

Zeitschrift: Illustrierte schweizerische Handwerker-Zeitung : unabhängiges Geschäftsblatt der gesamten Meisterschaft aller Handwerke und Gewerbe

Herausgeber: Meisterschaft aller Handwerke und Gewerbe

Band: 43 (1927)

Heft: 43

Artikel: Ein Besuch bei den Oberhasli-Kraftwerken [Schluss]

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-582078>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein Besuch bei den Oberhasli-Kraftwerken.

(Originalbericht.)

(Schluß.)

Was nun die wichtige Frage der Bewertung der Winterenergie des neu im Bau begriffenen Kraftwerkes anbetrifft, so kommt nicht nur die hier selbst erzeugte Kraft, sondern auch die veredelte Abfallenergie der bestehenden Werke in Betracht. Mit der bloßen Berechnung der Gesehungskosten ist daher die Frage der Wirtschaftlichkeit verschiedener Projekte noch nicht endgültig beantwortet. Dieser Gesichtspunkt ist umso höher anzuschlagen, als wir hier vor einer „vollständigen Akkumulationsanlage“ im reinen Sinne des Wortes stehen, die wie Barberine und Lüntsch eine das ganze Jahr hindurch gleichbleibende Wasserausnützung gestatten. Im Gegensatz hierzu bedingen die „Winterakkumulationswerke“ Ritom, Wägital und andere eine vermehrte Wasserentnahme im Winter.

Mit der Staucote 1920 m für den 100,000,000 m³ fassenden Grimselsee und von 1870 m für den 13,000,000 Kubikmeter haltenden Gelmersee gelingt es, einen 24-stündigen Jahresausgleich der Wasserausnützung von 7,53 m³/sek. zu erzielen. Bei dieser Staucote geht, wenigstens in einem Normaljahr, kein anderes Wasser verloren, als dasjenige, das konzeptionsgemäß im Aarebett verbleiben muß. Dieser hydrologischen Berechnung liegt eine 7-jährige Beobachtungsperiode von Pegeln und Sinnigraphen zu Grunde. Der Pegel Rhätenschboden, unmittelbar unter der nun im Bau begriffenen großen Spitalamm Sperre gelegen, ergibt einen mittleren Abfluß aus dieser Zeitperiode von 6,72 m³/sek., wovon einige relativ verschwindend geringe Verluste abzuziehen sind.

Die Wasserverluste haben drei Ursachen:

1. Die Verdunstung, welche im ungünstigsten Fall 1,050,000 m³ pro Jahr, das heißt 0,033 m³/sek. oder 0,44 % der Wasserzuflüsse betragen wird.
2. Die Eisbildung, für welche 0,50 % der zuzustromenden Wassermenge zu rechnen ist.
3. Die Versickerung, an der Sohle und den Flanken der Staubecken, der Talsperren und der Druckstollen ist auf Grund der geologischen Gutachten zu 0,10 m³/sek. oder 1,45 % der Wasserzuflüsse berechnet worden.

Insgesamt erreichen somit die Wasserverluste rund 2,5 % der zuzustromenden Wassermenge. Interessieren mag, daß in letzter Stunde der Ausbau des Werkes ohne Gelmersee-Staumauer vorgeschlagen wurde, und zwar auf Grund von Vergleichsrechnungen der produzierfähigen Kilowattstunden bei Annahme einer Staucote von 1920 m für den Grimselsee, und von alternativ 1870 m für den gestauten und von 1828 m für den ungestauten Gelmersee. Diesen Vorschlägen ist indessen — wie es uns scheint mit Recht — keine Folge gegeben worden.

„Wir wüßten in unserm Schweizerland keinen Ort, der sich besser als das Oberhasli zur Anlage großer Staubecken eignen würde“ — so haben die geologischen Experten Heim, Arbenz und Lugeon geurteilt, und ihr Befund ist heute bereits bestätigt worden, daran lassen die ausgeführten Sondierstollen unter der Aare im Bereich der Spitalamm Sperre keine Zweifel zu. Für das Falllassen des zweistufigen Projektes Narutowicz war die Tatsache ausschlaggebend, daß vom geologischen Standpunkt aus der obere Teil der zweistufigen Anlage „unausführbar“ erschien. Dem dreistufigen Projekt ist es gelungen, sich in erster Linie den von der Natur gegebenen geologischen Verhältnissen anzupassen, die man bei Strafe schwerer Enttäuschungen nicht ignorieren darf. Die Druckstollen der dreistufigen Anlage vermeiden die

geologisch ungünstigen Strecken unter den Mittagsflühen und ebenso die erfahrungsgemäß gefährlichen Kontaktzonen zwischen Granit und Kalk, oder im weiteren Sinn zwischen den Urgesteinen und den Sedimenten. Gefährlich sind diese Kontaktzonen deshalb, weil sie in der Regel große Wassermengen führen. Der Nachteil der dreistufigen Anlage ist nun allerdings die Notwendigkeit, die Hochspannungsleitung ab Zentrale Handeck auf der Strecke bis nach Guitannen hinunter in ein lawinengefährliches Gebiet zu verlegen. Diese Schwierigkeit wurde dadurch umgangen und gegenstandslos gemacht, daß hier keine Freileitung, sondern ein Kabelstollen projektiert wurde, der allerdings bedeutende Mehrkosten verursacht. Dieser Stollen erhält übrigens ein kleines Bahngleise, auf dem ein Akkumulatorenwagen im Winter einen raschen und ungefährdeten Zugang zum Kraftwerk Handeck ermöglicht. Wenn die Grimselstraße durch Lawinengefahr gesperrt ist, wird dieses Stollengeleise nicht nur zum bequemeren und rascheren, sondern zum einzig möglichen Verkehrsmittel mit der Zentrale der obersten Kraftstufe.

