

# Der Ausbau der Wasserkräfte im Gental und Gadmental mit Kraftwerk Führen

Autor(en): **Kraftwerke Oberhasli AG**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79 (1961)**

Heft 44

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-65615>

## **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.

## Der Ausbau der Wasserkräfte im Gental und Gadmental mit Kraftwerk Führen

Mitgeteilt von der Kraftwerke Oberhasli AG., Innertkirchen

DK 621.29

### Einleitung

Nachdem der Ausbau der Wasserkräfte im obern Aaretal\*) durch Erstellung der Kraftwerke Oberaar, Handeck I, Handeck II und Innertkirchen im wesentlichen vollendet ist, hat sich die Kraftwerke Oberhasli AG. (KWO) im Hinblick auf den stets wachsenden Energiebedarf ihrer Aktionäre — die BKW einerseits und die Städte Basel, Bern und Zürich andererseits — entschlossen, auch an die Ausnützung der Wasserkräfte des oberen Gental und Gadmentales heranzutreten und vorerst bei Führen im Gadmental ein neues Kraftwerk zu erstellen. Dieses Werk, welches Anfang Mai 1961 dem Betriebe übergeben werden konnte, weist namentlich im hydraulischen Teil einige technisch interessante Besonderheiten auf, die einerseits durch die topographischen Verhältnisse in dieser Gebirgsgegend und andererseits durch die bereits vorhandenen Anlagen zur teilweisen Ausnützung der Wasserkräfte des Gadmentales im Kraftwerk Innertkirchen bedingt waren.

### A. Baugeschichtliches

Es sind nun bereits 60 Jahre her, seit der Industrielle J. R. Müller-Landsmann aus Lotzwil (BE) ein Konzessionsgesuch zwecks Nutzbarmachung der Wasserkräfte des oberen und unteren Gentalwassers, des Gadmen- und Triftwassers, sowie des Urbachwassers und der Aare zwischen Guttannen und Innertkirchen an die Regierung des Kantons Bern eingereicht hat. Die fünf Wasserkraftanlagen mit einer gesamten mittleren Maschinenleistung von rund 56 000 PS sollten zum Betriebe von Berg- und Hüttenwerken, von Eisenbahnen, von Luftseilbahnen und andern industriellen Anlagen dienen. Die Ausnützung der Wasserkräfte oberhalb von Guttannen war dabei noch nicht in Aussicht genommen. Bekanntlich musste dann der erwähnte Industrielle nach langem Kampfe auf die Erteilung der Konzession zu Gunsten der inzwischen auf den Plan getretenen Vereinigten Kander- und Hagneckwerke (die spätern Bernischen Kraftwerke), welche die wertvollen Wasserkräfte des Oberhasli der Allgemeinheit zugutekommen lassen wollten, verzichten. Es vergingen aber noch viele Jahre, bis die technischen, energie-wirtschaftlichen und finanziellen Grundlagen geschaffen waren, um mit dem Ausbau der Wasserkräfte im Oberhasli beginnen zu können. Heute sind die grossen Kraftwerkstufen von der Oberaar bis Innertkirchen voll ausgebaut, und es verbleiben noch die Wasserkräfte des Gental und des Gadmentales, welche der Ausnützung harren. Dass die Ausnützung dieser Wasserkräfte, obwohl schon frühzeitig ins Auge gefasst, erst in letzter Linie an die Hand genommen wurde, hängt mit dem Umstande zusammen, dass das Gental- und Gadmengebiet wohl reichliche Sommerzuflüsse und günstige Gefällsverhältnisse aufweist, dagegen keine Möglichkeiten bietet, grössere Speicherbecken anzulegen. Aus diesem Grunde wurden vorerst, d. h. in den Jahren 1952 bis 1955, nur die Zuflüsse des oberen Gadmentales in den Wasserfassungen Wenden, Stein und Trift gefasst und durch den Rotlaustollen dem Kraftwerk Innertkirchen zugeführt, um die durch die Errichtung der Speicherbecken im Räterichsboden und auf der Oberaar entstandene Verminderung des Sommerwasserzuflusses auszugleichen.

Da das Schluckvermögen der fünf Turbinen der Zentrale Innertkirchen auf 40 m<sup>3</sup>/s begrenzt ist, war es nicht möglich, die im Sommer aus den genannten Gadmerwasserfassungen anfallenden Wassermengen in Innertkirchen jeweils voll aus-

zunützen. Ausserdem war man aus betrieblichen Gründen bestrebt, die Zentrale Innertkirchen mit Rücksicht auf die periodisch notwendigen Revisionsarbeiten an den Turbinen etwas zu entlasten. Diese Gegebenheiten führten nach längern, sorgfältigen Studien dazu, die Wasserkräfte des Gental- und Gadmentals in einer von den Anlagen im Aaretal unabhängigen Kraftwerkgruppe auszunützen. Die oberste Stufe dieser Gruppe, das Kraftwerk Gental-Führen, welches Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung bildet und dessen Zentrale mit einer Turbinen- und einer Pumpengruppe ausgerüstet ist, wurde auf Grund eines generellen Projektes von Obering. H. Juillard, Bern, in den Jahren 1958 bis 1960 durch die Kraftwerke Oberhasli AG. erstellt. Als zweite Stufe ist die Erstellung eines Kraftwerkes bei Hopflauen und als letzte Stufe eines weiteren Kraftwerkes bei Innertkirchen, mit der Bezeichnung Innertkirchen II, vorgesehen. Für die letztgenannten Kraftwerke, für welche die entsprechenden Bauprojekte durch die KWO ausgearbeitet wurden, ist die Konzession durch Regierungsratsbeschluss vom 20. Dezember 1960 erteilt worden. Der Baubeschluss durch die Verwaltungsbehörden der KWO erfolgte am 24. April 1961. Die Inbetriebnahme des KW Hopflauen ist laut Bauprogramm auf 1. Juni 1967 und diejenige für das KW Innertkirchen II auf 1. Mai 1968 in Aussicht genommen.

