Kraftwerke Ilanz I und II: Beschrieb der Projekte

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 44: **SIA-Heft 5**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85568

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Zerrüttung des Felsens wurde bisher nur oberhalb der Kalkbank eindeutig beobachtet. Aus diesem Grunde wurde die für die Entspannungserscheinungen nötige Gleitschicht mit aussergewöhnlich niedrigem Reibungswinkel vorerst knapp oberhalb dieser Bank gesucht. Im nördlichen Teil der 2. Bauetappe wurde auf der Kalkschicht eine *bituminöse, tonige Mergellage mit vielen flachliegenden Gleitflächen* beobachtet, was in derartigen Schichten allerdings vereinzelt auch tief im Berginnern zu sehen ist. Andererseits ist bekannt, dass bei der Erstellung des nahen Voreinschnittes für den Milchbucktunnel entlang dem Bentonithorizont tiefgründige Bewegungen ausgelöst wurden, die bis zum Universitätsareal zurückgriffen (vlg. *B. Kuhn* und *H. Jäckli* im Sonderheft «Milchbucktunnel» der Mitteilungen der Schweizerischen Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik, No. 100, 1979). Es ist deshalb durchaus möglich, dass auch in unserem Gebiet die Auflockerung bis zu der 20–25 m unter der Kalkbank liegenden Bentonitschicht hinuntergreift, doch kann diese Frage vorerst nicht entschieden werden.
Der zerrüttete Fels zeigt alle Grade der Verwitterung, doch wird er gegen die Tiefe zunehmend gesünder. Stark verlehmte Mergellagen kommen nur in den obersten Partien vor.

Wasserverhältnisse

Wasser zirkulierte vor allem in den *Schmelzwasserablagerungen*, im *zerrütteten Fels* sowie sehr untergeordnet in den *Bachablagerungen*. Im Gehängelehm und in der Grundmoräne wurde dagegen nur in vereinzelten Lagen und Linsen von kiesig-sandigem oder sandig-siltigem Material etwas Wasser angetroffen. Der Wasserandrang blieb in den Schmelzwasserablagerungen bescheiden, während dem zerrütteten Fels im südlichen Teil der 2. Bauetappe z. T. erhebliche Wassermengen entflossen.

Geotechnische Folgerungen

Die sich aus den beschriebenen geologischen Verhältnissen ergebenden bautechnischen Folgerungen wurden bei der 1. Bauetappe vom Geotechnischen Büro Dr. von Moos AG, Zürich, bei der 2. Bauetappe durch Basler und Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich, ausgearbeitet. Nachfolgend sollen nur einige geotechnische Probleme während des Baus kurz zusammengefasst werden.

Baugrube

Vor dem Aushub wurden die Schmelzwasserablagerungen im Bereich der 1. Bauetappe mit Wellpoints entwässert. Bei der 2. Bauetappe wurde darauf verzichtet, da die Wasserführung der Schmelzwasserablagerungen im allgemeinen bescheiden war.

Bei der 1. Bauetappe wurden einzelne Böschungen im zerrütteten und *teilweise glazial verschleppten Fels* unstabil und mussten nachträglich gesichert werden. Bei den Baugruben für die 2. Bauetappe erfolgte der Aushub in diesen Schichten im Schutze von Rühlwänden, Bohrpfahlwänden und Elementwänden. Trotzdem stellten sich bei einer Elementwand Probleme, da der Molassefels dort zahlreiche ungünstig orientierte Gleitflächen aufwies. In nicht verkleideten Wandpartien ergaben sich mit der Zeit Niederbrüche hinter den einzelnen Betonelementen, was zusätzliche Sicherungsarbeiten erforderte. Der zerrüttete Molassefels war fast durchwegs ripperbar. Nur bei der Kalkbank kamen grössere, zusammenhängende Verbände von Sprengfels vor.

Fundation

Sämtliche Gebäude der 1. Bauetappe konnten auf der *Moräne* oder auf dem *Molassefels flach fundiert* werden. Bei den künftigen Gebäuden der 2. Bauetappe werden dieselben Fundationsverhältnisse vorliegen. Einzelne Gebäu-

Adresse des Verfassers: Dr. *V. Longo*, c/o Dr. von Moos AG, Bachofnerstr. 5, 8037 Zürich.