In diesem Zusammenhang mögen einige Erläuterungen über die wichtigsten Bauobjekte der Oberhaslianlagen am Platze sein:

Die große Talsperre an der Grimsel (Spitalamm) erfordert mit dem Stauziel von 1920 Meter Meereshöhe eine Konstruktionshöhe an der tiefsten Stelle des Aarebettes von 120 Meter. Dieses ungeheure Bauwerk ist als „reduzierte Schwergewichtsmauer“ projektiert worden und wird als solche ausgeführt, das heißt unter Berücksichtigung der seitlichen Einspannung zwischen der linken Tallehne und dem Grimsel Nollen. Letzterer ist ein unabgehobelter Rest der Diluvialzeit, deren Gletscher diesen mitten im Tal gelegenen Granitbänke stehen ließen. Er ist es, der heute die natürliche Talsperre des Grimselsees bildet. Zu seiner Linken schließt sich die große Spitalamm-, rechts die kleine Seeuferreggsperre an seine Flanken an, von denen beide ihre Seitenwiderlager an den steil abfallenden Granitfelsen der Hänge des Haupttales finden. Sohlen und Flanken dieser beiden Sperren, wie übrigens auch jener des Gelmersees, werden in den anstehenden Granit eingesprenzt und sämtliche sich zeigenden Risse und Klüfte, wie sie in jedem Urgestein vorkommen, mit flüssigem Zementbrei unter Druck möglichst vollkommen gedichtet. Auch bezüglich der Talsperren ist das Projekt Narutowicz fallen gelassen worden. Aus Gründen erhöhter Vorsicht kommen die von ihm vorgesehenen großen Sparräume in Wegfall. Obwohl bei der engen Spitalamm eine „reine Bogenmauer“ hätte in Frage kommen können, wurde dem reduzierten Schwergewichtstypus doch der Vorzug gegeben. Selbstverständlich war es, daß die großen Kronenlängen der Sperren Seeuferregg und Gelmer die Verwendung des „reinen Schwergewichtstypus“ bedingten. Das spezifische Gewicht des Talsperrenbetons beträgt 2,4 t pro Kubikmeter. Die zulässigen Druckspannungen wurden früher für Talsperrenbeton auf maximal 12 kg pro cm² festgesetzt. Dank der bedeutenden Verbesserung der Zementqualitäten nimmt man heute für solche Objekte ohne Bedenken bis zu 35 kg pro cm² an, wobei für diese erheblichen Mehrbelastungen allerdings auch theoretisch veränderte Anschauungen über das Abscheren des Talsperrenfußes maßgebend sind. Projektverfasser und Experten waren darin einig, vor allem in der großen Grimselsperre „Baufugen“ offen zu lassen, bis die durch Abbindung des Betons erzeugten Temperaturschwankungen dem thermischen Gleichgewicht der Mauer Platz gemacht haben. Unter Berücksichtigung der seitlichen Einspannung, wurde die Basisbreite der großen Grimseltalsperre auf 60 % der Höhe bemessen. Mit der Reduktion der Basisbreite weiter zu gehen, verboten

Gründe erkenntnistheoretischer und bautechnischer Vorsicht; denn die Anwendbarkeit der Elastizitätstheorie ist für sehr dicke Gewölbe und Balken noch nicht einwandfrei nachgewiesen. In diesem Zusammenhang wird interessieren, daß auch eine „dünnwandige Bogenmauer“ mit nur 30 % Basisbreite der Höhe eingehend untersucht, für das Stauziel 1920 m jedoch als ungeeignet fallen gelassen wurde. Eine Bogensperre im engeren Sinn konnte an der Grimsel nicht verwendet werden, weil in den oberen 10 m der Mauer die Widerlager zu weit voneinander entfernt sein würden. Der Bogen hätte daher eine zu große Spannweite erhalten, wodurch er entweder unwirtschaftlich geworden wäre, oder dann nicht mehr im Rahmen vollkommener Bau- und Betriebssicherheit hätte gehalten werden können. Daß solche Konstruktionen im Ernst nicht in Frage kommen konnten, versteht sich von selbst. Für die Dauerhaftigkeit der drei Talsperren Spitalamm, Seeuferegg und Gelmersee wird wesentlich sein, daß sie alle mit Granitquader verkleidet werden, womit die atmosphärischen und Witterungseinflüsse auf den Beton des Mauerkerne ausgeglichen sind.