### B. Wasserwirtschaft

Das Einzugsgebiet des oberen Gental mit Einschluss des Engstlensees umfasst 17 km<sup>2</sup> und weist eine mittlere jährliche Abflussmenge von 33,9 Mio m<sup>3</sup> auf. Hievon entfallen 6,6 Mio m<sup>3</sup> auf die sechs Winter- und 27,3 Mio m<sup>3</sup> auf die sechs Sommermonate. Der auf einer Höhe von 1850 m ü. M. gelegene Engstlensee wird im Winter um 5 m abgesenkt, muss aber entsprechend den Konzessionsbedingungen jeweils bis zum 15. Juni wieder gefüllt sein. Da keine Stauanlagen vorgesehen sind und der Seeanstich unterirdisch erfolgt, bleibt der landschaftliche Reiz dieses Gebietes vollständig erhalten. Die für die Turbine des Kraftwerkes Führen zur Verfügung stehende Nutzwassermenge beträgt unter Berücksichtigung der Absenkung des Engstlensees im Winter 8,6 Mio m<sup>3</sup> und unter Berücksichtigung der auf 3 m<sup>3</sup>/s beschränkten Schluckfähigkeit der Turbine Führen, sowie der Spülwasserverluste der Wasserfassungen, im Sommer 24,1 Mio m<sup>3</sup>, somit im Jahr total 32,7 Mio m<sup>3</sup>. Von dieser Wassermenge, welche durch die Turbine Führen nach dem bestehenden Gadmerstollen weitergeleitet wird, können im Kraftwerk Innertkirchen rd. 24,3 Mio m<sup>3</sup> zusätzlich ausgenützt werden.

Aus dem Zwischeneinzugsgebiet des oberen Gadmentals von insgesamt 18 km<sup>2</sup> steht, einschliesslich der aus den bestehenden Fassungen des Wenden- und des Steinwassers überfliessenden Wassermengen, bei Führen jährlich eine Abflussmenge von 43,9 Mio m<sup>3</sup> zur Verfügung. Hievon entfallen 6,7 Mio m<sup>3</sup> auf die Wintermonate und 37,2 Mio m<sup>3</sup> auf die Sommermonate. Von dieser verfügbaren Wassermenge kann jedoch mit Rücksicht auf die auf 2 m<sup>3</sup>/s beschränkte Fördermenge der Pumpe Führen nur rund die Hälfte, d. h. 20,7 Mio Kubikmeter jährlich in den Gadmerstollen gefördert und im Kraftwerk Innertkirchen verarbeitet werden. Bild 2 zeigt die Lage der Einzugsgebiete und der Kraftwerksbauten, Bild 1 gibt das Längenprofil wieder.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, wird das im oberen Gental gefasste Betriebswasser einmal in der Zentrale Führen durch die Turbinengruppe verarbeitet und anschliessend über den Gadmerstollen der bestehenden Zentrale Innertkirchen zugeführt und dort nochmals ausgenützt. Ausserdem wird das aus dem Zwischeneinzugsgebiet des oberen Gadmentals stammende Wasser bei Führen gefasst und durch die

\*) Vgl. unsere wichtigsten Veröffentlichungen hierüber: Kraftwerk Innertkirchen, mit Literaturnachweis, Bd. 120, S. 25 ff. (1942); Kraftwerk Oberaar, Zuleitung Gauli, Räterichsboden, Handeck II 1952, S. 495 ff. und 1953, S. 271; Gadmen 1958, S. 119 ff.

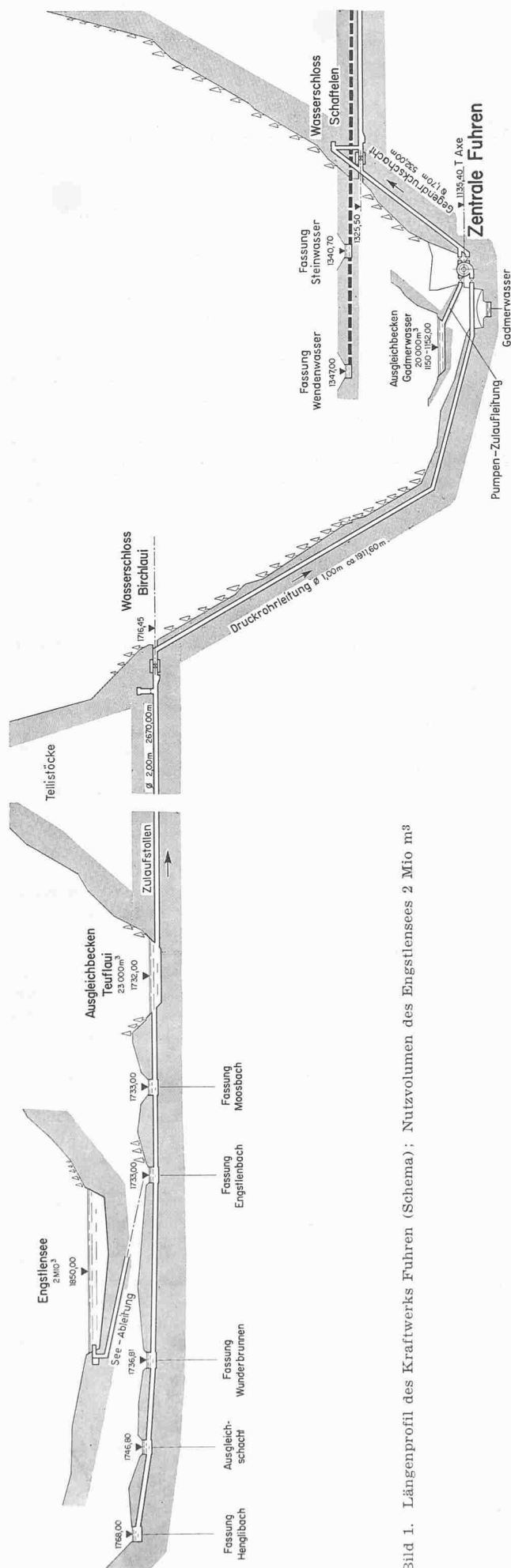


Bild 1. Längenprofil des Kraftwerks Fuhren (Schema); Nutzvolumen des Engstlensees 2 Mio m<sup>3</sup>