Kraftwerke Ilanz I und II

Beschrieb der Projekte

Ilanz I

Das Kraftwerk Ilanz I nützt die Wasserkraft des Vorderrheines auf einer Länge von rund 12,5 km zwischen der Wasserrückgabe der bestehenden Zentrale Tavanasa der Kraftwerke Vorderrhein AG und der Stadt Ilanz aus. Der Standort der Zentrale befindet sich oberhalb von Ilanz; das Betriebswasser wird ebenfalls oberhalb der Stadt in den Rhein zurückgegeben.
Das Projekt sieht vor, das von den Kraftwerken Vorderrhein in der Zentrale Tavanasa verarbeitete Wasser in einem Düker unter dem Rhein hindurch in ein Ausgleichsbecken auf der linken Talseite oberhalb von Danis überzuleiten. Diesem Becken wird auch das Wasser der Rheinfassung Tavanasa, die ein Zwischeneinzugsgebiet von 230 km² erfasst, zugeführt. Die gefasste Wassermenge ist auf 12 m³/s beschränkt.
Ein rund 12,5 km langer Druckstollen mit einem lichten Durchmesser von 4,60 m leitet das Betriebswasser zum Wasserschloss und durch den anschliessenden Druckschacht von rund 3,50 m Durchmesser zur freistehenden Zentrale Ilanz. Die Ausbauwassermenge beträgt 50 m³/s, das Bruttogefälle 96 m und die Leistung der beiden Francisturbinen zusammen 34 500 kW.

Ilanz II

Das Kraftwerk Ilanz II nützt die Wasserkraft des Panixer- und Siatertales mit einem Gefälle von 740 m zwischen dem projektierten Stausee Panix und der Zentrale Ilanz. Mittels einer rund 40 m hohen Staumauer wird auf der 1450 m ü.M. liegenden Alp Panix ein Stausee von 5 Mio m³ Nutzinhalt geschaffen.
Ein 7,8 km langer Druckstollen von 2,2 m Durchmesser führt unter dem Val de Siat hindurch zum Wasserschloss oberhalb von Ruschein. In diesen Stollen wird auch das aus dem Siaterbach gefasste Wasser eingeleitet. An das Wasserschloss schliesst der Druckschacht von rund 2 km Länge an. Die Schluckfähigkeit der Peltonturbine be-

trägt 8 m³/s und ihre Leistung 49 500 kW. Die Maschinen und Einrichtungen der Anlagen Ilanz I und II werden im gleichen Zentralengebäude installiert und von der Zentrale Tavanasa aus ferngesteuert.
Die Energieproduktion im Durchschnittsjahr beträgt für jede Anlage je 137 Mio kWh. Für die Übertragung der erzeugten Energie kann die bestehende 220-kV-Leitung Tavanasa - Bonaduz benützt werden.

