

Innerhofer, G. (1983): Die Wasserkraftanlage Walgauwerk
der Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft. – Österr.
Wasserwirtsch., 35 (5-6): 113-119, 5 Abb., 1 Tab.; Wien.

Die Wasserkraftanlage Walgauwerk der Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft

The Walgau Hydro Project

Von G. Innerhofer

Mit 5 Abbildungen

Kurzfassung/Summary

Von der Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft wird derzeit die Wasserkraftanlage „Walgauwerk“ gebaut. Sie schließt im Unterwasser an die bestehende Werksgruppe „Obere Ill—Lünersee“ an und erzeugt als deren Unterlieger 365 GWh im Regeljahr. Das Herzstück der Anlage ist der 21 km lange Druckstollen, Ausbruchdurchmesser 6,25 m, der die Nördlichen Kalkalpen durchfährt und damit geologisch sehr unterschiedliche Voraussetzungen vorfindet.

The Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft is constructing the Walgau hydroelectric project. This will be a downstream extension to the existing Obere Ill—Lünersee group of power stations and, as its lowest unit, will generate an average 356 GWh p. a. The main element of this project, the power tunnel with a length of 21 km and an excavated diameter of 6.25 m, has been driven through the Northern Calcereous Alps, encountering most variable geological conditions.

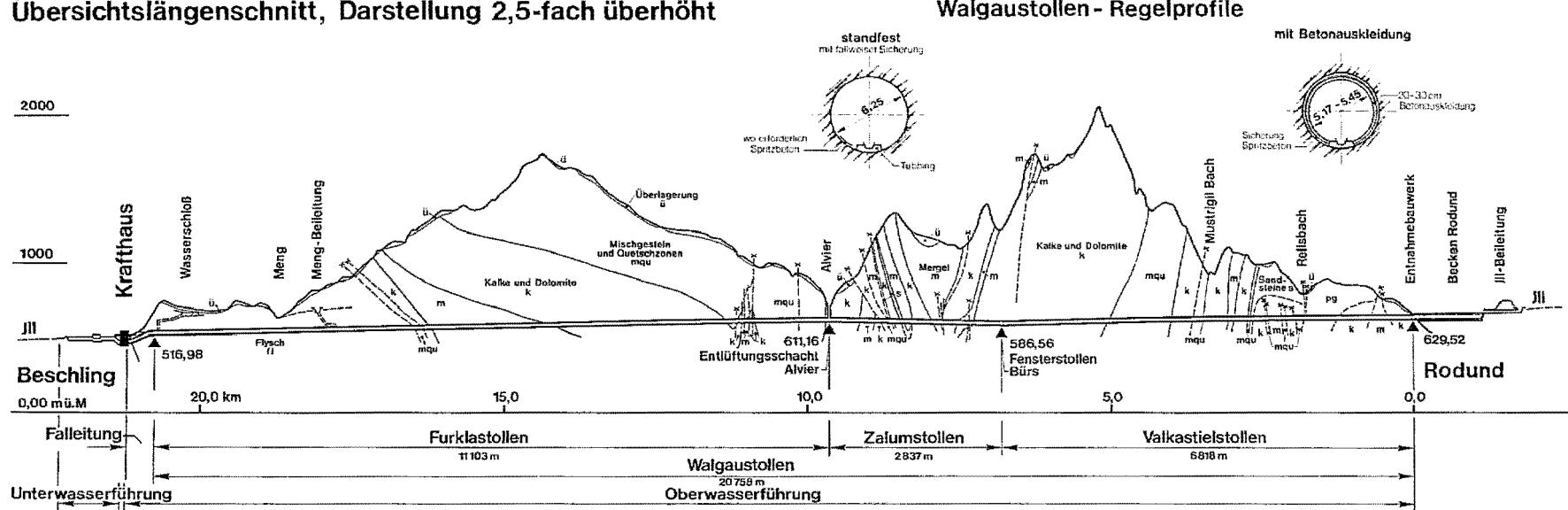
1. Übersicht

Das Unterwasser der bestehenden Werksgruppe „Obere Ill — Lünersee“ der Vorarlberger Illwerke AG wird derzeit in Rodund, das ist wenige Kilometer flussabwärts von Schruns, der Ill rückgegeben. Das im Bau befindliche Walgauwerk nutzt die anschließende Gefällsstrecke bis zur Parzelle Beschling im Gemeindegebiet von Nenzing.

