Projekt und Ausführung: baulicher Teil

Autor(en): **Zeltner, Othmar**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 14: **SIA-Heft 2**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85443

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

Projekt und Ausführung: Baulicher Teil

Von Othmar Zeltner, Bern

Sinn und Zweck der Anlage Handeck III

Die Überleitung Handeck-Trift und daraus resultierend das Kraftwerk Handeck III hat folgende Zielsetzung:

- Die installierte Leistung in den Anlagen der Kraftwerke Oberhasli soll erhöht werden.
- Die erhöhte Leistung soll möglichst uneingeschränkt für die Produktion von Spitzen- und Starklastenergie verwendet werden können.
- Die Kraftwerkgruppe im Aaretal (KW Oberaar, Handeck I, Handeck II und Innertkirchen I) und die Kraftwerkgruppe im Gadmen-Gental (KW Gental, Hopflauenen, Innertkirchen II) sollen derart miteinander verbunden werden, dass ein beschränkter gegenseitiger Wasseraustausch möglich ist (Speicher im Aaretal vorhanden, Speichermöglichkeit im Gadmental praktisch keine).
- Mit der Erhöhung der installierten Leistung und der Kurzzeitspeicherung von Wasser aus dem Gadmental im Räterichsbodensee soll eine bessere Anpassung der Produktion elektrischer Energie an den Bedarf erreicht werden, indem natürliche Abflüsse, die zu Schwachlastzeiten und an Wochenenden anfallen, für kurze Zeit gespeichert werden und dann zu Zeiten des Spitzen- und Starklastenergiebedarfes zur Verfügung stehen.
- Das Nutzwasser dieser Maschine kann bei Bedarf auch dem Ausgleichsbecken Handeck und von da der Zentrale Innertkirchen I zugeleitet werden.
- Mit der regulierbaren Pumpe können 6–12 m³/s Nutzwasser aus dem Ausgleichsbecken Handeck nach der 25 m höher gelegenen Trift verschoben werden.
- Mit der Pumpenturbine (10 m³/s) können zu Schwachlastzeiten und am Wochenende natürliche Zuflüsse aus dem Gadmen- und dem Gental kurzzeitig im Räterichsbodensee gespeichert werden.
- Die bisherige Zuleitung von Wasser aus dem Gadmen- und dem Gental zum Kraftwerk Innertkirchen I über Trift–Rotlaui bleibt nach wie vor gewährleistet.