Erläuterungen zu einzelnen Sachgebieten

Vorgeschichte und rechtlicher Sachverhalt

Die Bemühungen der NOK um den Ausbau der Wasserkräfte im Vorderrheintal reichen in die frühen fünfziger Jahre zurück. Infolge der Konkurrenzierung durch eine weitere Interessengruppe zerschlug sich ein Gesamtausbauplan, den die NOK auf Anregung der Bündner Regierung ausgearbeitet hatte. Nach langen Vorverhandlungen reichten die NOK schliesslich am 3. Nov. 1962 ein neues, bereinigtes Konzessionsgesuch für ein Doppelkraftwerk Ilanz I und II ein, und am 22. Juni 1964 erteilte die letzte der zuständigen Gemeinden die Konzession, nachdem inzwischen die Zentralen Sedrun und Tavanasa der Kraftwerke Vorderrhein AG bereits den Betrieb aufgenommen hatten. Das gesetzlich vorgeschriebene Planauflageverfahren wurde im Frühjahr 1964 durchgeführt.
Am 13. Juli 1964 stimmte der Kleine Rat des Kantons Graubünden den von den Gemeinden erteilten Wasserrechtsverleihungen mit zusätzlichen Bedingungen zu. Da diesen Bedingungen nicht in vollem Umfange entsprochen werden konnte, verzichteten die NOK vorerst auf die Annahme der Konzession. Nach lange sich hinziehenden Verhandlungen wurde schliesslich eine Einigung erzielt und der Kleine Rat genehmigte am 24. Juni 1968 definitiv die Wasserrechtsverträge, wobei in den Verhandlungen festgelegt wurde, dass als eigentliches Genehmigungsdatum weiterhin der 13. Juli 1964 gelte und als Datum des Inkrafttretens der Konzessionen, der 3. Aug. 1964.
Die ab Mitte der sechziger Jahre rasch anwachsende Bau- und Kapitalteuerung und die aufkommende günstige Kernenergie verunmöglichten damals aus wirtschaftlichen Gründen den Bau der Werke Ilanz I und Ilanz II. Der Baubeginn, in den Konzessionsverträgen bis zum 11. Juli 1967 vorgesehen, wurde deshalb nach dem Baubeschluss für das Kernkraftwerk Beznau II auf unbestimmte Zeit verschoben. Um den Verfall der Konzessionen zu verhindern, wurden rechtzeitig mit den Gemeinden Verhandlungen über eine Fristerstreckung aufgenommen und die Ergebnisse in einem Nachtrag I zur Konzession festgehalten. Dieser Nachtrag ist am 12. Mai 1969 vom Kleinen Rat genehmigt worden und legt als spätesten Termin für den Baubeginn den 1. August 1979 fest. Für diese Fristverlängerung werden den Gemeinden und dem Kanton Wartegelder entrichtet.

