DIS-Projekt Nr. : 18524
DIS-Verfügung Nr. : 58070

Programm Kleinwasserkraftwerke

Im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Schlussbericht

Kleinwasserkraftwerk Rütenen

Nutzung des Bergwassers aus dem Seelisbergtunnel

Ein Demonstrationsprojekt des Aktionsprogrammes Energie 2000

ausgearbeitet durch
Kurt Odermatt
Markus Ettlin

Kantonales Elektrizitätswerk Nidwalden

September 2001

BFE
OFEN
UFE
SFOE

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG 3

PROJEKT 4

BETRIEBSERFAHRUNG 5

Inbetriebnahme 5

Produktionserfahrung 6

ANHANG 7

TECHNISCHE DATEN 8

PRODUKTIONSDATEN 9

Produktion KW Rütenen 9

Jahreszeitliche Verteilung der Produktion 9

KOSTEN 10

PLÄNE 11

Situation 1:25'000 11

Situation 1:2'000 12

Zentralengebäude 13

Reservoir 15

BILDER 16

Bilder aus der Bauzeit 16

Bilder nach Vollendung 18

Diese Arbeit ist mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Das beim Bau des Seelisbergtunnels angestochene Bergwasser wurde gefasst und durch den Schutterstollen ins Freie geführt, wo es über einen Wasserfall in den Vierwaldstättersee geleitet wurde.
Nach Wasserabflussmessungen in den Jahren 1993 und 1994 wurde sichtbar, dass eine Nutzung zur Stromerzeugung in Frage kommt.
Nach diversen Variantenstudien kristallisierte sich eine Lösung mit Druckleitungsführung entlang der ehemals als Baustellenzufahrt dienenden Strasse und entsprechend aus der Fallinie nach Westen verschobener Zentrale als optimale Lösung heraus.
Das Projekt konnte als Pilotanlage zur Nutzung von gefasstem Tunnelwasser im Rahmen des Bundesprogrammes «Energie 2000» realisiert werden.

Projekt

Das Pilotprojekt zur Nutzung von gefasstem Tunnelwasser wurde im Rahmen des Aktionsprogrammes «Energie 2000» des Bundes realisiert.

Das bisher über den Felsabhang stürzende Bergwasser aus dem Seelisbergtunnel der Autobahn A2 wird neu in einem kleinen, unterirdischen Reservoir vor dem Schutterstollen 48 m über dem See gefasst.
Bei starkem Wasseranfall oder abgestellter Maschine fliesst das Wasser wie gewohnt als Wasserfall in den Vierwaldstättersee.
Die maximal genutzten 260 Liter Wasser pro Sekunde werden durch die Druckleitung zur Zentrale geführt und in einer vierdüsigen Peltonturbine genutzt.
Danach fliesst das Wasser direkt in den See.

Die Turbine treibt direkt einen vertikalen, asynchronen Generator an. Dessen Spannung von 400 Volt wird durch einen 160 kVA Trafo auf 30 kV transformiert, und in die Kabelleitung in der Rütenenstrasse eingespiesen.
Die jährliche Produktion von ca. 0.5 Mio. kWh entspricht etwa dem Verbrauch von 100 Haushalten.
Die Betriebsführung erfolgt über die Leitstelle im Kraftwerk Dallenwil.

Das Zentralengebäude ist auf einem Quadratischen Grundriss aufgebaut, wobei die Turbine mit Generator im Diagonalenschnittpunkt liegen.
Die ebenfalls quadratische Dachöffnung ist um 45 Grad gedreht und ermöglicht den Wechsel von Generator und Turbine von der Rütenenstrasse her. Dazu muss der Dachteil abgehoben werden.
Das Gebäude wurde ans Wasser gerückt um eine Stützmauer oberhalb der Zentrale zu vermeiden, welche den sichtbaren landschaftlichen Eingriff vom See her stark vergrössert hätte. Zudem ist das Kraftwerk auch von oben klar als Gebäude lesbar und bietet durch sein gestaltetes Dach einen erfreulichen Anblick.

Betriebserfahrung

Inbetriebnahme

Die Montage und Inbetriebnahme konnte gemäss Terminprogramm ohne nennenswerte Abweichungen ausgeführt werden.
Die Montage der Turbine und des Generators wurde durch den Lieferanten Sulzer Hydro seriös vorbereitet und verlief entsprechend reibungslos.
Die SPS-basierte Steuerung wurde von der Firma Kobelt geliefert und ebenfalls problemslos in Betrieb genommen. Bezüglich der Schnittstelle Steuerung – Fernwirkanlage wurden bei der Inbetriebsetzung einige Änderungswünsche seitens EWN berücksichtigt.
Die Montage der 30 kV-Schaltanlage, der Fernwirkanlage und der gesamten Elektroinstallation wurde durch eigenes Personal ausgeführt und in Betrieb genommen.