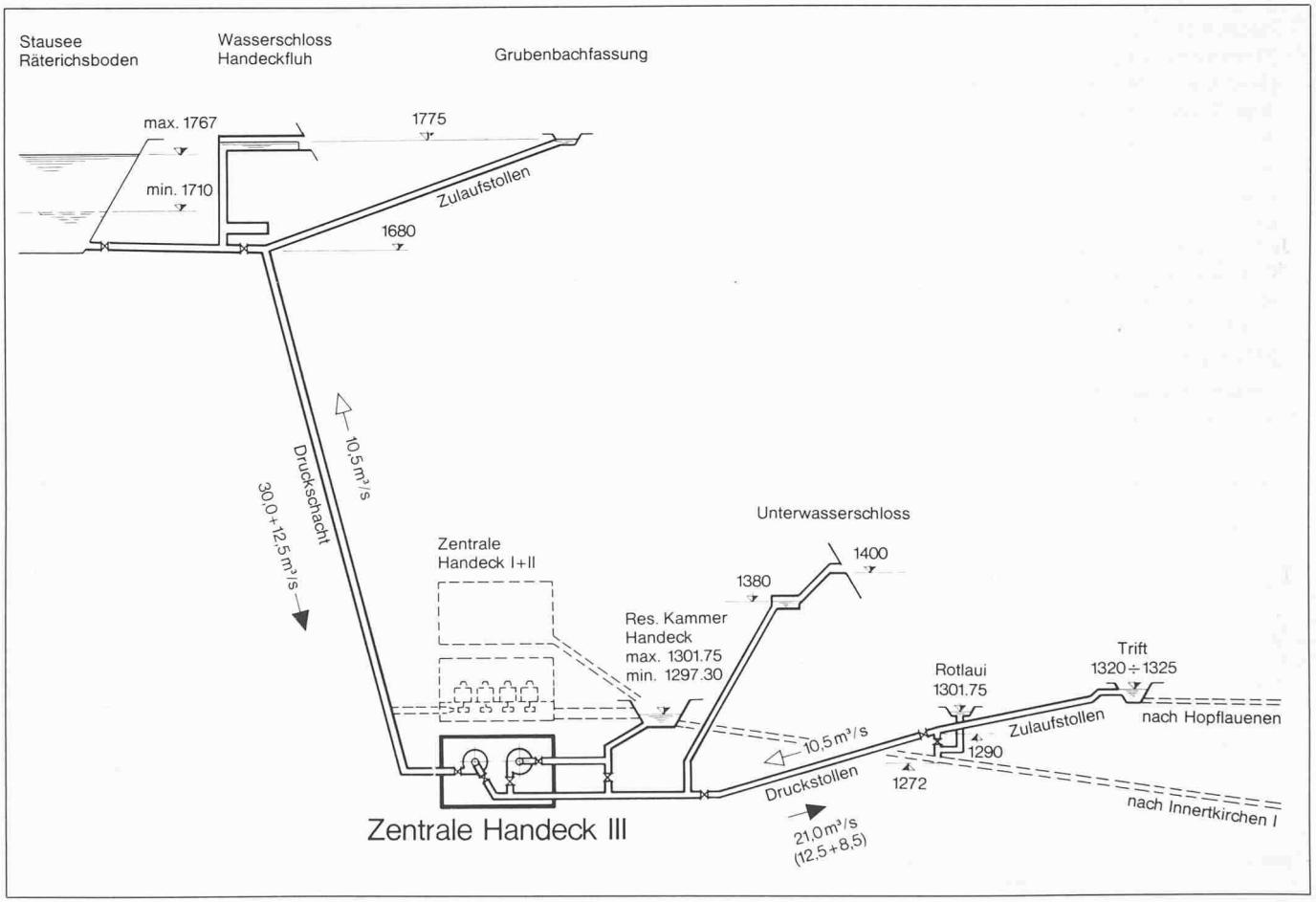


Bild 1. Hydraulisches Schema der Anlage Handeck III

Konzept

Das zuvor erläuterte Ziel konnte am zweckmässigsten mit dem nachfolgend beschriebenen Konzept des Kraftwerkes Handeck III erreicht werden.

- Aus dem Räterichsbodensee wird mit der Pumpenturbine «Isogyre» eine Nutzwassermenge von 12,5 m³/s direkt nach Trift verarbeitet und damit den Zentralen Hopflauenen und Innertkirchen II zugeführt.

Eingliederung in das bestehende System

Die Erstellung der Anlagen des Kraftwerks Handeck III wurde technisch zu einer besonders anspruchsvollen Aufgabe, da ausser der Eingliederung der Neuanlagen mit mehrfacher Zweckbestimmung in das vorhandene, ausgebaute System, aus der Änderung der hydraulischen Gegebenheiten in bestehenden Anlageteilen auch namhafte Er-