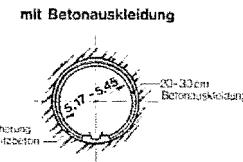
Während die bisherigen Anlagen der Illwerke für die Erzeugung von Spitzen- und Regelenergie im Rahmen des Illwerkevertrages 1952 mit Strombezugsrechten der Abnehmer Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG (RWE), Energieversorgung Schwaben AG (EVS) sowie den Ländern Vorarlberg und Tirol verbunden sind, haben beim Walgauwerk die Österreichische Elektrizitätswirtschafts AG (VG) und die Vorarlberger Kraftwerke

Walgauwerk

Übersichtslängenschnitt, Darstellung 2,5-fach überhöht



Walgaustollen - Regelprofile



Übersichtslageplan

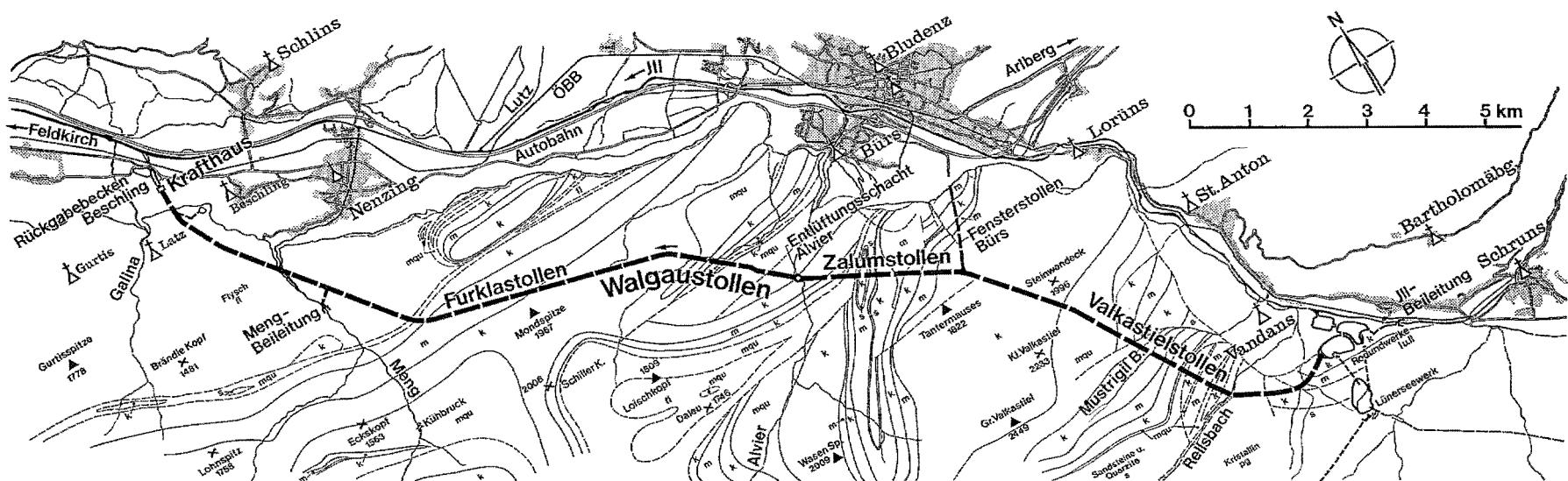


Abb. 1. Übersichtslängenschnitt und Übersichtslageplan

AG (VKW) die Strombezugsrechte für je die Hälfte des Energiedargebots des Walgauwerkes übernommen.

Die Ill in Rodund wird bei Ill-km 38,2 gefasst und über einen 324 m langen Freispiegelstollen in das bestehende Ausgleichsbecken Rodund geleitet. Dieses dient den Rodundwerken I und II als Unterbecken für die Pumpspeicherung und ermöglicht eine ausgeglichene Wasserrückgabe in die Ill. Mit der Inbetriebnahme des Walgauwerkes verliert es diese zweite Aufgabe und übernimmt jene der Kurzzeitspeicherung im Walgauwerk. Vom Becken Rodund führt die 21,3 km lange Oberwasserleitung zum Krafthaus und von diesem die 670 m lange Unterwasserführung zur Rückgabe bei Ill-km 14,5. Die Rohfallhöhe beträgt 162 m. Der von der Oberwasserleitung unterfahrene Ill-Zubringer Meng wird ebenfalls gefasst und in diese eingeleitet. Die Alvier hingegen ist schon durch das bestehende Kraftwerk der Firma Getzner genutzt. Die nachfolgende Tabelle weist die wesentlichen wasser- und energiewirtschaftlichen Daten aus.

tersuchungen konnten gut miteinander in Einklang gebracht werden. Zusammenfassend ist festzuhalten, daß