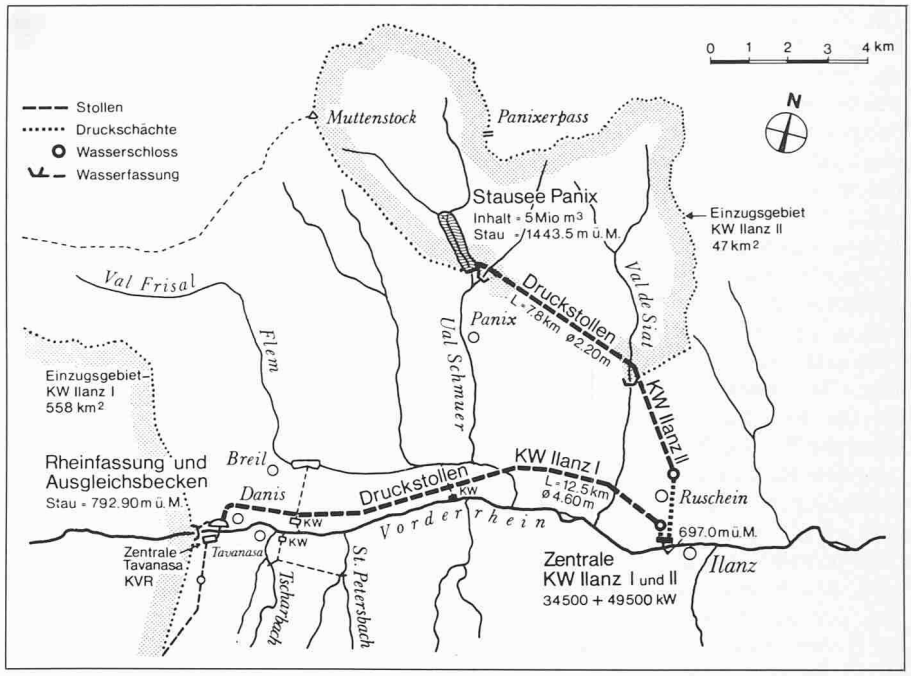


Bild 1. Übersichtskarte Kraftwerke Ilanz I und II

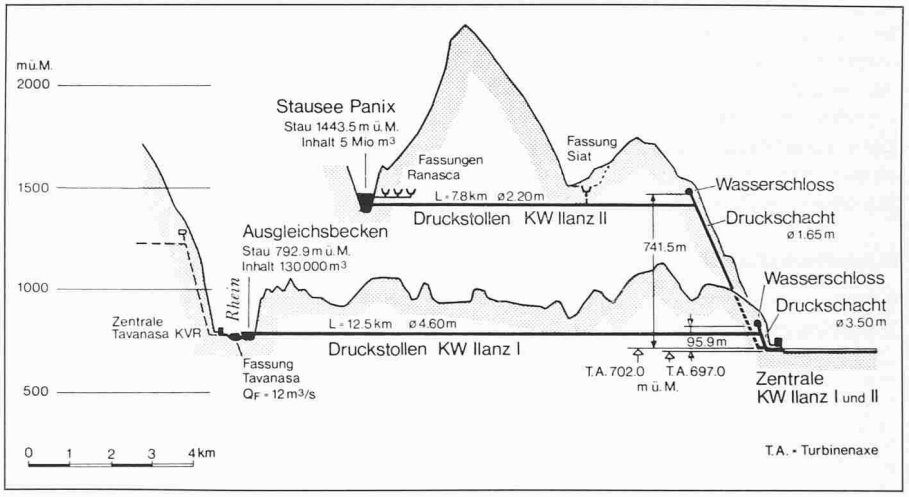


Bild 2. Längenprofil

Änderungen gegenüber den Konzessionsprojekten

Nach der weiteren Überarbeitung der Konzessionsprojekte sind folgende unwesentliche Änderungen vorgesehen, die nach der Bestätigung des Regierungsrates innerhalb der genehmigten generellen Konzessionsprojekte liegen:

KW Ilanz I:

- Geringfügige Erhöhung der Schluckfähigkeit der Turbinen von 48 auf 50 m³/s
- Erhöhung der Staukote des Ausgleichbeckens um 40 cm.

KW Ilanz II:

- Verzicht auf Fassung der Schleuiserbäche (grosser Geschiebeanfall)
- Reduktion des Stauinhaltes auf der Panixeralp von 15 auf 5–7 Mio m³ (der genaue Wert wird erst nach Abschluss der geologischen Detailuntersuchungen festgelegt)
- Erhöhung der Ausbauwassermenge von 6 auf 8 m³/s.

Restwassermengen

Mit der definitiven Konzessionsgenehmigung vom 24. Juni 1968 hat der Kleine Rat für eine vorerst 4jährige Versuchsperiode folgende – gegenüber früheren Konzessionen wesentlich erhöhte – Dotierwassermengen festgelegt:
1 m³/s im November bis Februar
2 m³/s im September/Oktober und März/April
3 m³/s im Mai bis August.

Die im Fluss während den verschiedenen Jahreszeiten endgültig zu belassenden Mindestwassermengen werden vom Kleinen Rat nach Ablauf der Versuchszeit im Benehmen mit den Gemeinden und nach Anhörung der Beliehenen festgelegt, wobei jedoch die Gesamtwassermenge der Versuchszeit nicht überschritten, sondern lediglich innerhalb der Sommers-, Winters- und Übergangszeit anders verteilt werden soll.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, liegt die durchschnittliche Wasserführung des Rheines bei der Wasserfassung in den Sommermonaten meist erheblich über der grössten fassbaren Wassermenge von 12 m³/s, und entsprechend übersteigt der im Rhein verbleibende Abfluss die festgelegte Dotiermenge.