Pumpe der Zentrale Fuhren ebenfalls nach dem Gadmerstollen gefördert und dem Kraftwerk Innertkirchen zugeleitet. Mit Rücksicht auf die auf 40 m<sup>3</sup>/s beschränkte Schluckfähigkeit der Turbinen kann, wie bereits erwähnt, jedoch nur ein Teil des aus dem Gental- und Gadmental verfügbaren Wassers in der Zentrale Innertkirchen verarbeitet werden. Mit der Erstellung der zweiten Stufe, dem Kraftwerk Hopflauen, fällt dieser Nachteil jedoch vollständig dahin, indem das aus dem Gadmerstollen zufließende Wasser in der erweiterten Wasserfassung Trift gefasst und nach der im unteren Gadmental vorgesehenen Zentrale Hopflauen abgeleitet wird. Sofern der Zufluss aus dem Gadmerstollen das Schluckvermögen der «Trift»-Turbine übersteigt, gelangt das Uebereschusswasser über einen Ueberfall in den Rotlauistollen und durch den Zulaufstollen des Kraftwerkes Innertkirchen nach der Zentrale Innertkirchen I. In der Zentrale Hopflauen wird ferner eine besondere Gruppe «Leimboden» aufgestellt, welche das Wasser aus dem Einzugsgebiet des unteren Gentalen verarbeitet, wo im sogenannten Leimboden ein kleines Ausgleichbecken angelegt wird. Das Abwasser der beiden Turbinen der Zentrale Hopflauen fliesst in ein Ausgleichbecken, in welches sich auch das Gadmerwasser ergiesst, und gelangt von da in einer dritten Ausbaustufe nach der Zentrale Innertkirchen II, welche etwas unterhalb der Einmündung des Gadmerwassers in die Aare erstellt wird. Diese drei Kraftwerkstufen bilden hydraulisch ein von den Anlagen im Aaretal unabhängiges System, das jedoch mit den elektrischen Anlagen des Aaretals verbunden ist und vom zentralen Kommandoraum in Innertkirchen aus ferngesteuert und überwacht wird.

## C. Die Bauobjekte

### 1. Baulicher Teil

#### a) Allgemeine Disposition

Wie aus dem Längenprofil der Wasserkraftanlagen im Gental und Gadmental ersichtlich ist, wird das im Gental gefasste Wasser unter den Tellistöcken durch zunächst nach der Zentrale Fuhren im Gadmental hinabgeführt und auf der andern Talseite wieder bis zum Fenster Schaffelen hinaufgeleitet, wo es durch den rd. 800 m langen Fensterstollen in den bestehenden Gadmerstollen gelangt. Da zwischen der Entnahmestelle im Gental und dem tiefsten Punkt bei Fuhren eine Gefälldifferenz von rd. 600 m vorhanden ist, während bis zum Fenster Schaffelen eine Höhendifferenz von 200 m zu überwinden ist, verbleibt ein freies Differenzgefälle von rd. 400 m, welches in der bei Fuhren in die Rohrleitung Birchlaui-Schaffelen eingebauten Turbine ausgenützt wird. Bei einer Ausbauwassermenge von 3 m<sup>3</sup>/s und einem Nettogefälle von 381 m ergibt sich für diese Turbine eine Nennleistung von 13 100 PS. Die sich bei dem hohen Gegendruck von rd. 200 m ergebenden hydraulischen und konstruktiven Probleme, die bei dieser Turbine zu berücksichtigen waren, werden später näher erläutert.

Das Wasser aus dem Zwischeneinzugsgebiet des Gadmentales wird oberhalb Fuhren in einem Ausgleichbecken gesammelt und durch eine 650 m lange Zuleitung einer in der Zentrale Fuhren aufgestellten Hochdruckpumpe für 2 m<sup>3</sup>/s Fördermenge zugeführt. Die Druckseite der Pumpe ist an den Steigschacht zum Fenster Schaffelen angeschlossen, so dass die dem Gadmerstollen zugeleitete Wassermenge bei gleichzeitigem Betrieb der Turbine und der Pumpe 5 m<sup>3</sup>/s beträgt.

#### b) Bauvorbereitungen

Zur Erschliessung der Baustellen waren folgende Transporteinrichtungen notwendig:

*Im Gental.* Die bereits bestehende Strasse von Mühletal an der Sustenstrasse bis zum Eingang in das Gental im sogenannten Wagenkehr von 3,4 km Länge wurde durch die Anlage von Ausweichstellen, Kurvenverbreiterungen und den Einbau eines staubfreien Belages ausgebaut. Vom Wagenkehr auf rd. 1200 m ü. M. wurde eine neue, rund 10 km lange Strasse von 3,0 m Breite bis auf die Engstlenalp erstellt. Die Baustelle Teufli wurde mit einer Bauseilbahn an diese Strasse, etwa 7 km oberhalb Wagenkehr, angeschlossen. Durch diese neue Strasse wurde das landschaftlich reizvolle



Bild 3. Der Engstlensee, im Hintergrund der Titlis  
Photographische Aufnahmen durch KWO



Bild 4. Die Fassung des Henglibaches, horizontaler Einlaufrechen über dem Einfallschacht, rechts Antriebsständer für die Spülschütze

und blumenreiche Gental auch dem Touristenverkehr erschlossen.

*Im Gadmental.* Die Hauptbaustellen, die Wasserfassung Führen und die Zentrale mit Schrägschacht konnten ohne besondere Vorbereitungen leicht von der Sustenstrasse erreicht werden. Zum Wasserschloss Birchläui wurde eine Luftseilbahn von 1250 m Länge und 450 m Höhendifferenz mit Talstation an der Sustenstrasse, etwa 400 m oberhalb Führen, erstellt. Das Baufenster Schaffelen konnte durch eine bereits früher erstellte Luftseilbahn erreicht werden.