- das Grundwasser des Walgaues reichlich durch Niederschläge und durch Bergwasserzuflüsse, vor allem aber durch die Grundwasserzuflüsse aus dem Walgau, dem Klosterthal und den Schuttkegeln der kleineren Zubringer genährt wird.
- der Grundwasserspiegel meist tiefer als die Ill, die ihr Bett durch Gletscherschmelze abgedichtet hat, liegt. Beschränkt durchlässig dagegen sind die Rückstaubereiche der vom Grundwasser umströmten Wehre.
- der Grundwasserkörper durch Engstellen, an denen das Grundwasser zum Austritt in Quellbächen gezwungen wird, in mehrere Becken geteilt ist.
- in den Bereichen unterhalb der Engstellen die jahreszeitlichen und Jahresschwankungen des Grundwasserspiegels erheblich sind.

Tabelle 1. Wasser- und Energiewirtschaft
Rohfallhöhe 162 m — Ausbauwassermenge 68 m³/s — Engpaßleitung 86 MW
Nutzinhalt des Ausgleichsbeckens Rodund: 2 Mio m³

Einzugsgebiet	Wasserdargebot Mio m ³			Regelarbeitsvermögen GWh		
	S	W	J	S	W	J
km ²						
Unterwasser der Rodundwerke I und II .	466,0	395	277	672	136,4	102,4
Illbeleitung	208,4	175	51	226	60,4	18,8
Mengbeleitung	68,2	67	40	107	23,2	14,8
Gesamt	742,6	637	368	1005	220,0	136,0
Benutzungsstunden					2602	1501
						4103

Die günstige Wirkung der Bewirtschaftung der Oberliegerspeicher drückt sich im Verhältnis Winter- zu Sommererzeugung, die rd. 40 : 60 beträgt, aus. Die Hochwasserabflüsse im Sommer wird das Walgauwerk im Dauerbetrieb abarbeiten. In der übrigen Zeit ist es im Schwellbetrieb einsetzbar. Die lange Wasserführung lässt jedoch einen Regulierbetrieb nicht als zweckmäßig erscheinen.

2. Wasserwirtschaftliche Auswirkungen des Walgauwerkes

Die hydrogeologischen Voraussetzungen im Walgau wurden in langjährigen Beobachtungen und Studien erfaßt. Nach eingehender geologischer Kartierung wurden 206 Quellen im Bereich der Stollentrassse und 20 Quellbäche im Talboden gemessen und 198 Grundwasserrohre, davon 20 mit Schreibpegel, beobachtet. An insgesamt 350 Proben wurden chemische Wasseruntersuchungen durchgeführt und hierbei 4500 Einzelwerte ermittelt. Die Ergebnisse dieser verschiedenartigen Un-

Pflanzensoziologische Aufnahmen haben ergeben, daß die Pflanzendecke mit Ausnahme der vernässtesten Riedgebiete nicht vom Grundwasser genährt wird.

Nur in jenen Bereichen, in denen der Wasserspiegel der Ill das Entwässerungsniveau für das Grundwasser darstellt, ist örtlich begrenzt ein Zusammenhang zwischen Ill- und Grundwasserspiegel erkennbar. Eine spürbare Auswirkung des Betriebes des Walgauwerkes auf den Grundwasserhaushalt des Walgaues ist daher auszuschließen. Die vorerwähnten Beobachtungen werden jedoch zur Beweissicherung weitergeführt.

Eingehende geschiebetechnische Untersuchungen führten zum Schluß, daß in der Ausleitungsstrecke die derzeitige Eintiefungstendenz nicht verstärkt wird. Dem geringeren zu erwartenden Geschiebedargebot steht die geringere Wasserfracht entgegen. In der Rückgabestrecke hingegen wird eine beschleunigte Verwirklichung der zur Sicherung der Flusssohle anstehenden flussbaulichen Maßnahmen für erforderlich erachtet.

3. Anlageteile des Walgauwerkes

3.1 Illfassung Rodund

Die Entnahme liegt bei Ill-km 38,2, am Ende einer etwa 0,6 km langen, geraden Flußstrecke an der Außenseite einer scharfen Krümmung und ist auf $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgelegt. Voruntersuchungen ergaben, daß der Geschiebetrieb im wesentlichen etwa erst bei der doppelten Ausbauwassermenge einsetzt. In dem im Institut für konstruktiven Wasserbau der Technischen Universität Innsbruck durchgeführten hydraulischen Modellversuch wurde eine Form gefunden, die bei Hochwasser zu einem tiefen Kolk vor dem Entnahmehauswerk führt und einen geschiebefreien Einzug sichert. Die Fassung ist mit einer Tauchwand, zwei Grobrechen, zwei Schotterspülkanälen und zwei nebeneinanderliegenden Beruhigungsstrecken ausgerüstet. An deren Ende wird das Dotierwasser abgegeben und damit auch eine kontinuierliche Sandspülung erreicht.