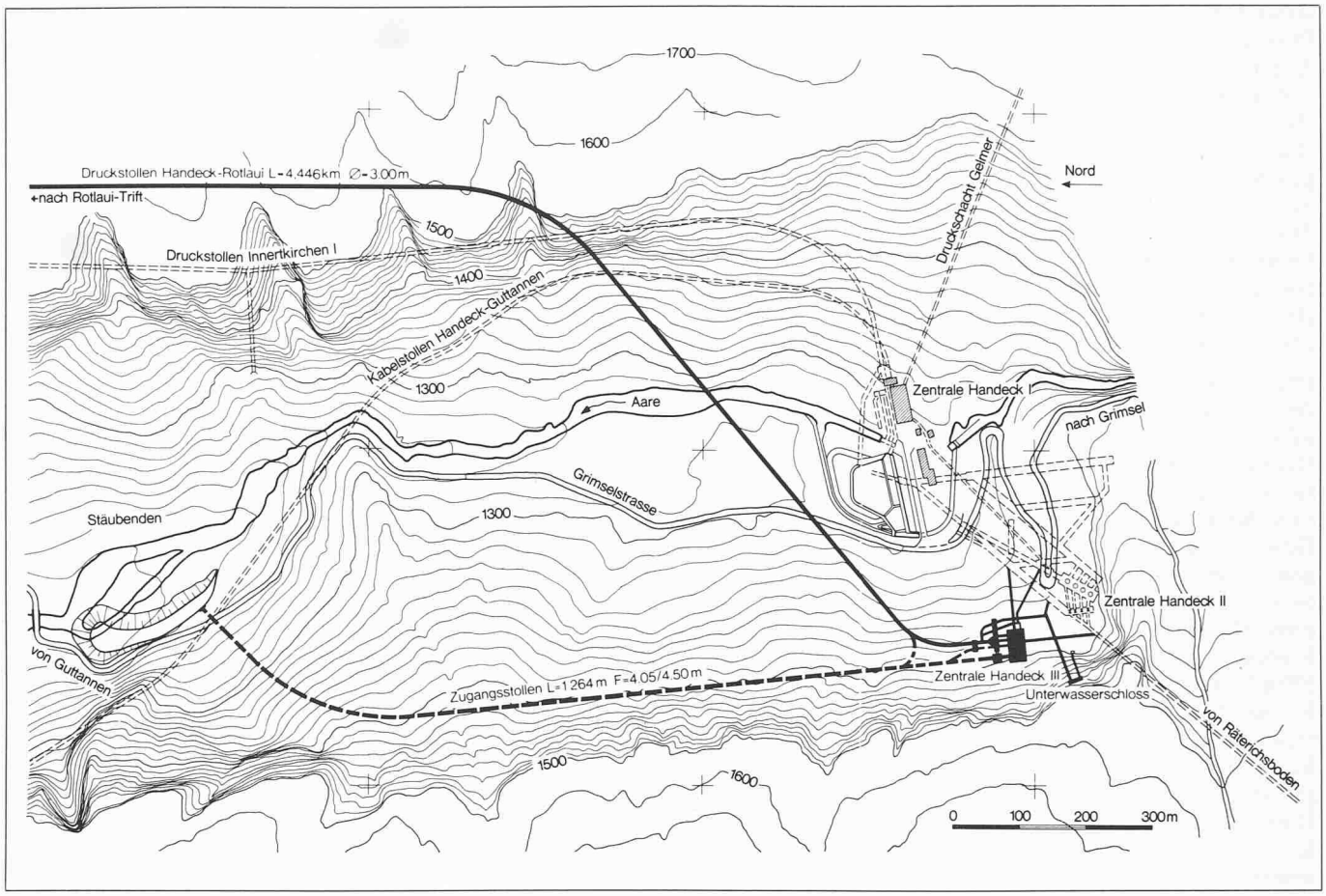


Bild 2. Situationsplan des Kraftwerkes Handeck III

gänzungen und Anpassungen an diesen vorzunehmen und damit Einwirkungen auf den Betrieb der bisherigen Werke zu berücksichtigen waren (Bild 1).
Hochdruckseitig wurde das Kraftwerk Handeck III an den Druckschacht Handeck II angeschlossen und niederdruckseitig einerseits mit einem neuen rund 4,5 km langen Druckstollen mit dem Überleitungsstollen Trift-Rotlaui und andererseits mit den Reservoirkammern des Ausgleichsbeckens Handeck verbunden (Bild 2).
Ferner erforderten die neuen Betriebszustände in den vorhandenen Anlagen verschiedene Ergänzungs- und Anpassungsarbeiten, so im Druckstollen Räterichsboden-Handeck II, im Wasserschloss Handeck II, im Anschluss Rotlaui an den Überleitungsstollen nach Trift, in diesem Stollen selbst und in den Reservoirkammern Trift.

Neuanlagen

Der notwendige minimale Pumpenzulaufdruck erforderte eine Anordnung der Zentrale niveaumässig rund 50 m unterhalb dem minimalen Wasserspiegel des Ausgleichsbeckens Handeck. Ihr Standort als Kavernenzentrale in der linken Talflanke und in der Nähe der Zentrale Handeck II sowie der Reservoirkammern war damit aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen gegeben.

Unterhalb des Felsriegels der Stäubenden konnte ein weitgehend wintersicherer Ort für die Bauinstallationen gefunden werden. Von hier aus wurde der rund 1,26 km lange, grösstenteils 1,2 Prozent steigende *Zugangsstollen* zur Zentralenkaverne mit einem Querschnitt von 17,2 m² ausgebrochen. Der Zugangsstollen diente vorerst als Ausgangsort für den Vortrieb des Druckstollens Richtung Rotlaui, für den Ausbruch der Zentralenkaverne, der Schieberkammer, der Leitungsstollen im Bereiche der Zentrale und des Unterwasserschlosses sowie des Liftschachtes. Durch den Zugangsstollen wurde sämtliches Ausbruchmaterial der vorerwähnten Stollenanlagen abgeführt, das Stollenwasser abgeleitet, Beton, Schalung und Armierungsstahl sowie Panzerrohre, Maschinen- und Apparateteile und das gesamte übrige Installationsmaterial der Zentrale eingeführt.