#### c) Wasserfassungen und Zuleitungen

Die Abflüsse des obren Gentalen werden in verschiedenen Fassungen gesammelt und einem bei Teufelai erstellten Ausgleichbecken zugeleitet. Mit Ausnahme der Fassung des Scharnadbaches, welcher mit einem Bachwehr mit fester Ueberfallschwelle und Kiesspülschütze gefasst und direkt in das Ausgleichbecken geleitet wird, bestehen diese Fassungen aus in der Bachsohle liegend angeordneten, mit Feinrechen abgedeckten Einfallschächten. Durch diese gelangt das Wasser in Kieskammern, die mit Spülschützen versehen sind, und

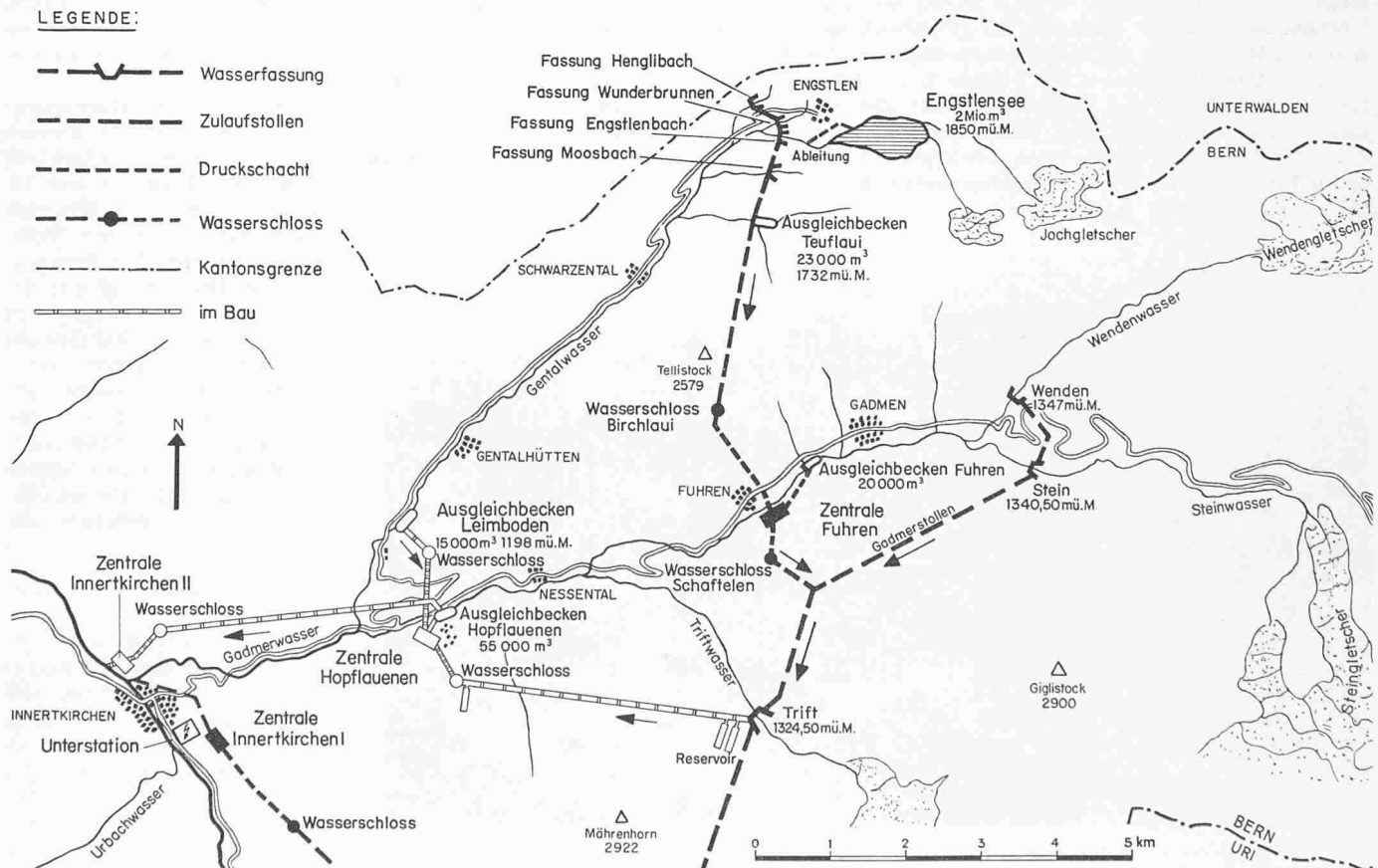


Bild 2. Lageplan der Wasserkraftanlagen im Gental und im Gadmental, 1:100 000



Bild 5. Hangleitung zwischen Hengli- und Engstlenbachfassung



Bild 6. Stollen zwischen Engstlenbachfassung und Ausgleichbecken Teufilai, Bauzustand 1. Okt. 1959

von da über einen festen Ueberfall in das Ablaufgerinne. Im ganzen bestehen vier solche Fassungen: die oberste, diejenige des Henglibaches, auf Kote 1769,50, Bild 4, die nächste, mit welcher der Wunderbrunnen gefasst wird, auf Kote 1736,37, die dritte, die Fassung des Engstlenbaches, auf Kote 1733,0 und die vierte, diejenige des Moosbaches, auf Kote 1733,0. Die Ableitung des gefassten Wassers erfolgt vom Henglibach bis zur Engstlenbachfassung durch eine 727 m lange eingedeckte Hangleitung aus Schleuderbetonröhren von 80 und 100 cm Durchmesser, Bild 5, und von der Engstlenbachfassung bis zum Ausgleichbecken Teufilai durch einen 1076 m langen, vollständig ausgekleideten Stollen von 2,0 m lichtigem Durchmesser, Bild 6. Zwischen Engstlenbach und Teufilai wird das Wasser aus der Moosbachfassung eingeleitet.

Der Ableitungsstollen mit regulierbarer Einlaufschütze für die Absenkung des Engstlensees befindet sich auf der rechten Seite des Sees und weist eine Länge von 630 m auf. Das Entnahmewasser wird anschliessend wieder durch das natürliche Bachbett des Engstlenbaches in die Engstlenbachfassung geleitet.