Das Wehr ist baulich durch die Anwendung der Schlitzwandbauweise gekennzeichnet. Die Wehrkrone liegt als Ortsteil auf je einer ober- bzw. unterwasserseitig angeordneten Schlitzwand. Ebenso sind die Flügelmauern und das Fassungsbauwerk auf Schlitzwänden fundiert. Die gesamten Arbeiten unter Grundwasserspiegel konnten auf diese Weise im Herbst 1982 ausgeführt werden.

3.2 Walgaustollen

Vom Entnahmehauswerk in Rodund führt der 21 km lange Walgaustollen — ein Druckstollen mit einem Ausbruchdurchmesser von 6,25 m — zum Wasserschloß. Er wurde unter Einsatz von zwei Robbins-Vollschnittmaschinen mechanisch ausgebrochen.

Der Stollen durchfährt ein geologisch sehr vielfältiges Gebirge. Beginnend im Kristallin der Silvretta-Decke, führt er durch Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen und endet im Flysch. Als wesentliche Projektsgrundlage wurde mit den Ergebnissen umfangreicher geologischer Aufnahmen ein räumliches Modell erstellt, das einen guten Einblick in den tektonischen und stratigraphischen Aufbau ebenso wie in die hydrogeologischen Voraussetzungen vermittelt. Wasserführende Zonen, Bergwasserströme in den Mulden der Karbonatgesteine und unterirdische Grundwasserspeicher zeichnen sich deutlich ab.

Der Stollen wurde für konventionellen und mechanischen Vortrieb ausgeschrieben. Für die Entscheidung zugunsten mechanischen Vortriebes war weniger der Kostenvorteil als vielmehr die zu erwartende kürzere Bauzeit maßgebend.

Die Projektidee des tiefliegenden Stollens war, diesen so weit in das Berginnere zu legen, daß der Gebirgswasserdruck mit Sicherheit über dem Innendruck im Druckstollen liegt. Damit werden Abdichtungen nicht erforderlich. Weiters wurde versucht, ungünstige Fels- und Gebirgszonen auf kurzem Wege zu durchfahren. Es sind

dies vor allem die Raibler Schichten mit bedeutenden Gipsvorkommen sowie die Arosazone; das ist die tektonische Zertrümmerungszone, in der die Großbewegungen bei der Deckenbildung abgelaufen sind. Weiters war ein für das Gesamtbauwerk günstiger Bauablauf zu fordern. Ein Ansatzpunkt wurde in Beschling, der zweite in Bürs geschaffen. Als schwierigster Bereich war die Mulde in den Raibler Schichten zu beurteilen, in der sowohl große Wasserführungen als auch wenig festes Gesteinsmaterial und tektonische Zertrümmerungen zu erwarten waren. Der 1,5 km lange Fensterstollen in Bürs ermöglichte es, diese Zone frühzeitig im mechanischen Vortrieb zu erreichen. Nach Übergang auf konventionellen Betrieb konnte die Vortriebsmaschine im Valkastielstollen in Richtung Rodund eingesetzt und die Mulde ohne Zeitdruck bewältigt werden.

Der Kreuzungspunkt mit dem Fensterstollen ist als Tiefpunkt ausgebildet. Im Hochpunkt unter der Alvier ist ein Entlüftungsschacht angeordnet. Damit wurde erreicht, daß auch der Zalumstollen im Steigenden angefahren werden konnte und mit 1% reichliches Gefälle für die Wasserabfuhr zur Verfügung stand. Über längere Zeiträume wurden bis zu $3 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser ohne Behinderung der Vortriebsarbeiten abgeführt.

Die Regelprofile sehen einen konstanten Ausbruchdurchmesser von 6,25 m und große Sohl tübbing mit leistungsfähigen Wassergräben vor. Die Sohl tübbing wurden unmittelbar hinter dem Bohrkopf eingebaut. Damit war die Sohle geschützt. First und Ulme wurden entweder ebenfalls vor Ort mittels geschlossener Stahlringe oder im Bereich der Arbeitsbühne mit leichten Ankern und Firstbögen oder mit Spritzbeton gesichert.

Erhebliche Schwierigkeiten bereiteten große Wassereinbrüche und Materialeinschwemmungen, zu deren Beherrschung Sondermaßnahmen, wie z. B. Firststollen vor dem Bohrkopf, erforderlich waren.