Vom Zugangsstollen aus wurde ein kurzes Baufenster ausgebrochen und daran anschliessend rund 1/3 des ca. 4,5 km langen und im Mittel 1 Prozent steigenden *Druckstollens* Handeck–Rotlaui vorgetrieben. Dieser Stollen quert auf seinem ersten Kilometer das Aaretal von der linken auf die rechte Talseite bei einer minimalen Überdeckung von nur 35 m. Die angetroffenen, kompakten Felsverhältnisse liessen den Wegfall einer Stollenpanzerung verantworten. Der Druckstollen ist für eine Durchflussmenge von 21 m³/s dimensioniert und mit Ausnahme der gepanzerten Anschlusspartien an die Drosselklappen in Handeck und in Rotlaui durchgehend auf einen lichten Durchmesser von 3,0 m mit Schalungsbeton ausgekleidet.

Die *Maschinenkaverne* hat ein Ausbruchvolumen von 13 500 m³, eine Ausbruchlänge von 50,5 m, eine Ausbruchbreite von 24,0 m und eine allgemeine Ausbruchhöhe von 17,5 m (Bilder 3,4 und 5). Die Achshöhe der horizontalen Maschinengruppen liegt auf Kote 1250,9 m ü.M. Sämtliche Räume der Zentrale, mit Ausnahme der Schieberkammer, sind in der Maschinenkaverne unter einem einzigen Gewölbe untergebracht (Bild 6). Der Maschinensaal, auf Kote 1250,0 m ü.M., nimmt den 10,5 m breiten Mitteltrakt ein (Bild 7). Die Nebenräume für die Transformatoren, die Schaltanlagen und Hilfsbetriebe sind, zum Teil in zwei Stockwerken, je längsseitig des Maschinensaales, angeordnet. Stirnseitig sind zudem weitere Revisions- und Diensträume untergebracht. Dieser bei mehreren Anlagen bereits bewährte Kavernentyp ermöglichte sowohl eine wirtschaftliche und sichere Bauausführung als auch eine zweckmässige und rationelle Raumeinteilung. Entsprechend den mannigfaltigen Betriebsarten benötigt die Zentrale Handeck III verschiedene hydraulische Zu- und Ableitungen, nämlich einmal ober-

wasserseitig den 120 m langen und 80 Prozent geneigten *Druckschacht* mit 2,82 m² Ausbruchquerschnitt und 1,60 m lichtem Panzerrohrdurchmesser als Anschluss an den Druckschacht Handeck II, dann unterwasserseitig die gepanzerte Verbindung beider Maschinen mit dem Druckstollen Handeck–Trift und die ebenfalls gepanzerte *Zulaufleitung* als Anschluss an die Reservoirkammern und damit an das Ausgleichsbecken Handeck sowie ferner das Unterwasserschloss.

Das mit Spritzbeton ausgekleidete *Unterwasserschloss* hat vor allem die Aufgabe, die 10,7 km lange Wassersäule Handeck–Trift innert nützlicher Frist zu beschleunigen, ohne dass dabei ein zu hoher Druckanstieg entsteht und die Druck- und Wasserspiegelschwankungen zu gross werden. Es besteht aus einer auf der Höhe des Ausgleichsbekkens Handeck angeordneten unteren Kammer mit einem Volumen von 350 m³, einer oberen Kammer auf dem Niveau 1371 m ü.M. mit einem Volumen von 300 m³, einem die beiden Kammern verbindenden, 90 Prozent geneigten Schrägschacht von 2,50 m Durchmesser und einem an die obere Kammer anschliessenden, 90 Prozent steigenden und 46 m langen Belüftungsschacht. Die untere Kammer ist durch einen 80 m langen, 81 Prozent geneigten und auf einen lichten Durchmesser von 1,60 m mit Schalungsbeton ausgekleideten Schrägschacht mit den unterwasserseitigen Verbindungsleitungen verbunden.

Während ein in der Maschinenkaverne installierter Kugelschieber als Abschluss der Oberwasserseite dient, sind die verschiedenen, unterwasserseitigen Abschlussorgane als Drosselklappen in der parallel zur Maschinenkaverne angeordneten *Schieberkammer* untergebracht (Bild 8).
Die *Drosselklappe* zum Abschluss des Druckstollens nach Rotlaui ist in einer separaten Kammer angeordnet.