Das Stauziel des Ausgleichbeckens Teufilai, Bild 7, liegt auf Kote 1732,0 m. Bei 4 m Absenkung entspricht dies einschliesslich des Stolleninhaltes einem Nutzinhalt von 25 000 m<sup>3</sup>. Als Abschluss des Teufilaibeckens dient ein aus Aushub und Stollenausbruchmaterial geschütteter Damm. In dieses Abschlussbauwerk ist ein Grundablass, sowie ein Kronenüberfall als Hochwasserentlastung eingebaut. Der Damm hat eine Kronenlänge von 80 m und eine maximale Höhe von 12 m. Das ganze Becken einschliesslich Damm ist mit einem Schwarzbelag zur Abdichtung ausgekleidet.

Der an das Ausgleichbecken anschliessende Druckstollen von 2579 m Länge und 2,0 m lichtigem Durchmesser, Bild 8, durchquert die Tellstöcke und endet im Wasserschloss Birchlauri am rechten Hang des Gadmentales. Der Stollen ist auf seiner ganzen Länge ausbetoniert.

Die Fassung des Gadmerwassers für die Hochdruckpumpe erfolgt 650 m flussaufwärts der Zentrale Führen durch ein betoniertes Flusswehr mit einer Segmentschütze von 6 m Breite und einer Spülschütze, Bilder 9 und 10. Durch den Aufstau auf Kote 1152,0 m wird ein Sammel-

becken von 15 000 m<sup>3</sup> Nutzinhalt geschaffen. Die Pumpenzuleitung, Bild 11, ist auf der linken Talseite verlegt und als Schleuderbeton-Rohrleitung von 1,25 m Durchmesser und 650 m Länge ausgeführt. Diese mündet kurz vor der Zentrale in ein Ueberfallwasserschloss, an welches eine eiserne Rohrleitung zur Hochdruckpumpe in der Zentrale anschliesst.

#### d) Wasserschlösser und Druckleitungen

Das Wasserschloss Birchlauri ist als einfaches Schachtwasserschloss mit einem vertikalen gedrosselten Steigschacht von 2,5 m lichtigem Durchmesser ausgebildet. Die maximale Schwankung des Wasserspiegels im Wasserschloss beträgt 18,5 m. Der höchste Betriebswasserspiegel liegt auf Kote 1740,0 m. Der



Bild 7. Ausgleichsbecken Teufilai. Rechts Auslauf des Zuleitungsstollens, darüber Schieberhaus und Trafostation. Im Vordergrund Stolleneinlauf und Kronenüberfall. Links, am Fusse des Abschlussdammes, das Schieberhaus für den Grundablass



Bild 8. Druckstollen zwischen Teufilai und Wasserschloss Birch-lai, Bauzustand 8. Nov. 1958

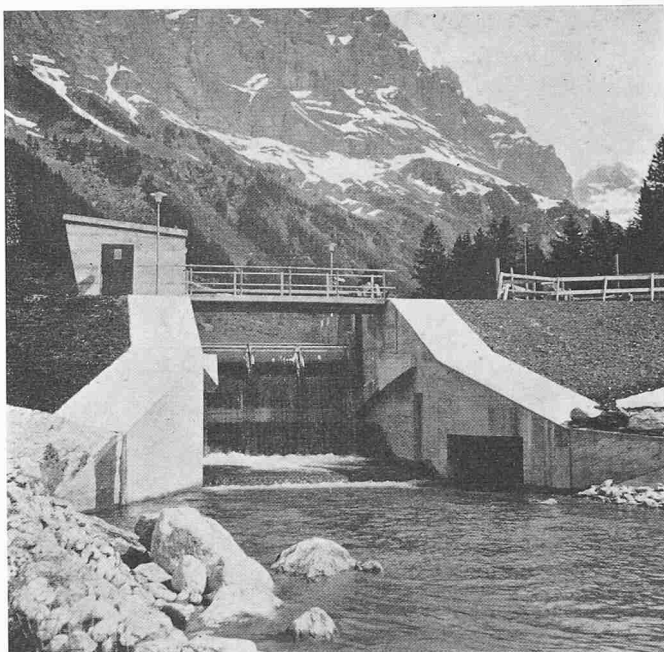


Bild 9. Wehr und Segmentschütze des Ausgleichbeckens Führen (Pumpwasserfassung)

Zugang zum Wasserschloss und zur Apparatkammer erfolgt durch einen 80 m langen, durch Panzertüren abgeschlossenen Stollen. In der Apparatkammer ist an das gepanzerte Ende des Druckstollens ein Venturirohr und anschliessend eine Drosselklappe von 1200 mm Nennweite als automatisches Abschlussorgan eingebaut; Einzelheiten zeigt Bild 13.

Von der Drosselklappe führt ein rund 133 m langer Druckstollen von 1,70 bis 1,40 m lichter Weite, der im untern Teil auf eine Länge von 73 m gepanzert ist, zum obersten Fixpunkt der Druckleitung nach der Zentrale Führen, Bild 12. Die aus drei Sektionen von 1100, 1050 und 1000 mm Lichtweite bestehende Druckleitung weist bis zum Anschluss an den Turbinen-Einlaufschieber eine Gesamtlänge von 1687 m auf. Sie wurde auf der ganzen Strecke, mit Ausnahme der Brückenüberführung über das Gadmerwasser, in einem offenen Graben verlegt, einbetoniert und wieder eingedeckt. Die einzelnen Rohre weisen Längen von

6 bis 10 m und ein grösstes Gewicht von 6 t auf. Der Transport, die Verlegung in den Rohrgraben und die Einbetonierung erfolgten mittels eines Portalkranes, der über dem Rohrgraben auf einem Gleis mit 7 m Spurweite lief und zu dessen Verschiebung eine Winde von 10 t Zugkraft diente.