Trotz dieser Schwierigkeiten konnten die 21 km Stollen in etwa 21 Monaten aufgefahren werden. Damit war der Bauzeitplan wesentlich unterboten. Das Diagramm (Abb. 2) gibt eine Übersicht über die Vortriebsleistungen in den verschiedenen Gebirgsarten. In den festen Kalken wurden mittlere Tagesleistungen von 28 m bei 53 m Spitze erreicht. Im übrigen Gebirge ist deutlich der Zusammenhang zwischen Vortriebsleistung, den erforderlichen Sicherungen und dem Wasseranfall zu erkennen. Aber auch in den Raibler Schichten mit starken Wasseraustritten konnte noch eine mittlere Tagesleistung von 10 m erreicht werden.

3.3 Wasserschloß und Falleitung

Der Walgaustollen überwindet mit 113 Höhenmetern bereits den größten Teil der Fallhöhe. Dies verkürzt die Falleitung, erfordert aber den 90 m langen Verbindungsschacht zum Wasserschloß. Ein 267 m langer Stollen, $\varnothing 5,65 \text{ m}$, dient als Unterkammer. Ein Schrägschacht mit 15% Neigung

führt zu der als Becken über Tag ausgebildeten Oberkammer. Verbindungsschacht und Unterkammer wurden konventionell mit LKW-Schutterung ausgebrochen. Das Becken trägt eine Dichtung aus Asphaltbeton.

Besondere hydraulische Probleme ergeben sich aus dem langen Walgaustollen mit drei Abzweigungen, die im Entlüftungsschacht Alvier, in der Mengbeileitung und im Wasserschloß zu freien Oberflächen führen. Ein weiterer Anschluß wurde vorsorglich für die Einleitung des Unterwassers des später zu realisierenden Mengwerkes geschaffen. Im Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen der Universität Stuttgart wurden ergänzende Berechnungen nach der Impedanzmethode und dem Charakteristikaverfahren durchgeführt. Nach der Impedanzmethode wurde das gesamte System bezüglich des Schwingungsverhaltens im Frequenzbereich zwischen 0,01 und 50 Hz untersucht, wobei sich keine gefährliche Anfachung ergab. Nach dem Charakteristikaverfahren wurden die maximal auftretenden Druckhöhen in der Oberwasserführung ermittelt bzw. die Wasserschloßschwingungen für verschiedene Belastungsfälle untersucht. Hierbei wurde die aufgrund der üblichen Berechnungen gewählte Auslegung der Wasserschloßkammern bestätigt. Es erwies sich aber als zweckmäßig, das System durch Vergrößerung des Fallschachtes der Mengbeileitung zu verstauen. Diese Vergrößerung hat überdies den Vorteil der besseren Entlüftung der eingezogenen Wassermenge im Fallschacht.

Die Falleitung ab Wasserschloß ist gepanzert. Für die Dimensionierung war vorwiegend der Außendruck maßgebend. Bei Innendruckbelastung wurde für den Flysch durch Annahme eines Vergleichsmoduls von 1500 N/mm² nur geringes Mittragen in Rechnung gestellt. Im Kreuzungspunkt mit dem Fensterstollen ist eine Sicherheitsdrosselklappe, Ø 4100 mm, angeordnet. Die Panzerung wird mit Gussbeton hinterbetoniert.

3.4 Krafthaus

Im Krafthausschacht sind zwei vertikalachsige Maschinensätze, bestehend aus Francisturbine und Synchrongenerator mit obenliegendem Spurlager und drei Führungslagern, angeordnet. Die Hauptdaten eines Maschinensatzes sind:

Nennförderfluß	34 m ³ /s
Nenndrehzahl	428 UpM
Nennleistung	43 MW
Generatorleistung	54 MVA

Als oberwasserseitige Absperrorgane sind Drosselklappen mit 2400 mm Durchmesser vorgesehen.

Die grundsätzlichen Konstruktionsprinzipien des Krafthauses entsprechen den im Rodundwerk II mit Erfolg angewandten:

- Krafthausschacht mit Dichtung der Laibung durch ein 5-mm-Stahlblech, das mit Schubankern bestückt ist und auch als Bewehrung des Schachtringes dient.

- Ausbildung einer vorgespannten Verankerungsstrecke. Hierbei werden die letzten 25 m der Druckschachtpanzerung thermisch vorgespannt. Die Deckelkräfte der Drosselklappen werden somit ohne wesentliche Dehnungen aufgenommen.
- Fest einbetonierte Turbinenspiralen.
- Ausbaugeschoß zwischen den Turbinen und dem Generatortisch.
- Generatortisch, ausgebildet als starrer Betonrahmen.