An der vom Zugangsstollen entfernteren Stirnseite der Maschinenkaverne ist der *Liftschacht* angeordnet. Er führt von der Zentrale Handeck III auf das rund 60 m höher liegende allgemeine Niveau der bestehenden Zentralen Handeck II und Handeck I. Nebst einem Lift für 2 t Nutzlast sind in ihm Hoch- und Niederspannungs- sowie Steuer- und Meldekabel, Abluftrohre und ein Treppengang untergebracht.
Vom Kopfende des Schachtes verbindet der sogenannte *Liftzugang* von rund 100 m Länge die Zentrale Handeck III mit dem Hauptzugangsstollen der Zentrale Handeck II und mit dem bestehenden Kabelstollen Handeck–Guttannen. Im Liftzugang werden die im Schacht untergebrachten Kabel bis zur Freiluftstation bzw. zu den Zentralen Handeck I und II weitergeführt; die Abluft wird in die Reservoirkammern und von dort ins Freie geleitet.
Mit der in der Maschinenkaverne installierten *Klimaanlage* wird Frischluft durch den Zugangsstollen angesaugt und die Abluft durch Liftschacht und -zugang abgeführt.
Für die *Bauarbeiten in Rotlaui* musste eine weitere Baustelle eröffnet werden. Im Sagiwald, zwischen Grimselsstrasse und Aare, wurden Unterkunfts- und Betoninstallationen angeordnet. Als Verbindung mit der eigentlichen Baustelle in Rotlaui diente vorerst eine 2-t-Bauseilbahn und nach ihrer Erstellung eine bleibende *Seilbahn* für 10 t Nutzlast. In Rotlaui konnten in den für die Ausführung früherer Anlagen (Zulaufstollen Handeck–Innertkirchen I, Überleitungsstollen Trift–Rotlaui) aus-