Produktionserfahrung

Nach der Inbetriebsetzung und einer ersten Produktionsphase von etwa 3 Wochen wurde die Anlage einige Tage ausgeschaltet, um kleine Anpassungen auszuführen. So wurde im Unterwasserkanal ein Schallschutz eingebaut, welcher den vor allem im Niederlastbereich etwas hohen seeseitigen Geräuschpegel dämpft. Dieser Betriebsunterbruch führte zur ausserordentlich tiefen Monatsproduktion im November 1997.

Die Turbine und der Generator arbeiten einwandfrei. Störungen an diesen Anlageteilen sind bis heute keine aufgetreten.

Die Generatorleistung liegt bei Volllastsituation mit 108 kW etwas über der projektierten Leistung von 100 kW. Das Wärmepaket des Generatorschutzes, schon bei 100 kW an der oberen Grenze des Einstellwertes betrieben, musste gegen ein Grösseres ausgetauscht werden, weil bei Volllastbetrieb, insbesondere in der wärmeren Jahreszeit, der Generatorschutz hie und da die Maschine ausgeschaltet hat, obwohl keine Überschreitung der zulässigen Wicklungstemperatur vorgelegen war.

Um die Wärmeentwicklung im Maschinenraum in Grenzen zu halten, wurde der Kuppeltransformator (400 V / 30 kV / 160 kVA) durch einen Trafo von 250 kVA ersetzt.

Die Düsenstellung der elektromechanischen Stelleinrichtung wird durch elektronische Weggeber der Steuerung mitgeteilt. Diese Elemente sind über einen längeren Zeitraum betrachtet zuwenig stabil und müssen daher periodisch kalibriert werden. Sonst treten als Folge Störungen beim Start- oder Stoppablauf ein.

Die produzierte jährliche Energiemenge lag erfreulicherweise bis heute jedes Jahr deutlich über den aus der Wassermessung von 1993 und 1994 prognostizierten Werten von 475'000 kWh.

Weiter überrascht das schnelle Anspringen der Wassermenge bei Niederschlag. Aus dem Verhalten der Anlage kann geschlossen werden, dass das Wasser vorwiegend aus dem Raume Emmetten unmittelbar über Kanäle im Fels in den Seelisbergtunnel gelangt. Belegen lässt sich diese Aussage vor allem aus dem Produktionsverhalten bei der Schneeschmelze. Ist die Schneeschmelze in Emmetten abgeschlossen und verschiebt sich in höhere Lagen, sinkt das Wasserangebot rapide ab.

ANHANG

TECHNISCHE DATEN 8
Erstellung
Hydraulische Daten
Druckleitung
Maschinengruppe (vertikalachsig)
Generator
Planung

PRODUKTIONSDATEN
Produktionszahlen..... 9
Jahreszeitliche Verteilung der Produktion 9

KOSTEN 10
Erstellungskosten
Jahresaufwand
Gestehungskosten

PLÄNE
Situation 1:25'000 11
Situation 1:2'000 12
Zentralengebäude
Axialschnitt & Grundriss EG 1:100..... 13
Schnitt N–S & Grundriss UG 1:100..... 14
Reservoir
Schnitt & Grundriss 1:100 15

BILDER
Bilder aus der Bauzeit..... 16
Bilder nach Vollendung 18

Technische Daten

Erstellung

Bauzeit	April – Oktober 1997
Inbetriebnahme	11. Oktober 1997

Hydraulische Daten

Kote Reservoir	483.30	m.ü.M
Kote Turbinenaxe	435.60	m.ü.M
Bruttogefälle	48	m
Nettogefälle	46.50	m
Maximale Wassermenge	> 500	l/sek
Minimale Wassermenge	~ 40	l/sek

Druckleitung

Material	HDPE Druckrohr	
Einzelrohrlänge	10	m
Gesamtlänge	325	m
Aussendurchmesser	500	mm
Wandstärke	50	mm

Maschinengruppe (vertikalachsig)

Turbinentyp	Pelton mit 4 Düsen	
Nenndrehzahl	500	U/min
Maximale Schluckfähigkeit	260	l/sek
Maximale Leistung	108	kW

Generator

Generatortyp	asynchron	
Nennleistung	100	kW
Nennspannung	3 x 400	V
Nennstrom	220	A
mittlere Jahresproduktion	500‘000	kWh

