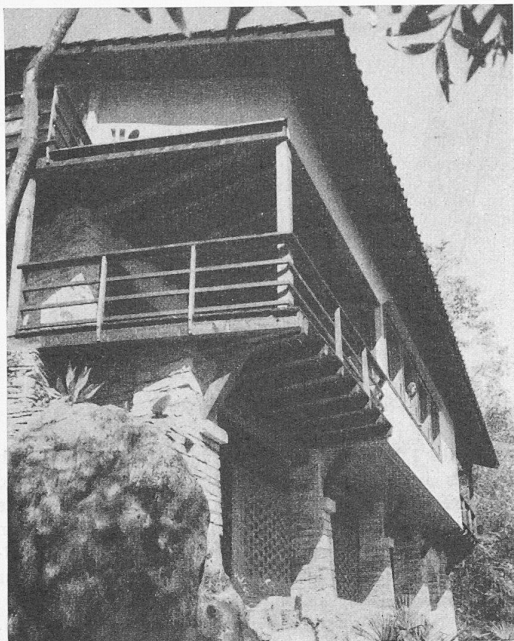


Bild 4. Ansicht aus Westen



Bild 5. Südseite

Ferienhaus B. bei Ascona, Arch. A. ALTHERR, Zürich

raum aus, der sich in einem Dienstgebäude befindet und die nötigen Apparate und Messinstrumente zur Fernsteuerung enthält. In den Dienstgebäuden sind ferner je ein Reparaturraum mit Werkstätte untergebracht, die durch Schmalspurgleis zum Transport reparaturbedürftiger Apparate mit der Freiluftanlage verbunden sind. Kabelverbindungen zwischen den Schaltern und den Sammelschienen-Trennmessern ergeben niedrige Schaltfelder und eine sehr übersichtliche, leicht bedienbare Anlage. Die von Biasca Richtung Gotthard vorgesehene 150 kV Leitung wird mit einem Oelkabel unter dem Bahndamm der SBB hindurchgeführt.

Die Verbindungsleitung Olivone-Biasca ist für eine maximale Uebertragungsleistung von 147 MW (147 000 kW) bemessen, die nur dann auftritt, wenn die Gesamtleistung der Werke Luzzone und Olivone wegen Störung der in Olivone abgehenden Transitleitungen nach Biasca geleitet werden muss. Vorgesehen sind sechs Aluminium-Stahl-Seile von 170 mm² Al-Querschnitt und 40 mm² Stahlquerschnitt mit einem Seilgewicht von 800 kg/km. Dazu kommt als Erdseil ein Stahlseil von 60 mm² Querschnitt, das über die Mastspitzen verlegt wird. Die vorgesehene Leitungsführung ist in Bild 1 angedeutet. (Schluss folgt)

Diskussion über die Eidg. Materialprüfungsanstalt

Am 16. März 1946 hielt der Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik (SVMT) in der E. T. H. seine 21. Generalversammlung ab. Nach diskussionsloser Genehmigung des Geschäfts- und Tätigkeitsberichtes 1945 nahm der Präsident und Mitbegründer des Verbandes, Prof. Dr. h. c. M. Ros, die Gelegenheit wahr, aus Anlass des 20-jährigen Bestehens des SVMT einen kurzen Ueberblick über die fruchtbringende Tätigkeit des Verbandes in den Jahren 1925 bis 1945 zu geben. Es war daraus zu entnehmen, dass durch den SVMT neben der stetigen Tätigkeit der Fachgruppen 129 Diskussionstagungen abgehalten, sowie 240 Sonderdrucke und 150 Diskussionsberichte veröffentlicht wurden. In der anschliessenden 131. Diskussionstagung über die Tätigkeit und den Ausbau der SVMT durch Sachgebiet und vielfache Personalunion nahestehenden EMPA referierten zunächst die Direktoren der drei Hauptabteilungen der Anstalt über deren Organisation und Tätigkeit. Die Ausführungen liessen etwa folgende allgemeine Gesichtspunkte erkennen:

Mit der raschen und ungeheuren Entwicklung des Materialprüfwesens seit dem ersten Weltkrieg haben sich die Aufgaben der Eidg. Materialprüfungsanstalt stark erweitert. Schon vor, besonders aber während des zweiten Weltkrieges waren Räumlichkeiten, Einrichtungen und Personal den gestellten Aufgaben nicht mehr angemessen. Hinsichtlich der räumlichen Verhältnisse war einzig die St. Galler Anstalt durch die Vorsorge der Stadt St. Gallen versehen. In den Jahren 1938 bis 1944 wurden von der EMPA wiederholt Unterlagen für einen zweckdienlichen Ausbau der Zürcher Anstalt ausgearbeitet und den vorgesetzten

Behörden unterbreitet. Die Forderungen sind bisher nicht erfüllt worden. Vielmehr muss die verantwortungsvolle Arbeit unter ungünstigsten und unwürdigen Verhältnissen und bei übermässiger Beanspruchung des Personals fortgeführt werden. Nur ein abgelegenes, einen vernünftigen Kontakt mit E. T. H. und Auftraggebern ausschliessendes Baugelände¹⁾ ist gegen die Ueberzeugung und den Antrag der Direktion festgelegt worden. Es scheinen Bestrebungen im Gange zu sein, die «wissenschaftliche Forschung» ganz von der «routinemässigen Prüfung» zu trennen, d. h. der Anstalt ihren wesentlichen Charakter zu nehmen. Als weitere Schwierigkeit tritt hinzu, dass die EMPA die vorgeschriebene Rendite von 50 % bei den immer komplizierteren Versuchsverfahren, den ungünstigen Arbeitsverhältnissen und den steigenden Löhnen in den letzten Jahren nur mit grosser Mühe erzielen konnte (vergleichsweise decken die landwirtschaftlichen Versuchsanstalten im Mittel weniger als 20 % der Ausgaben durch Einnahmen). Eine in besagter Form belastete eidgenössische Anstalt läuft Gefahr, die Gründlichkeit dem «Geschäft» zum Opfer bringen zu müssen, um so mehr, als sich unter den obwaltenden Umständen kaum die benötigten hochqualifizierten Arbeitskräfte zur Mitarbeit bereit finden.

Prof. Roß gab der Befürchtung Ausdruck, dass der Ausbau weiter hinausgezögert werde und forderte die anwesenden Vertreter der Industrie, des Bauwesens und des Gewerbes auf, zur Frage Stellung zu nehmen, ob die EMPA ihre bisherige Funktion als wissenschaftlich forschendes und praktisch prüfendes Institut mit angemessenen Räumen und Mitteln weiter ausüben solle.

Die recht einhelligen Auffassungen und Forderungen (eigentliche Gegner der Ausbauabsichten des EMPA-Direktoriums meldeten sich nicht zum Wort) von gegen 20 Diskussionsvotanten lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen: Die Aufgabe und Organisation der EMPA sollte nicht beschränkt, sondern im Gegenteil durch Ausbau weiterer Gebiete (Forschung, Aufklärung, Ausbildung von Prüfingenieuren usw.) erweitert werden. Ihre Stellung zwischen den Lehrinstituten der E. T. H. und der Praxis hat sich nützlich ausgewirkt. Die EMPA gilt heute im In- und Auslande als qualifizierter Exponent schweizerischer technischer Kultur. Sie hat insbesondere in der Kriegszeit der Schweiz gute Dienste geleistet. Die heutigen räumlichen Verhältnisse und Einrichtungen sind überholt und unwürdig. Die EMPA muss besser, nicht schlechter als die Industrie ausgerüstet sein, um ihre Aufgabe erfüllen zu können. Ein Ausbau der EMPA ist nicht nur dringlich, er hätte schon lange erfolgen sollen. Personal und Einrichtungen sollen eine kurzfristige Erledigung der Aufträge gewährleisten. Doppelspurigkeiten mit andern Instituten sind zu vermeiden.

¹⁾ Gewiss ist die gewählte Lage in Schlieren nicht ideal. Sie stellt jedoch das Optimum dessen dar, was angesichts aller in Betracht fallenden, einander teilweise widersprechenden Wünsche und Möglichkeiten verwirklicht werden konnte. Man wird sich damit trösten, dass grundsätzlich das Gleiche auch für die Ausbaupläne der E. T. H. gilt, wie es im Nationalrat gesagt worden ist. Red.