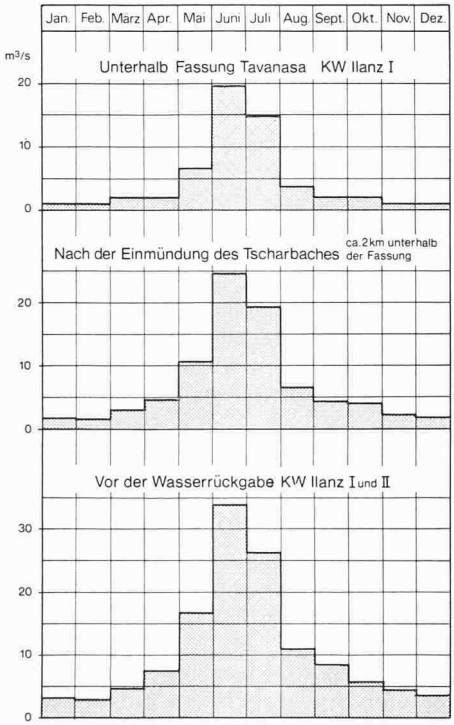


Tabelle 1. Mittlere Monatsabflüsse des Rheins in m³/s (unterhalb der Fassung, ca. 2 km unterhalb der Fassung und vor der Wasserrückgabe der Kraftwerke Ilanz I und II)

Die Darstellung zeigt ferner die wesentliche Vergrösserung des Abflusses durch die seitlichen Zuflüsse, insbesondere in den Sommermonaten.

In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Abflusswerte bei Tavanasa zu verschiedenen Zeiten des Kraftwerkbaues dargestellt. Bemerkenswert ist die Verlagerung der Abflüsse vom Sommer auf den Winter durch den Bau der Kraftwerke Vorderrhein AG und ferner die Feststellung, dass vor dem Bau dieser Werkgruppe der Winterabfluss zum Teil ebenfalls recht bescheiden war.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die angeführten Abflüsse Mittelwerte darstellen, die von Jahr zu Jahr – und insbesondere innerhalb des betreffenden Monats – beträchtliche Schwankungen nach oben und unten aufweisen.

Die Beeinträchtigung der Wasserführung des Schmuérbaches und des Siaterbaches durch das Kraftwerk Ilanz II beschränkt sich auf relativ kurze, wenig auffällige Teilstücke. Insbesondere bleiben die eindrucksvollen Wasserfälle im Kessel der Panixeralp ungeschmälert erhalten; sie werden vom Kraftwerkbau nicht tangiert.

Nutzbare Wassermengen und Energieproduktion

Kraftwerk Ilanz I. Die gesamte Abflussmenge des Rheines bei Tavanasa erreicht im Durchschnittsjahr rund 865 Mio m³. Davon werden 495 Mio m³ von den Kraftwerken Vorderrhein (Stauseen St. Maria, Nalps und Curnera mit 152 Mio m³ Inhalt) genutzt und an das projektierte Kraftwerk Ilanz I weitergeleitet. Von den 370 Mio m³ des Rheinabflusses oberhalb von Tavanasa sollen rund 188 Mio m³ – also rund die Hälfte – für das Kraftwerk Ilanz I gefasst werden. Die verbleibenden 182 Mio m³ setzen sich zusammen aus: 63 Mio m³ Dotierwasser und aus 119 Mio m³ nicht fassbarem Überlauf.

Das nutzbare Wasserdargebot des Kraftwerkes Ilanz I beträgt somit 683 Mio m³ im Durchschnittsjahr, davon entfallen 283 Mio m³ auf das Winter- und 400 Mio m³ auf das Sommerhalbjahr. Die erzeugbare Energie beträgt insgesamt 137 Mio kWh bei einer installierten Leistung von 34,5 MW (1 MW = 1000 kW).

Kraftwerk Ilanz II. Das nutzbare Wasserdargebot beträgt im Mittel 80 Mio m³ pro Jahr, davon 15 Mio m³ im Winter und 65 Mio m³ im Sommer. Daraus resultiert eine Energieproduktion von ebenfalls 137 Mio m³ kWh. Das Staubecken Panix erlaubt nur eine geringe Umlagerung der verfügbaren Wassermengen. Es dient hauptsächlich dem Tages- und Wochenausgleich und ermöglicht die Erzeugung von vorwiegend (höherwertiger) Tagesenergie bei einer installierten Leistung von 49,5 MW.