Planung

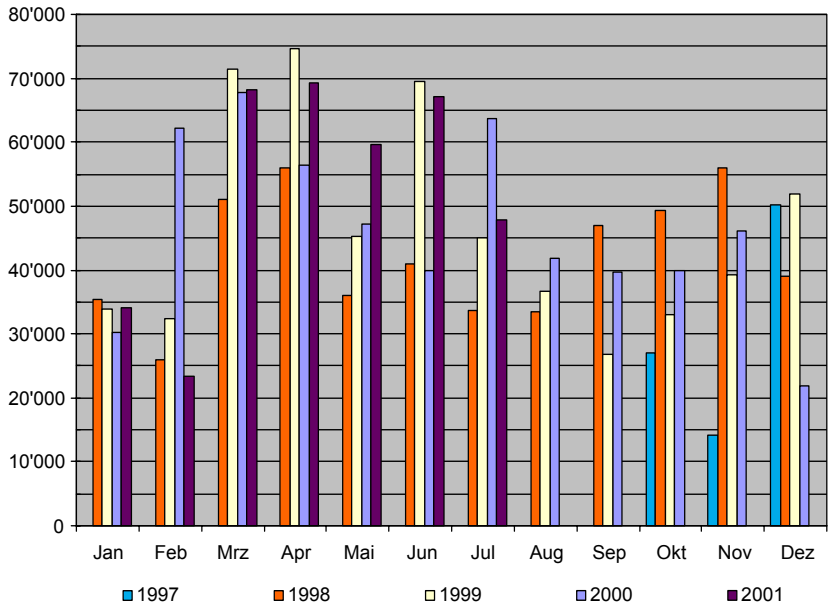
Gesamtkonzept	Kantonales Elektrizitätswerk Nidwalden 6371 Stans-Oberdorf
Bauprojekt Zentrale	Markus Ettlin dipl. Arch. ETH 6370 Stans
Ingenieurarbeiten	Tschopp & Wespi AG Bauingenieure und Planer 6052 Hergiswil

Produktionsdaten

Produktion KW Rütenen

Jahr	Winter 1,2,3,10,11,12	%	Sommer 4,5,6,7,8,9	%	**Total kWh**
1997	91‘411				91‘411
1998	256‘428	50.9	247‘169	49.1	**503‘597**
1999	261‘984	46.8	297‘716	53.2	**559‘699**
2000	268‘107	48.1	288‘857	51.9	**556‘964**
2001	125‘497		243‘886		369‘383
Σ	**1'003‘426**		**1‘077‘627**		**2'081‘053**

Jahreszeitliche Verteilung der Produktion seit Betriebsaufnahme 11. Oktober 1997 bis Juli 2001 in kWh