Das Material der Druckleitungsrohre besteht ausschliesslich aus Blechen aus erstklassigem, trennbruchsicherem und alterungsbeständigem Feinkornstahl. Die Wandstärke der Rohre beträgt im obersten Teil der Druckleitung 9 mm und nimmt nach unten bis auf 24 mm zu. Die Festlegung der Wandstärken erfolgte entweder nach der Bedingung, dass die Ringspannung beim Abpressdruck 60 % der Streckgrenze nicht überschreiten darf, oder auf Grund der Kessel-formel beim Konstruktionsdruck plus 4 mm Abrostungszuschlag. Die Blechstärke wurde jeweils nach dem grössern der erhaltenen Werte festgesetzt. Sämtliche Rohre wurden in der Werkstatt einer Kaltwasserdruckprobe beim 1,5fachen

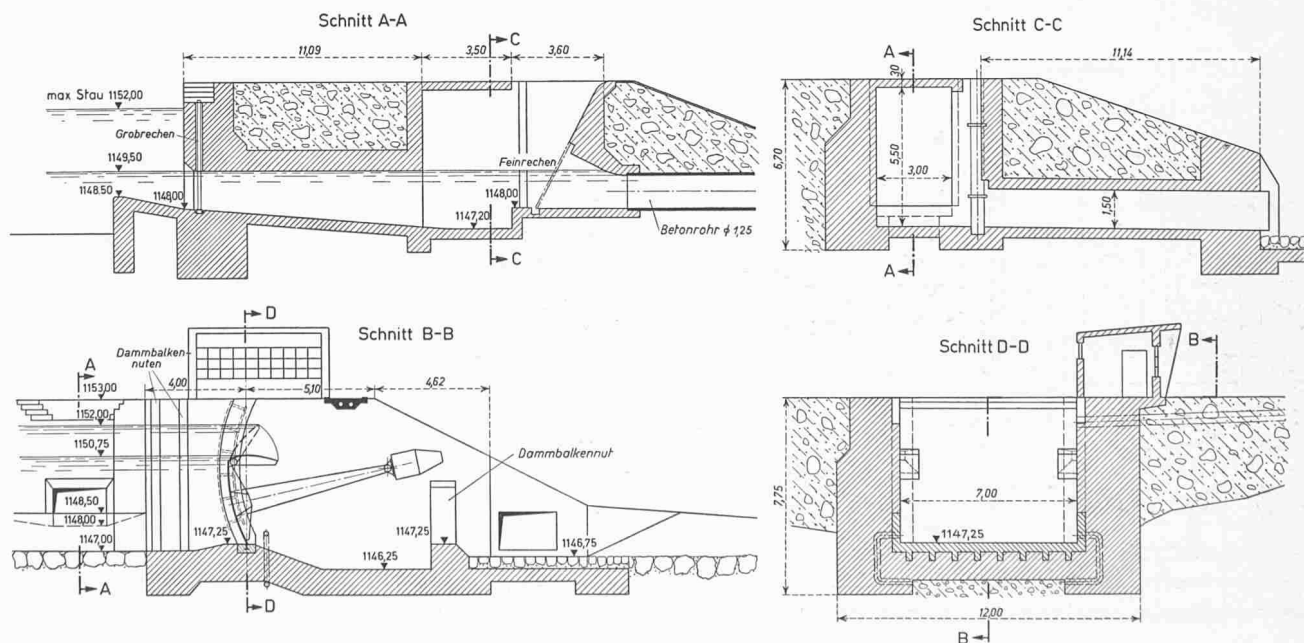


Bild 10. Ausgleichbecken Führen. Oben Einlaufbauwerk für das Pumpwasser; unten Wehr mit Segmentschütze des Ausgleichbeckens Führen, 1:300



Bild 11. Pumpwasser-Zuleitung zur Zentrale Führen, Bauzustand 17. Aug. 1959



Bild 12. Druckleitung vom Wasserschloss Birchlaui nach der Zentrale Führen, Bauzustand 30. Sept. 1959

Konstruktionsdruck unterworfen. Auf der Baustelle fand keine Druckprobe statt, dagegen wurden alle Montageschweissnähte mit Ultraschall bzw. mit Gammastrahlen geprüft.

Dem Rotsschutz der Rohrleitung ist ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden. Da die Rohre auf der ganzen Länge einbetoniert sind, beschränkte sich die Rostschutzbehandlung auf die Innenfläche. Die Rostschutzarbeiten

wurden auf einem geeigneten Lagerplatz in Innertkirchen durchgeführt und umfassten folgende Arbeitsgänge:

1. Sandstrahlen mit Korundsand bis zur metallisch reinen Oberfläche.
2. Auftrag von 0,20 mm Spritzzink mit Zinkdraht von min. 99,95 % Reinheit, Minustoleranz 0,02 mm, entsprechend einer Zinkmenge von rd. 1000 g/m<sup>2</sup>.
3. Auftrag eines Zinga-Anstriches als Porenfüller.