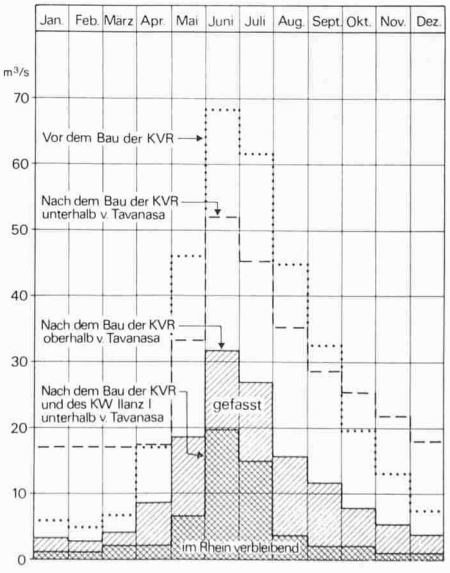


Tabelle 2. Mittlere Monatsabflüsse des Rheins in Tavanasa zu verschiedenen Zeiten (vor dem Bau der Kraftwerke Vorderrhein – nach dem Bau der Kraftwerke Ilanz I und II)

Die gesamte verfügbare Leistung beträgt somit 84 MW und die gesamte Energieproduktion rund 275 Mio kWh pro Jahr.

Zum Vergleich. Das Kraftwerk Eglisau am Hochrhein produziert bei 32,5 MW Ausbauleistung im Mittel 237 Mio kWh pro Jahr, wobei die Produktion unmittelbar vom momentanen Abfluss abhängt und keinerlei Umlagerungsmöglichkeiten bestehen.

Anlage- und Energiegestehungskosten

Die gesamten Anlagekosten wurden zu rund 310 Mio Fr. ermittelt. Bei einer mittleren Verzinsung des investierten Kapitals von 4 Prozent muss mit Gestehungskosten von 8,4 Rp/kWh im Jahresmittel gerechnet werden (frühere Angaben basieren noch auf einem abweichenden Zinssatz). Dies ist im heutigen Zeitpunkt relativ hoch. Da die Wasserkraftwerke jedoch eine lange Lebensdauer aufweisen und nur unbedeutend der Teuerung unterworfen sind, verbessert sich ihre Wirtschaftlichkeit im Laufe der Jahre erheblich.

Gründe für den Bau des Kraftwerkes

Die Konzessionen sind am 1. Aug. 1979 abgelaufen, sofern mit den Bauarbeiten nicht begonnen wird. Da einige Gemeinden eine weitere Erstreckung des Baubeginnes ablehnten, fasste der Verwaltungsrat der NOK den Beschluss, die Konzessionnen innerhalb der vertraglichen Frist auszunützen.

Der Elektrizitätsverbrauch hat im Jahr 1977 um 5,5 Prozent zugenommen. Für die kommenden Jahre wird eine Zunahme in ähnlicher Grössenordnung erwartet. Mit einem weiteren Anwachsen muss auch in Zukunft trotz der Sparbemühungen gerechnet werden, wobei auch die Substitution flüssiger Brennstoffe von Einfluss sein wird; die Bereitstellung von zusätzlicher elektrischer Energie ist langfristig notwendig.

Die Entwicklung auf dem Energiesektor hat sich seit der Fristverlängerung für die Kraftwerke Ilanz I und II im Jahre 1968 in einigen wesentlichen Punkten geändert, denken wir zum Beispiel an den wahrscheinlichen weiteren Kostenanstieg der thermischen Produktion, an die Notwendigkeit der Schonung der Ölvorräte, an die Forderung zur Verwendung regenerierbarer Energie usw.

Der Beitrag von 275 Mio kWh der Kraftwerke Ilanz I und II an unsere Versorgung ist grösser als der des Kraftwerkes Eglisau und bedeutet eine wertvolle Ergänzung, besonders in einer eventuellen künftigen Mangelsituation. Dabei ist zu bedenken, dass auch die