Kostenzusammenstellung

Bruttokosten ohne Berücksichtigung der Unterstützungsbeiträge des BFE

Erstellungskosten

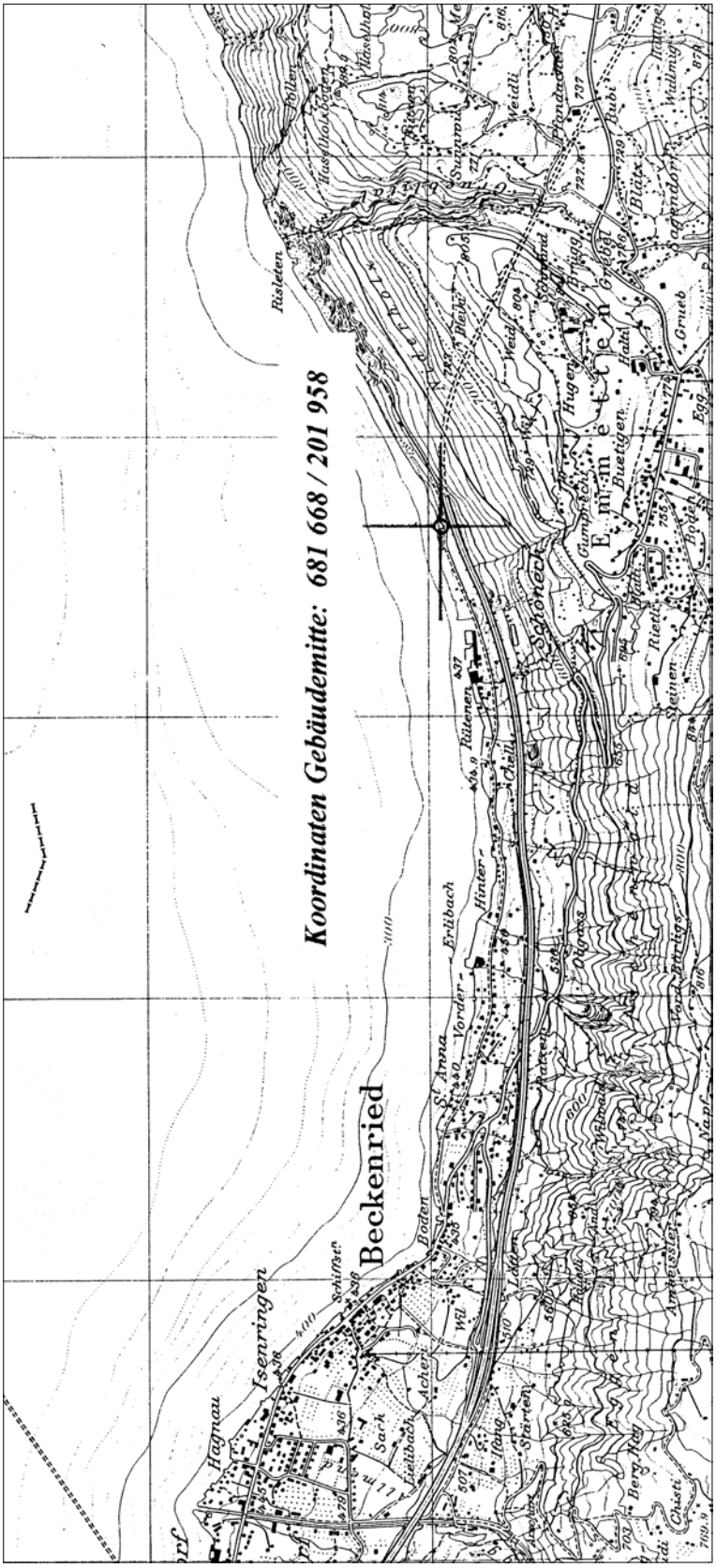
		Kosten	Lebens-dauer	Statisch/lineare Methode	
		Fr.	Jahre	Zins 6.5 %	Abschreibung
Bauliche Anlagen	Gebäude, Druckleitungsgraben	380‘385	60	12‘363	6‘340
Hydraulische Einrichtungen	Druckleitung, hydr. Einrichtung, Wasserfassung	135‘444	60	4‘402	2‘257