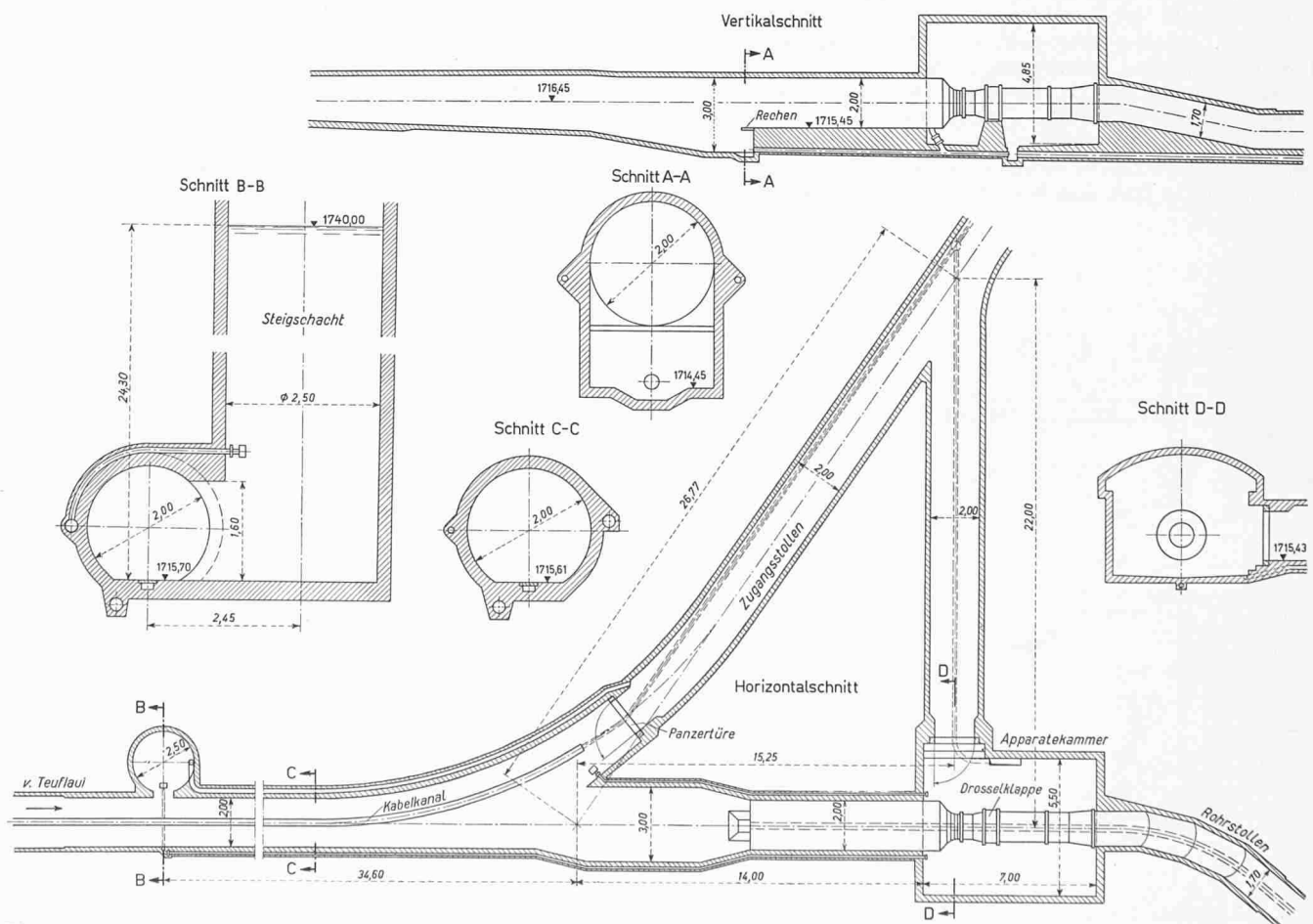


Bild 13. Wasserschloss Birchlaui, 1:300 und 1:120

4. Auftrag von zwei Kaltbitumenanstrichen mit Sapalac II, zusammen rd. 600 g/m<sup>2</sup> = rd. 0,3 mm.

5. Auftrag eines dritten Sapalac II-Anstriches, rd. 60 cm breit auf der Sohle.

Die nicht behandelten Schweisszonen erhielten einen Schutzanstrich über der sandgestrahlten Fläche.

Nach der Montage wurden die Schweisszonen wie folgt behandelt:

1. Reinigen der Montagestreifen durch Abwaschen.
2. Auftrag von drei Zinga-Anstrichen, Schichtdicke 0,20 mm.
3. Auftrag von zwei Anstrichen Sapalac II.
4. Auftrag eines 60 cm breiten Sohle-anstriches mit Sapalac II.

Die bei der Montage entstandenen unvermeidlichen Beschädigungen des Rostschutzes wurden nachträglich sorgfältig ausgebessert. Die Durchführung dieser Rostschutzarbeiten wurde einer hierfür geeigneten Firma übertragen, welche auch die notwendigen Hangare, die Kompressoren, Druckluft- und Ventilationsleitungen, sowie die erforderlichen Beleuchtungs- und Heizeinrichtungen zu stellen hatte. Durch die umfangreichen und kostspieligen Aufwendungen zum Schutze der inneren Rohroberfläche wurde angestrebt, vorzeitige Abnützungen und Reparaturen mit entsprechenden Betriebsunterbrüchen auf lange Sicht zu vermeiden.

Die von der Zentrale Führen zum Stollenfenster Schaffeln führende Gegendruckleitung wurde als gepanzerter Schrägschacht von 515 m Länge und 1700 mm Lichtweite ausgeführt. Für die Rohre verwendete man ebenfalls alterungsbeständige Feinkorn-Stahlbleche mit einer Mindestzugfestigkeit von 33 bis 56 kg/mm<sup>2</sup>. Der Berechnung der Wandstärken legte man eine maximale Ringspannung von 60 % der Streckgrenze und einen Abrostungszuschlag von 2 mm zugrunde. In Berücksichtigung allfälliger Druckschwingungen hoher Frequenz wurde der Fels als nicht tragend angenommen. Auf Grund dieser Annahme ergaben sich Wandstärken von 15 bis 10 mm, die von unten nach oben abnehmen. Die einzelnen Rohre wurden im Werk einer Kaltwasserdruckprobe bei einem Druck, der 60 % der Streckgrenze entsprach, unterworfen. Nach beendeter Montage fand eine Druckprobe des gesamten Druckschachts statt.

## Das Ton-Product «Leca»

DK 666.7

Im Frühling dieses Jahres konnte die AG Hunziker & Cie. in Olten das erste schweizerische Leca-Werk dem Betrieb übergeben, nachdem dieses Produkt in den skandinavischen Ländern, in Deutschland und England schon seit einigen Jahren eingeführt ist.