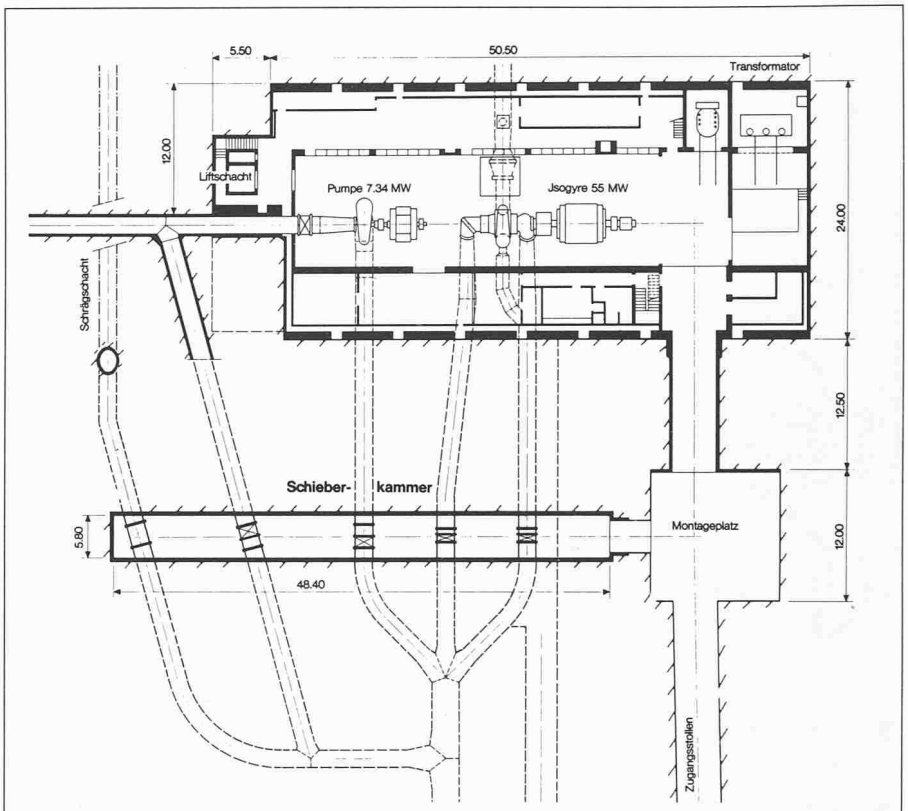


Bild 3. Grundriss der Zentrale

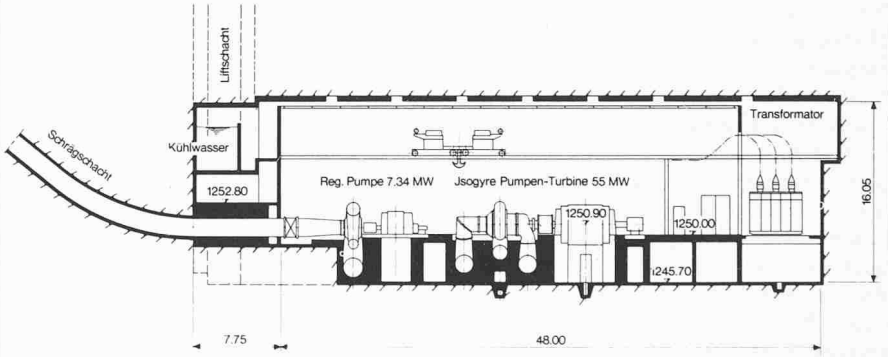


Bild 4. Längsschnitt der Zentrale

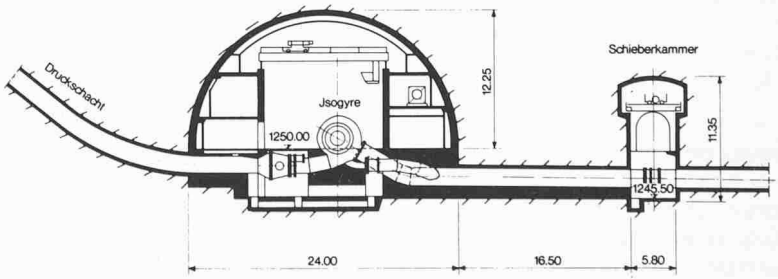


Bild 5. Querschnitt der Zentrale

gesprengten Kammern und Stollen die weiteren Bauinstallationen wie Kompressoren, Ladestation, Werkstatt usw. untergebracht werden.

Vom Zugangsstollen zur bestehenden Apparatekammer aus musste ein *Fensterstollen* zum neuen Druckstollen Handeck–Rotlaui und ein *Zugangsstollen* zur neuen Apparatekammer ausgebrochen werden.

Von Rotlaui aus wurden rund zwei Drittel des ca. 4,5 km langen, 1 Prozent fallenden *Druckstollens* in Richtung Handeck vorgetrieben.

Der Zusammenschluss des neuen Druckstollens Handeck–Rotlaui mit dem bestehenden Überleitungsstollen Trift–Rotlaui erfolgt in einer *neuen Apparatekammer* ca. 50 m triftwärts der bisherigen Drosselklappe Rotlaui. In dieser Kammer sind ausser dem für den Anschluss notwendigen Hosenrohr die beiden neuen Drosselklappen als Abschlussorgane der Zuleitungen nach Handeck III, bzw. nach dem Zuleitungsstollen Handeck-Innertkrichen I untergebracht.

In Handeck und in Rotlaui sind die *Zugänge zum Druckstollen* mit Panzertüren von 1,8×1,8 m lichter Weite abgeschlossen.

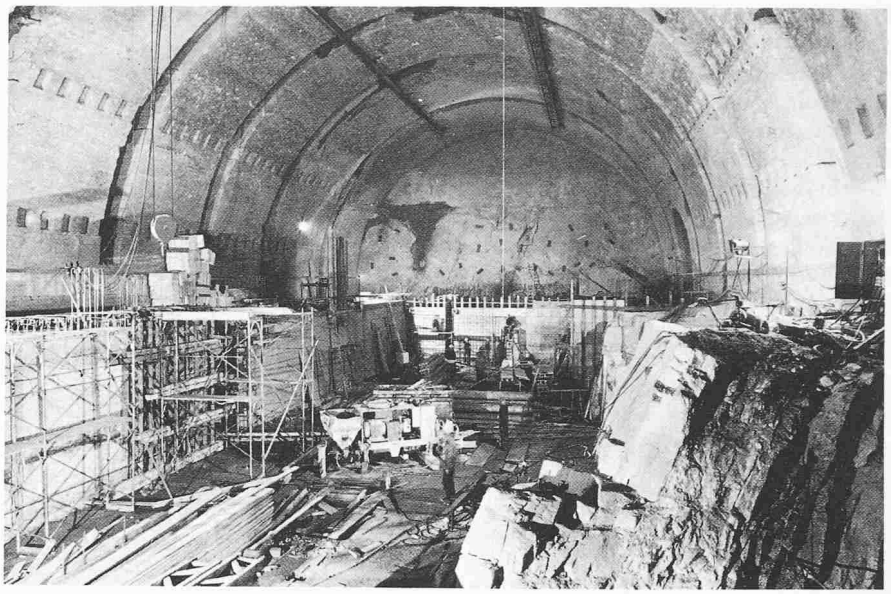


Bild 6. Erste Betonieretappe in der Kavernen-Zentrale nach dem Ausbruch

Anpassungs- und Ergänzungsarbeiten an bestehenden Anlagen

Entsprechend der von 30 m³/s auf 42,5 m³/s erhöhten maximalen Betriebswassermenge wurde der Querschnitt des *Druckstolleneinlaufs im Räterichtsbodensee* auf 90 m² vergrössert, indem der Einlauf Richtung Bekken vorgezogen und die Schwelle um 6 m erhöht wurden. Mit dieser Lösung können soweit erforderlich auch die sich im Bereiche des Einlaufs ablagernden Geschiebemengen durch den Grundablass weggespült werden.