Maschinen	Turbine, Abschlussorgan, Generator	293‘275	40	9‘531	7‘332
Elektromech. Einrichtungen	30 kV-Schaltanlage, Installationen	68‘301	40	2‘220	1‘708
Steuerung	Turbinensteuerung, Fernwirkanlage, Pegelmessung	55‘146	15	1‘792	3‘676
	Gesamtkosten	**932‘551**		30‘308	21‘313

Jahresaufwand

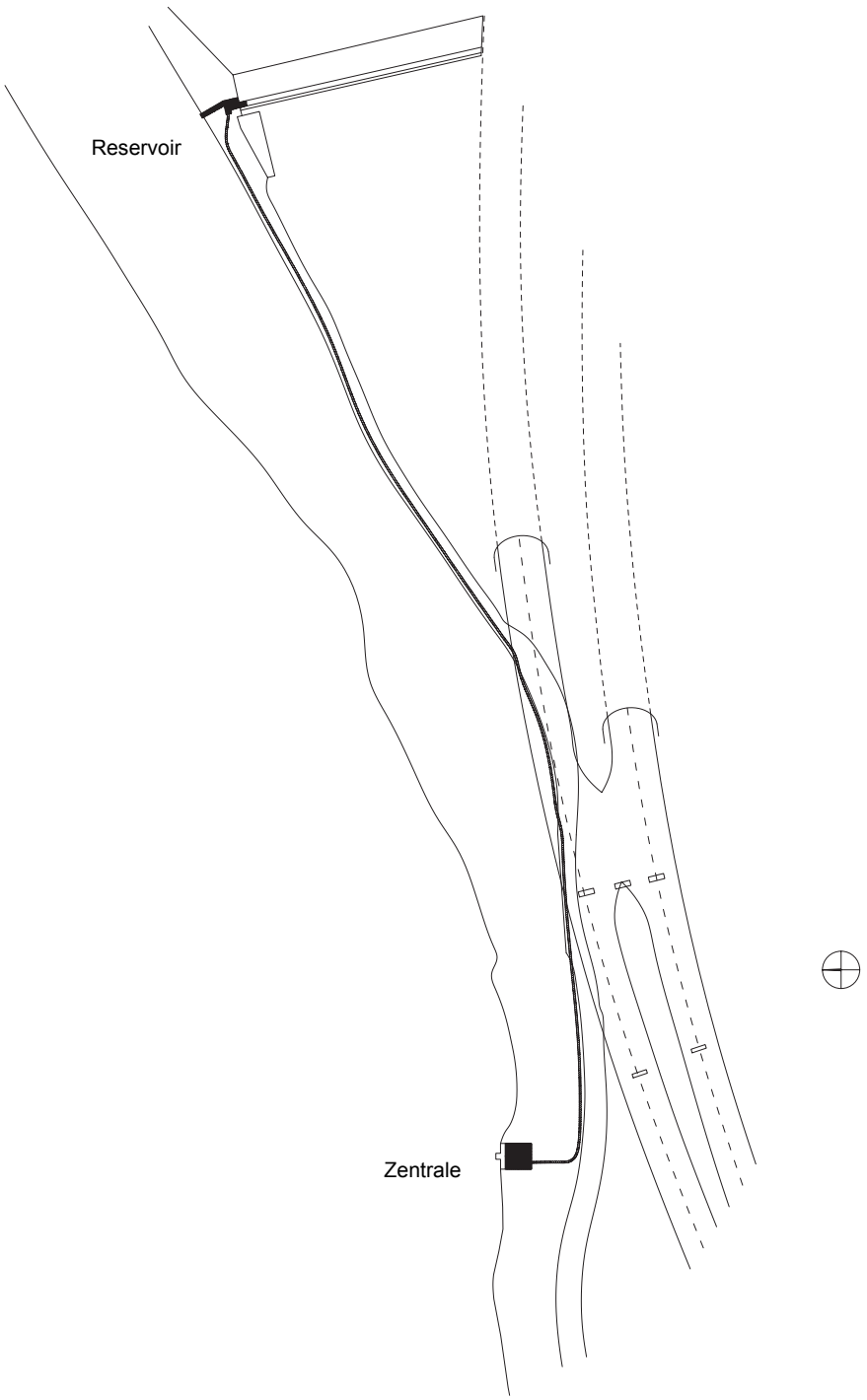
Verzinsung (6.5 %)		30‘308
Abschreibung		21‘313
Wasserzins		–.–
Betriebsaufwand (Basis 2000)		25‘132
Jahresaufwand	**Fr.**	**76‘753**