Leca ist ein Ton, der bei Temperaturen über 1100° C gebrannt wird und demnach vollkommen anorganisch und zeitbeständig ist. Während des Blähvorganges im Drehofen entstehen in den einzelnen Tonkörnern unzählige kleine Zellen. Diese sind untereinander durch dünne Tonwände getrennt, so dass keine durchgehenden Hohlräume vorhanden sind. Leca kann sich deshalb nicht wie ein Schwamm oder wie ein Faserknäuel mit Feuchtigkeit vollsaugen. Dank der vielen Hohlräume im Innern eines Kornes ist Leca auch sehr leicht. Dabei besitzen die einzelnen Körner trotzdem eine erstaunliche Eigenfestigkeit. Grobes Leca wiegt lose geschüttet nur rd. 300 bis 350 kg/m<sup>3</sup>. Die Wabenstruktur im Leca-Korn erklärt die hervorragende Isolierfähigkeit dieses Materials. Die Wärmeleitzahl  $\lambda$  des lose geschüttete Leca beträgt rd. 0,08 bis 0,09 kcal/mh °C.

Es eignet sich vorzüglich als Füllmaterial bei Zweischalenmauerwerken, Zwischenböden, Dachböden und Deckenaufschüttungen bei Flachdachkonstruktionen und ähnlichen Arbeiten. Weiterhin können beispielsweise Leitungskanäle mit losem Leca aufgefüllt werden, so dass eingelegte Rohre gut isoliert und doch jederzeit leicht zugänglich sind. Nachträgliche Schweissungen lassen sich ohne jegliche Brandgefahr und ohne Auspacken des ganzen Kanals durchführen. An bestehenden Bauten lassen sich mit

Der Druckschacht weist im untern, flachen Teil eine Neigung von 6 ‰ und in der Steilstrecke eine solche von 62 % auf. Im Stollen ist ein Montagegleis von 600 mm Spurweite verlegt. Die Rohre von je 2 t Gewicht und einer Länge von rd. 5 m wurden in der Flachstrecke von der Zentrale her eingeführt und in der Steilpartie mit einer Winde von oben her abgelassen. Die Montage begann beim Kniestück und wurde so durchgeführt, dass in beiden Richtungen täglich ein Stoss montiert werden konnte. Zur Vornahme von Injektionen nach erfolgtem Einbetonieren wurden die Rohrschüsse etwa alle 1,5 m mit einem Injektionsgewindeloch von 1 1/4" G versehen.

Im Gegensatz zur Druckleitung erfolgte der Rostschutzanstrich des Druckschachtes erst nach beendeter Montage, bzw. nach den Injektionen und Dichtheitsproben. Der Aufbau des Rostschutzes ist der selbe wie für die Druckleitung, mit Ausnahme des 3. Sapalac II-Anstriches, der auf einer Sohlenbreite von 1 m aufgetragen wurde. Ausserdem wurde im Rohrrinnen eine Dekametrierung in Al-Bronze angebracht. Sämtliche Einrichtungen, Apparate und Gebrauchsmaterialien waren vom Unternehmer zu liefern, während von der Bauherrschaft eine Stollenkonditionierungsanlage mit Wasserabscheider und Hauptventilator für eine Kälteleistung von etwa 100 000 kcal/h und eine Luftförderung von 6 m<sup>3</sup>/s zur Verfügung gestellt wurde.

Am oberen Ende des Gegendruckschachtes befindet sich das Wasserschloss Schaffeln mit Apparatkammer, in welcher eine Drosselklappe von 1700 mm Nennweite als Sicherheitsabschlussorgan eingebaut ist. Das Wasserschloss Schaffeln weist, ähnlich wie das Wasserschloss Kapf der Zentrale Innertkirchen I, einen Schrägschacht und einen unten gedrosselten Vertikalschacht auf, an welchem der rd. 800 m lange, mit einer betonierten Sohle versehene Fensterstollen zum bestehenden Gadmertollen anschliesst.

Als drittes Wasserschloss ist das bereits erwähnte Ueberfallwasserschloss am Ende der Pumpenzuleitung eingebaut, welches die durch die verschiedenen Betriebsbedingungen verursachten Druckschwankungen auf der Zulaufseite der Pumpe aufzunehmen hat.

*Schluss folgt*

Leca viele zusätzliche Isolationen anbringen oder unerwünschte Hohlräume ausfüllen (und sei es auch nur zur Verhinderung von Mäusenestern).

Als Beton-Zuschlagsstoff an Stelle von Kies lässt sich Leca sehr gut zu Leca-Beton verarbeiten. Loses Leca ist normalerweise in drei verschiedenen Kornabstufungen (0—3, 3—10, 10—20) erhältlich, so dass für jeden Verwendungszweck die entsprechende Kornzusammensetzung mit der nötigen Zementdosierung den Bedürfnissen angepasst werden kann. Wir unterscheiden den Leca-Isolationsbeton und den Leca-Leichtbeton.

**Leca-Isolationsbeton** als Einkornbeton ist leicht und gut isolierend; das Raumgewicht beträgt 600 bis 700 kg/m<sup>3</sup>, die Wärmeleitzahl  $\lambda$  liegt bei 0,12 bis 0,14 kcal/mh °C und nach 28 Tagen werden Druckfestigkeiten von 15 bis 40 kg/cm<sup>2</sup> erreicht. Als Anwendungsgebiete sind zu nennen: Gefällsbeton, Ueberbeton auf Flachdächern, Hintermauerungen, isolierende Böden z.B. in Ställen.

**Leca-Leichtbeton** eignet sich überall dort, wo erhöhte Ansprüche an die Festigkeit gestellt werden. Bei richtiger granulometrischer Zusammensetzung lassen sich Festigkeiten von 100 bis 160 kg/cm<sup>2</sup> erzielen, bei einem Raumgewicht von 900 bis 1100 kg/m<sup>3</sup> und einer Wärmeleitzahl  $\lambda$  von 0,18 bis 0,24 kcal/mh °C. Mit Sandzusatz können, allerdings auf Kosten des Gewichtes, noch höhere Festigkeiten erreicht werden. Leca-Leichtbeton lässt sich gut armieren und kann bei Berücksichtigung der statischen Berechnung im Ortsbetonbau für Mauern, Böden, Decken usw. verwendet werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ergibt sich dort, wo von einem Beton keine allzugrossen Festigkeiten gefordert werden, wo man aber dank dem geringen Raum-