Der Montagekran ist als Bockkran ausgebildet. Dieser kann ins Freie fahren und erlaubt, die Montagehalle klein zu halten.

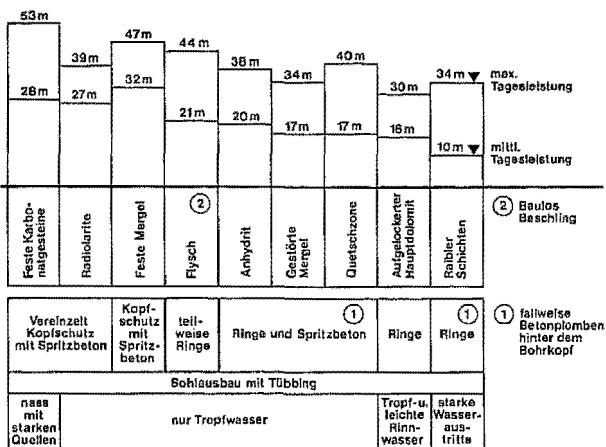


Abb. 2. Vortriebsleistung im Baulos Bürs

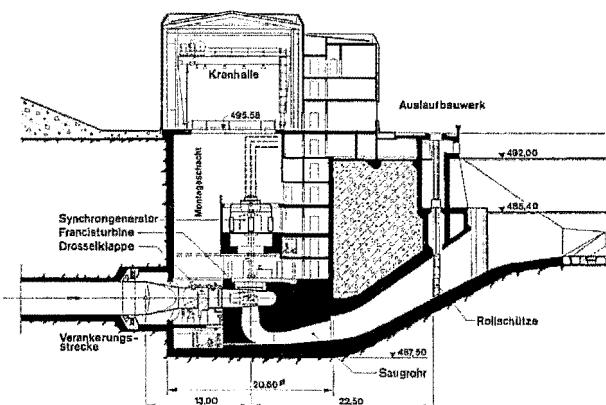


Abb. 3. Krafthaus, Querschnitt

Das Kraftwerk speist die elektrische Energie in das 220-kV-Verbundnetz ein. Die 220-kV-Schaltanlage wird vor allem aus Landschaftsschutzgründen als Innenraumanlage in SF₆-Technik ausgeführt.

In den Turbinenausläufen sind Rollschützen mit 6 m Breite und 6 m Höhe angeordnet. Sie erlauben die rasche Entleerung der Spiralen im Revisionsfall. Da die Breite der Turbinenausläufe etwa drei Viertel des Krafthausschachtes beträgt, war es zweckmäßig, sie in offener Baugrube auszubrechen und damit auch für den Krafthaussausbruch die Möglichkeit der Raupen- und LKW-Schutterung zu schaffen.

3.5 Unterwasserführung

Die Unterwasserführung besteht aus dem 283 m langen Unterwasserkanal, dem 171 m langen Düker und dem 190 m langen Rückgabekanal zur Ill. Der Düker unterfährt die Bundesstraße und die Bundesbahn. Für die Ausführung dieses anspruchsvollen, in grobdurchlässigen Schottern bis zu 9 m unter den Grundwasserspiegel reichen den Bauwerkes wurden von den anbietenden Firmen verschiedene Lösungen untersucht. Die gewählte Schlitzwandbauweise mit Sohl- und Firstinjektion hat sich gut bewährt.

Bei plötzlicher Inbetriebnahme des Walgauwerkes würden in der unterliegenden Illstrecke unerwünschte Schwallerscheinungen auftreten. Naturversuche, bei denen im Lutzmündungskraftwerk künstliche Schwallwellen erzeugt wurden, ließen bei verschiedenen Vorbbelastungen der Ill die erforderliche Verzögerung der Rückgabe des Betriebswassers Walgau erkennen. Die Ergebnisse stimmen mit der Rechnung überein, wenn als Kriterium festgelegt wird, daß die jeweils größere Wassermenge aufgrund ihrer größeren Fließgeschwindigkeit die als Vorbelaistung wirkende nicht einholen darf. Überlegungen nach dem Modell der Schwallgeschwindigkeiten führten dagegen nicht zum Ziel.

Das in einer bestehenden Kiesgrube angelegte Rückgabebassin ermöglicht die Zwischenspeicherung. Das Rückgabebassin liegt im Nebenschluß zum Unterwasserkanal. Sobald die zulässige Rückgabemenge die Betriebswassermenge der Turbinen übersteigt, wird der Unterwasserkanal wieder abgesenkt, während das Rückgabebassin vorerst noch gefüllt bleibt. Die Fallhöhenverluste des Walgauwerkes werden damit möglichst klein gehalten.