Gestehungskosten bei geschätzter Jahresprodukion von 520'000 kWh

Fr. 76'753 / 520'000 kWh	**14.76 Rp./kWh**



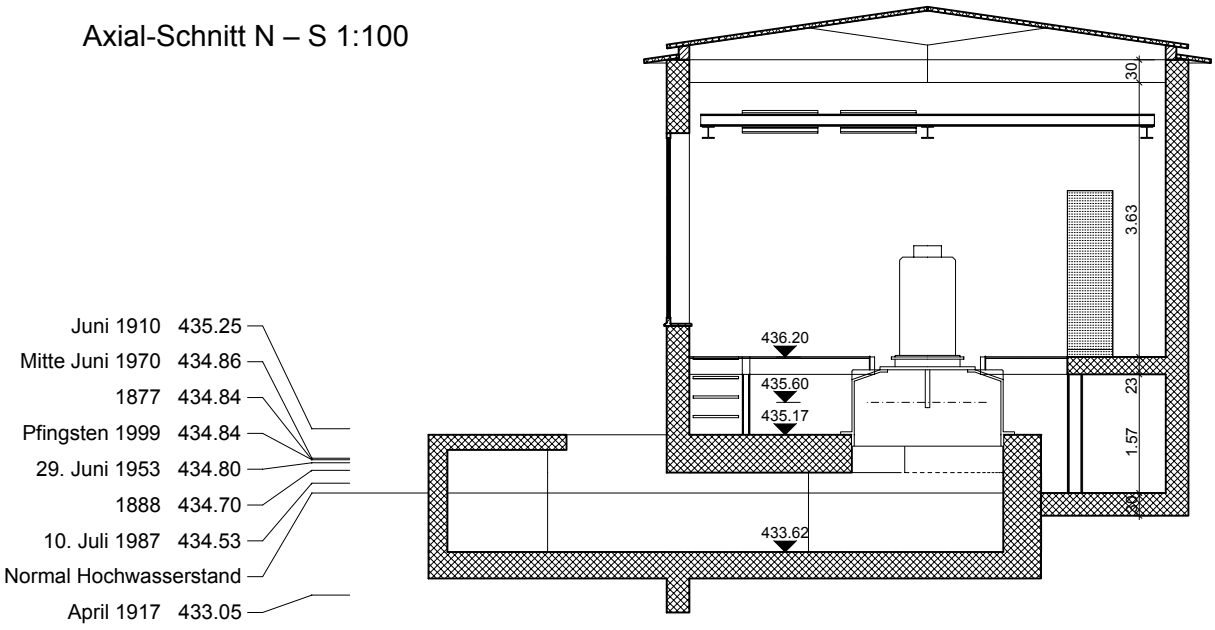
Situation 1:25‘000

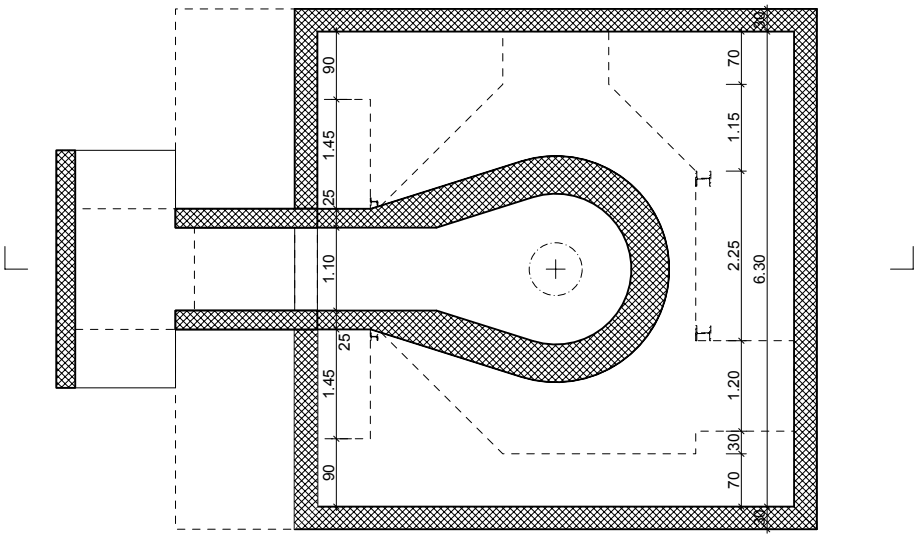


Situation 1:2000

Zentralengebäude

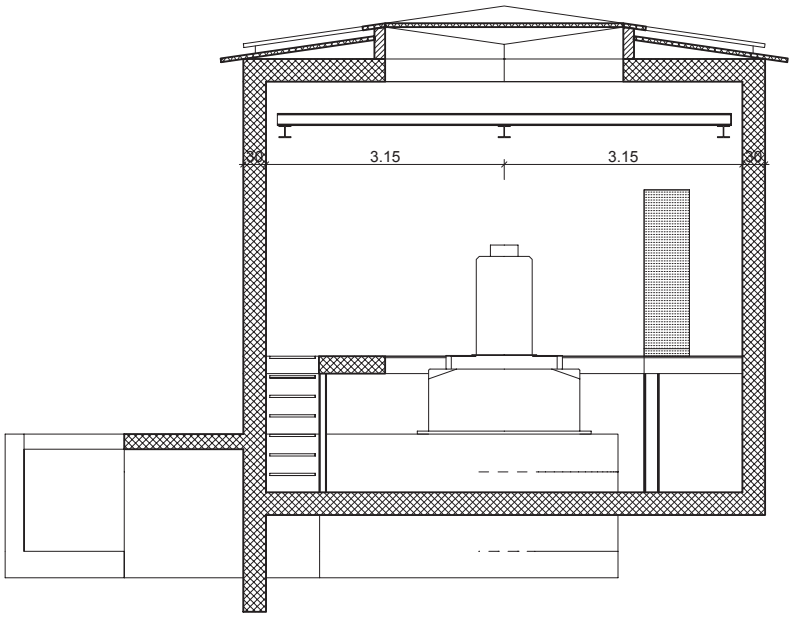
Axial-Schnitt N – S 1:100

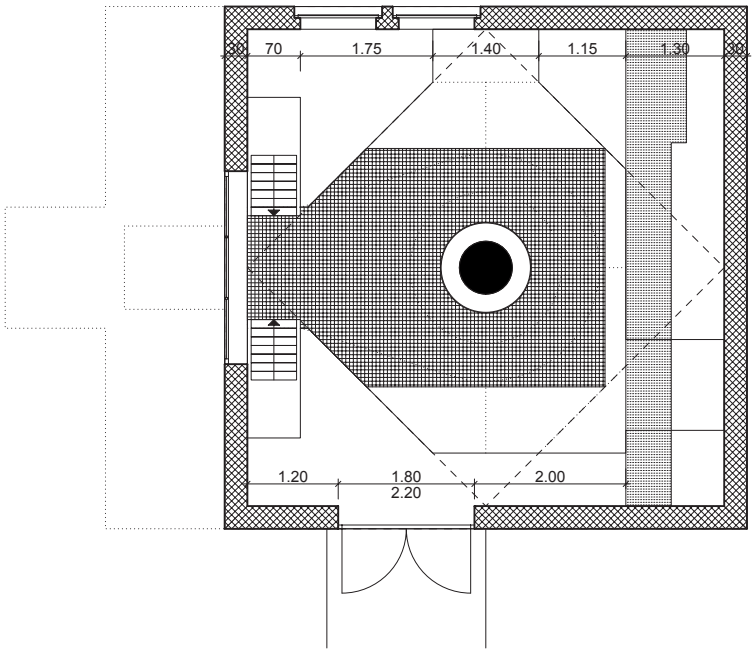