Zur Verbesserung der Durchflussverhältnisse wurden im seinerzeit nur teilweise ausgekleideten *Druckstollen Räterichsboden-Wasserschloss Handeck II* die unverkleideten Strecken im Ausmasse von rund 15 000 m² mit abgeglättetem Spritzbeton versehen. Mit dieser Massnahme konnten die Druckverluste fast um die Hälfte verkleinert werden.

Im bisherigen Ausbau hatte der Schlussteil der Gaulizuleitung, bestehend aus einem 15 Prozent geneigten Schrägschacht mit 7 m² Querschnitt, die Funktion eines Wasserschlosses für das KW Handeck II zu übernehmen. Dabei waren bei Seeständen im Räterichsbodenbecken von Kote 1730 und darunter Betriebseinschränkungen unerlässlich. Mit dem Anschluss von Handeck III an den Druckschacht Handeck II und der damit verbundenen Erhöhung der Zulaufwassermenge von 30 auf 42,5 m³/s wurde die Erstellung eines eigentlichen



Bild 7. Maschinensaal im fertigen Zustand. Im Vordergrund: Maschinengruppe Isogyre. Im Hintergrund: Regulierbare Pumpe mit Antriebsmotor. Rechts: Steuertafeln für die örtliche Steuerung

Wasserschlosses Handeckfluh notwendig. Das Wasserschloss besteht aus einer unteren Kammer mit einem Volumen von 530 m³, einem 85 m hohen Vertikalschacht, der unten auf rund 65 m Höhe 3 m Durchmesser, am Kopf auf rund 20 m Höhe 6 m Durchmesser aufweist, sowie dem Fensterstollen, der mit 2430 m³ Volumen als obere Kammer ausgebildet wurde. Die untere Kammer ist hydraulisch mit einem 70 m langen Stollen oberhalb der Drosselklappe an den Druckstollen angeschlossen. Die Ausführung der Bauarbeiten erfolgte vom bestehenden Zugangsstollen zur Apparatekammer (Drosselklappe) aus.

Die an die Gaulizuleitung (vom Staubecken Mattenalp) angeschlossene *Wasserfassung Grubenbach* wurde durch eine wirksame Entsanderanlage ergänzt. Durch den Einbau eines Überfalls am untern Ende der bestehenden Spülkammer wurde die mittlere Fliessgeschwindigkeit des Wassers beim grössten Zulauf auf 50 cm/s herabgesetzt und damit die Sandabsetzung verbessert.

Mit dem Kraftwerk Handeck III wird der bisherige Freispiegel-Überleitungsstollen Trift–Rotlaui in erster Linie im Turbinenbetrieb zum *Druckstollen Rotlaui-Trift*. Darin waren gegen ca. 21 000 m² Stollenfläche unverkleidet. Zur Verbesserung der Durchflussverhältnisse wurde deshalb auf diesen Partien ein abgeglätteter Spritzbetonbelag aufgetragen. Damit konnten die Druckverluste um rund 40 Prozent reduziert werden.

Die Reservoirkammern in *Trift* dienten bis anhin vorab dem Wassernachschub für das KW Hopflauenen. Bei abgestellter Zentrale oder bei einem höhern Zufluss als die Nutzwassermenge floss bei vollen Reservoirkammern das zu viel anfallende Wasser über eine Überfallschütze in den Zuleitungsstollen Trift–Rotlaui und somit nach Handeck–Innertkirchen I. Mit der Eingliederung des KW Handeck III fliesst nunmehr beim Turbinenbetrieb Räterichsboden–Handeck III–Trift das Wasser im Zuleitungsstollen in entgegengesetzter Richtung. Die bisherige Überfallschütze wurde daher entfernt und durch einen in beiden Richtungen wirkenden, festen Überfall ersetzt. Die Reservoirkammern in Trift können nunmehr Wasser von Handeck III sowohl aufnehmen als auch abgeben. Im weiteren musste die ehemalige Überfallkammer eine gewisse Wasserschlossfunktion übernehmen und war daher entsprechend neu zu belüften.