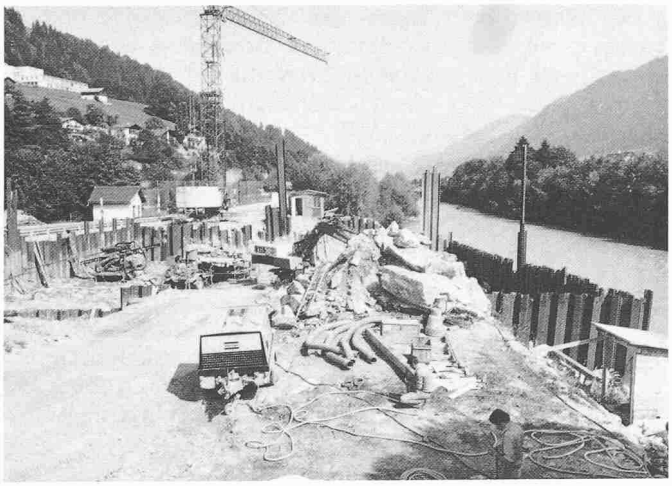


Bild 3. Baustelle Auslauf der Unterwasserkanäle zwischen Kantonsstrasse (links) und Vorderrhein. Baubeginn: 21. Mai 1979. Bauzustand: 11. Sept. 1979



Bild 4. Ausbau der Strasse nach Ruen nach Panix. Ausweitung einer Wendeschleife oberhalb Ruen. Bauzustand: 11. Sept. 1979

Realisierung von Wasserkraftanlagen acht bis zehn Jahre benötigt.
Weiter war auch die Lage auf dem Bau- und Kapitalmarkt für den Baubeschluss von Bedeutung; das Investitionsvorhaben kommt im übrigen fast ganz der Binnenwirtschaft zugute.
Die Beeinträchtigung der Landschaft ist unseres Erachtens durchaus tragbar; es handelt sich in überwiegendem Masse um Stollenbauten. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die Stauanlagen unserer Kraftwerke im allgemeinen recht beliebte Ausflugsziele geworden sind.

Bedeutung für die Gemeinden

Für die betroffenen Gemeinden bedeutet der Kraftwerkbau eine grundlegende Verbesserung der wirtschaftlichen Existenzgrundlagen. Sie sind an der Abgabe von Gratis- und Vorzugsenergie sowie an den Wasserzinsen im Verhältnis der auf Gemeindegebiet genutzten Wasserkraft (ausgedrückt in sogenannten Bruttopferdestärken) beteiligt. Gesamthaft stehen den Gemeinden zur Verfügung:

- 537 000 kWh Gratisenergie
- 1 074 000 kWh Vorzugsenergie I; zu Preisen von 1964
- 1 611 000 kWh Vorzugsenergie II; zu Preisen von 1964

An jährlichen Wasserzinsen sind aufgrund der gegenwärtig gültigen Ansätze je 450 000 Fr. für die Gemeinden und den Kanton zu erwarten. Ebenso sind von Bedeutung: der Ausbau der Strassen, die für den Kraftwerkbau verbessert oder neu angelegt werden müssen, die Verdienstmöglichkeiten während der Baujahre, wie auch die Steuereinnahmen von Gesellschaft und Personal.

Pfahlgründung mittels Bentonitbohrung

Hauptstrassenbrücke über den Nidau-Büren-Kanal

Von Klaus Fichtner, Renens



Die Überquerung des Nidau-Büren-Kanals bei Biel wurde zwischen den Jahren 1860 und 1870 für den Strassenverkehr mittels einer *Stahlkonstruktion* geschaffen. Um den modernen Transportnotwendigkeiten (Schiffsverkehr, Kanalüberquerung) Rechnung zu tragen, wurde im Jahre 1977 die Projektierung und 1978 die Ausführung einer *neuen Konstruktion in Verbundbauweise* in Auftrag gegeben. Die Submission dieser Arbeiten erfolgte getrennt für Phase I (Strassenbrücke) und Phase II (BTI-Bahnbrücke). Die folgenden Erläuterungen betreffen lediglich die Pfahlgründung der Hauptstrassenbrükke, die nach erfolgtem Submissionswettbewerb von der Firma SIF-Groutbor SA ausgeführt wurde.

Konzept der Ausführung

Die Submissionsunterlagen wurden so erstellt, dass von einem vorgängigen Abbruch der alten Stahlbrücke und dem anschliessenden Herstellen der neuen Fundationen von *schwimmenden Arbeitsplattformen* auszugehen war. Andere Ausführungsmöglichkeiten waren jedoch ausdrücklich offengelassen