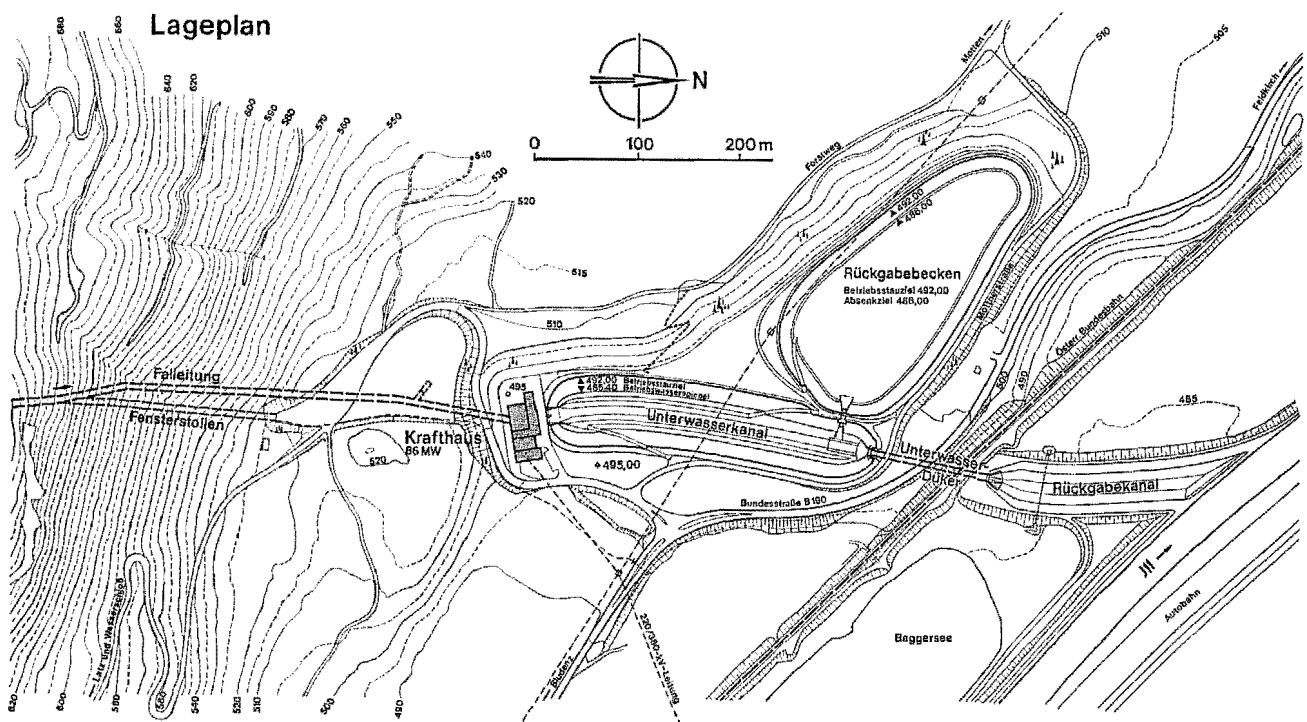


Abb. 4. Krafthaus und Unterwasserführung

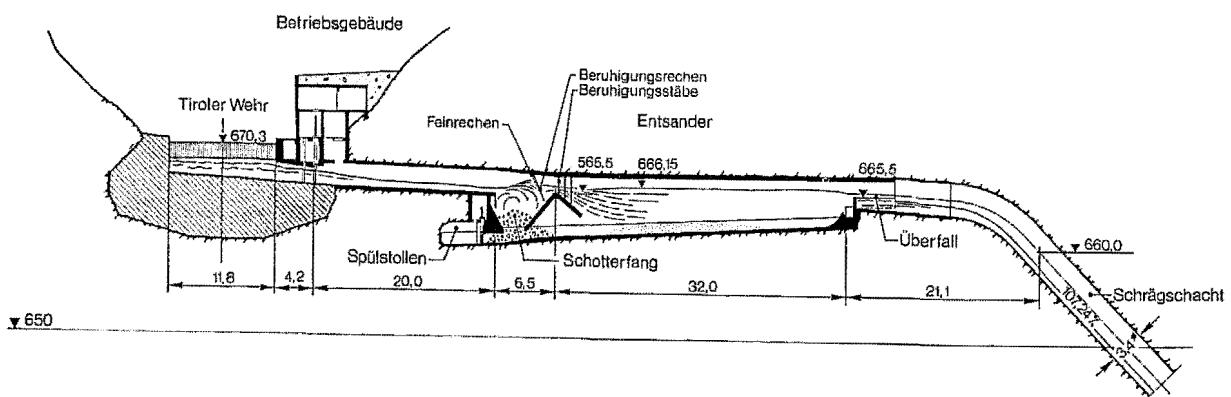


Abb. 5. Mengfassung, Längenschnitt

Unterwasserkanal, Rückgabekanal und Unterwasserbecken tragen keine künstliche Dichtung. Die Durchlässigkeit wird durch Stollenausbruchsmaterial und Schwebstoffe auf das erforderliche Maß verringert.