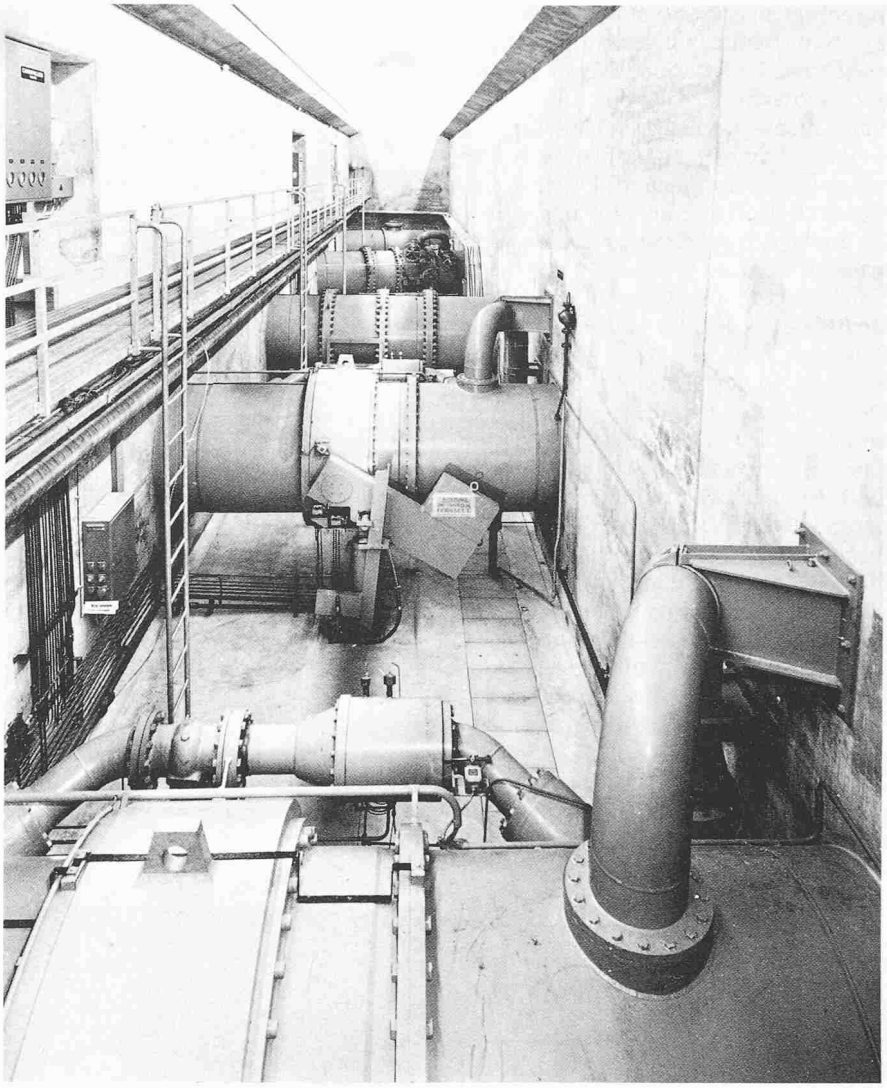


Bild 8. Schieberkammer mit Betriebsdrosselklappen

Geologische Verhältnisse

Die Bauten des KW Handeck III liegen ohne Ausnahme im *Kristallin des Aarmassivs*, und zwar zum überwiegenden Teil im Gebiet des *zentralen Aaregranits* im engern Sinne und des *Mittagfluh-Granits*. Die restlichen angepassten Anlagen befinden sich in altkristallinen Gesteinen und in einer *Granitgneis-Quarzporphyr-Zone*.

Bauprogramm

Mit den Vorarbeiten, der Erschliessung der Baustellen und Ausschreibung der Hauptarbeiten wurde im Frühjahr 1972 begonnen. Im Sommer 1976 waren Bau- und Montagearbeiten soweit fortgeschritten, dass mit den Inbetriebsetzungsversuchen begonnen werden konnte. Seit dem Frühling 1977 ist die anlage uneingeschränkt im Betrieb, und seit Anfang 1978 wird sie von Innertkirchen aus ferngesteuert.

Adresse des Verfassers: *O. Zeltner*, dipl. Ing., Ingenieur-Unternehmung AG Bern, Thunstr. 2, 3000 Bern 6