Grundriss UG 1:100

Schnitt N – S 1:100

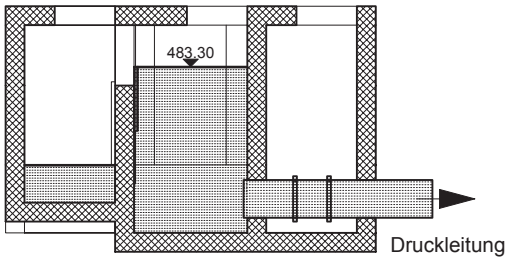




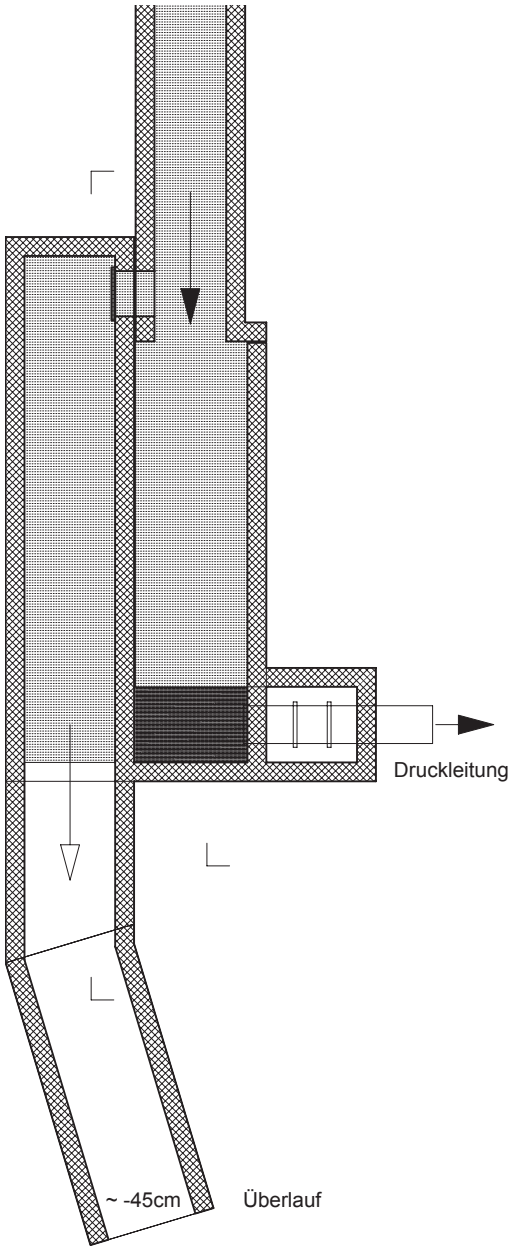
Grundriss EG 1:100

Reservoir

Querschnitt 1:100

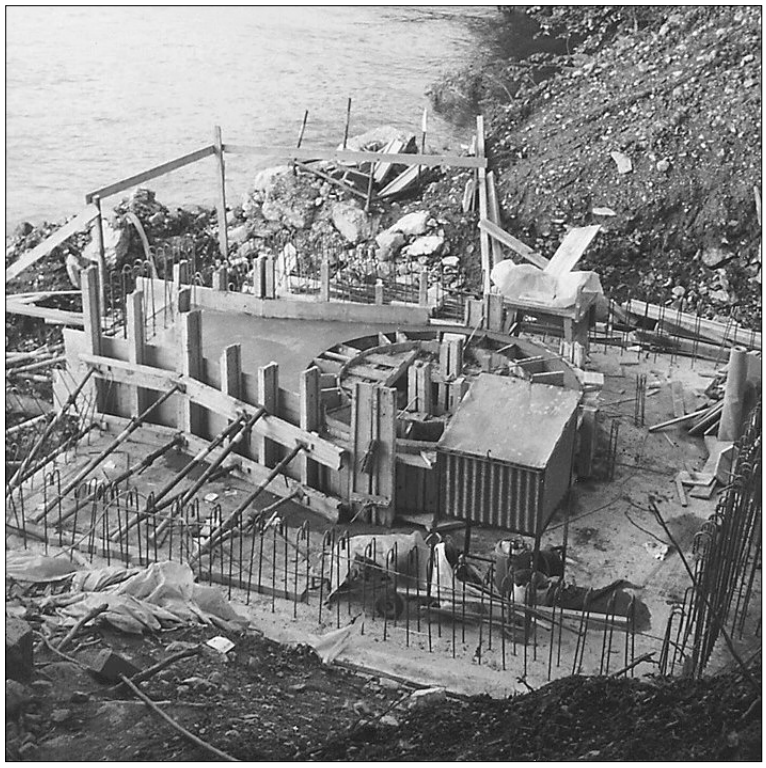


Grundriss 1:100

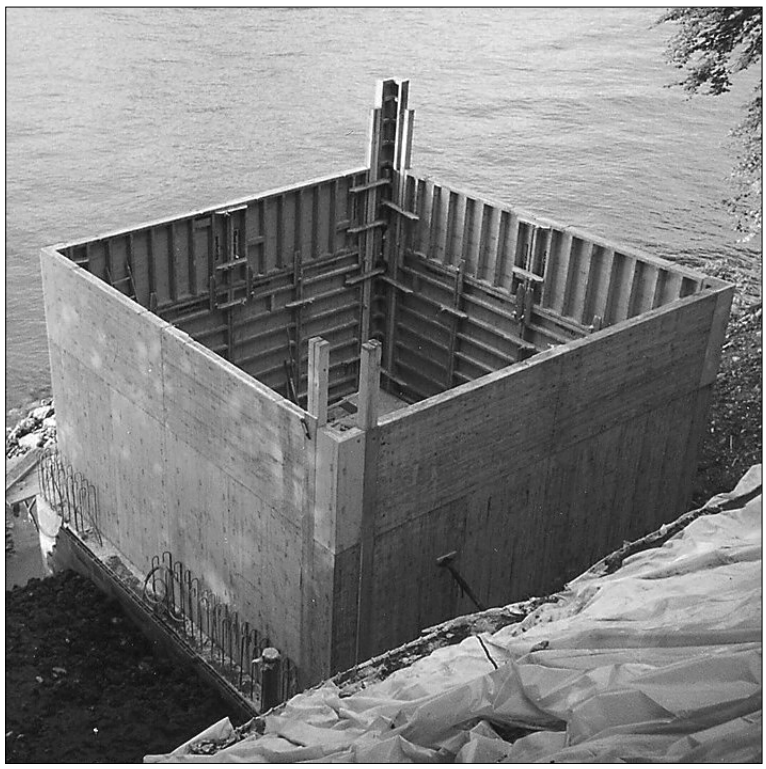


Bilder aus der Bauzeit

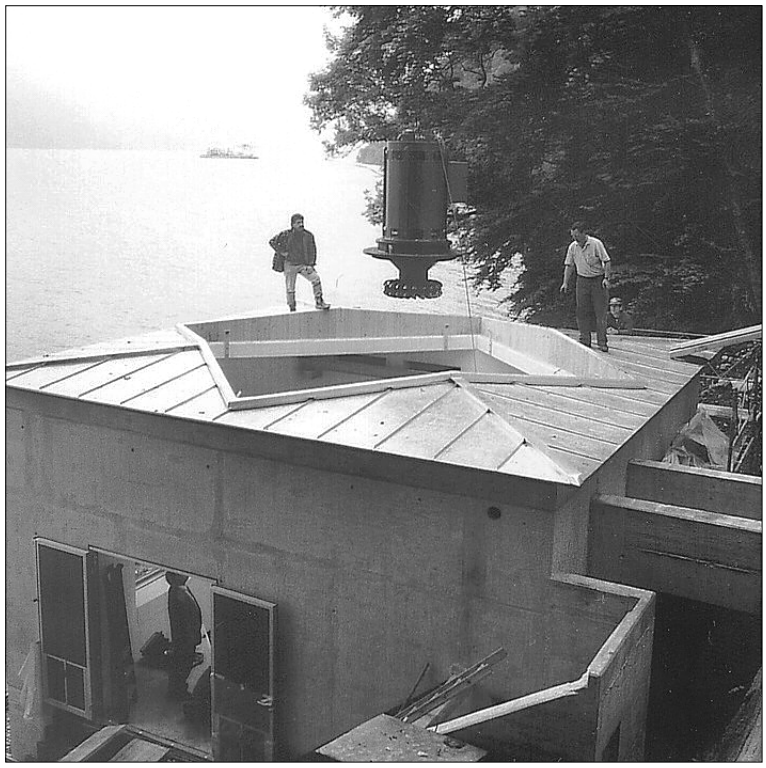
Baugrube mit Magerbeton



Schalung Unterwasserkanal



Innenschalung Zentrale



Einsetzen der
Generator-Turbineneinheit

Bilder nach Vollendung

Aussenansicht
mit Viadukt A2

Innenansicht
mit Generator und
Schaltschränken

Postadresse Kantonales Elektrizitätswerk Nidwalden
Wilgasse 3, Oberdorf
Postfach
6371 Stans

Web www.ewn.ch

Telefon 041 618 02 02

Telefax 041 618 02 99