3.6 Mengbeileitung

Die Meng wird in der engen, schlecht zugänglichen Gamperdonaschlucht gefaßt. Zur Erschließung war eine 1050 m lange Straße in schwierigem Gelände und ein 430 m langer Tunnel zu errichten.

Als Entnahme dient ein Tiroler Wehr mit 60° geneigten Stäben, Öffnungsweite 60 mm. Die Entnahmerinne bildet die Krone einer Bogenmauer. Diese stützt sich auf die beiden Felsflanken ab und überbrückt das Bachbett mit vorerst unbekannter Tiefe der Felslage. Die gesamte Stauhöhe beträgt 9 m. Von der Entnahme führt der Verbindungsstollen zu den beiden nebeneinanderliegenden, in einer gemeinsamen Kaverne untergebrachten Kammern. Der schießende Abfluß im Verbindungsstollen gewährleistet den sicheren Transport des Geschiebes zu dem als Schotterfang ausgebildeten ersten Teil der Kammern. Deren Form und die Lage des Beruhigungsrechens erzwingen eine Zyklonströmung, die den Schotter nach unten zur Spülöffnung reißt. Die Schotter- und Sandspülungen erfolgen über dieselben Tiefschüttzen, von denen ein nur kurzer Spülstollen zur Mengenschlucht führt. Die Kammern werden nur bei den Sandspülungen entleert. Die Schotterspülung ist dagegen bei gefüllter Kammer möglich. Im First des Schotterfanges ist dem Beruhigungsrechen ein Feinrechen vorgesetzt, der bei plötzlichen Mureinstößen die Entsanderkammer vor Verschotterung schützt. Das hydraulische Prinzip ist ebenfalls im Modell am Institut für Konstruktiven Wasserbau an der TH Innsbruck untersucht worden.

Über einen Überfall gelangt das Wasser nach einer horizontalen Beruhigungsstrecke in einen Schrägschacht, in dem es bei einer maximalen

Fallhöhe von 54 m vertonen und die Luft abgeben kann. Durch einen 158 m langen Druckstollen wird es dem Walgaustollen beigeleitet.

4. Anlagekosten

Die Baukosten auf der Preisbasis 1. 4. 1979 wurden mit 2254 Mio. S ermittelt. Die präliminierten Kosten werden voraussichtlich nicht überschritten werden. Die Finanzierung erfolgt durch Baukostenbeiträge der österreichischen Stromabnehmer. Die Illwerke stellen die während der Bauzeit anfallenden Gewinne, Steuerersparnisse und sonstige Eigenmittel zur Finanzierung ihren Aktionären über Ausschüttungen zur Verfügung. Die Aktionäre Republik Österreich und Land Vorarlberg bringen diese Mittel bei der Verbundgesellschaft bzw. der Vorarlberger Kraftwerke AG ein, die diese Mittel dann als Baukostenzuschüsse für das Walgauwerk einsetzen.

Das Walgauwerk wird voraussichtlich im Jahr 1984 seinen Betrieb aufnehmen.

Literatur

Geologische Karte des Rätikon, 1:25 000 (W. Heißel, R. Oberhauser, O. Schmidegg, O. Reithofer, 1953—1961), Geologische Bundesanstalt, Wien 1965.

Geologische Karte des Walgaues, 1:25 000 (W. Heißel, R. Oberhauser, O. Schmidegg, 1953—1964), Geologische Bundesanstalt Wien, 1967.

Innerhofer, G., A. Eder und R. Gstettner: Pumpspeicheranlage Rodund II. Schweizerische Bauzeitung, H. 11, 1977.

Innerhofer, G., und H. Loacker: Der maschinelle Ausbruch des 21 km langen Walgaustollens. Proceedings ISRM Congress, Melbourne 1983.

Loacker, H.: Berg- und Grundwasserverhältnisse im Ilgebiet. Verh. Geol. B. A. 1971, H. 3, Wien.

Loacker, H.: Geologische Vorarbeiten für den Bau des 21 km langen Walgaustollens der Vorarlberger Illwerke AG. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 10, Innsbruck, Oktober 1980.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Guntram Innerhofer, Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft, Batloggstraße 1062, A-6780 Schruns.