Die Druckstollen, wie die Talsperren, lebenswichtige Bauobjekte, werden überall so tief in das Berginnere verlegt, daß ihr kürzester Abstand von der Talflanke mindestens der Höhe der Wassersäule entspricht, unter welcher der Stollen arbeiten muß. Der Hauptstollen Grimselsee—Gelmersee erhält auf seiner Gesamtlänge von 5250 m eine durchgehende Sohlenneigung von 1 Promille. Der Querschnitt des Stollens erhält eine lichte Weite von 2,50 m, mit 0,25 m Betonverkleidung in den nicht armierten und 0,50 m in den armierten Strecken. Die armierten Strecken sind nach den allgemein gültigen Beanspruchungen berechnet, nämlich mit 15 kg pro cm² für den Beton und mit 1000 kg pro cm² für das Eisen. Ein Drainagerohr unter der Stollensohle, mit Ausmündungen bei den durch Türen abschließbaren „Stollenfenstern“ an den Talflanken, sichert jederzeit eine ausreichende Entwässerung für „Bergschweiß“ und Gebirgswasser. Die armierten Strecken des Druckstollens erhalten auf der Außenseite, satt am Felsen anliegend, einen „Druckring“ aus gewöhnlichem Beton, und unmittelbar an ihn anschließend einen „Zugring“ mit spiralenförmiger Eisenarmierung, welcher mit der „Zementkanone“ betoniert wird. Endlich erhält die Wasserseite des Zugrings, das heißt die Innenfläche des Druckstollens, einen wasserdichten Glatzstrich. Der Stollen Grimselsee—Wasserschloß Handeck wird in seiner untersten Sektion unter einem maximalen Druck von 100 m Wassersäule, das heißt einem Druck von höchstens 10 Atmosphären stehen. Der vom Grimselsee herkommende Stollen mündet nicht in den Gelmersee, sondern denselben durchquerend direkt in das Wasserschloß der Kraftzentrale Handeck. Die beiden letztgenannten Bauobjekte werden miteinander verbunden durch den Druckschacht, der eine Höhendifferenz von 515 m überwindet. Mit 72 % Sohlenneigung vom Wasserschloß abfallend, geht die Niveleite in der Nähe der Talsohle in 8 % Gefälle über und mündet in üblicher Weise in die freiliegenden Druckrohre aus, welche ihrerseits in die Turbinenkammern einmünden. In der Strecke, wo kein schützender Felsmantel den Widerstand der Rohrwandungen unterstützt, erhalten die Druckrohre in kurzen Abständen bis zu 8 cm dicke Stahlbänder als Armierung. In der Felsstrecke erhält der Druckschacht eine vollkommene und durchgehende Panzerung vermittelt Stahlrohren von 2,30 m lichter Weite. Da sie eine Länge von 12 m besitzen, ergibt sich für jedes Stück ein Gewicht von rund 10 t in der untern Sektion mit dickwandigeren Rohren, und von rund 8 t in den oberen Druckschachstrecken. Die Rohre

werden an den Stoßfugen elektrisch geschweißt, und der Hohlraum zwischen Rohr und Felswand mit Beton ausgefüllt. Zudem wird auch hier Zementmilch unter Druck in die Betonhinterfüllung eingespritzt, bis Stahlrohr, Beton und Felsen sozusagen eine einheitliche Masse bilden. Im Anschluß an den Druckschacht sind ein paar Worte über das Baukraftwerk Gelmersee am Platz. Das Projekt Narutowicz sah verschiedene Baukraftwerke vor, da der Strommarkt zur Zeit der Aufstellung jenes Projektes sehr knapp war. Diese Verhältnisse haben inzwischen eine etwelche Entspannung erfahren, so daß mehrere Baukraftwerke heute nicht mehr wirtschaftlich sind. Berechnungen haben ergeben, daß zur Durchführung der ersten Bauetappe 17—18 Mill. kWh erforderlich sind, die nun zum großen Teil aus dem Netz der B. R. W. bezogen werden. Allein Lawtnegefahr hat immerhin den Bau eines Reservekraftwerkes nahegelegt, das am Gelmersee angelegt wurde und schon längst im vollen Betrieb ist. Daneben sind natürlich noch von Unternehmern zahlreiche kleinere Kraftquellen lokaler Bedeutung angelegt, die wir hier nicht alle aufzählen können.

Die Transportanlagen sind ebenfalls zu den lebenswichtigen Objekten eines großen Bauareals zu zählen, das im vorliegenden Fall sich auf eine Länge von 25 km erstreckt. In der Talsektion steht ab S. B. W. Station Meiringen eine meterspurige Dampfbahn zur Verfügung, die mit Kollschemeln auch das direkte Anführen von Normalspurigen Güterwagen bis Innertkirchen gestattet. Die von hier bis zur Grimselhöhe führende Luftkabelbahn wird im Maximum der Bauzeit jährlich 36,000 t, täglich somit also rund 100 t zu fördern haben. Der Schwerpunkt ihrer Aufgabe liegt in den riesigen Zementtransporten, welche die Materialkabinen besorgen müssen. Die Einzelladung jeder Kabine beläuft sich auf maximal 700 kg und die Kisten folgen sich alle 100 Sekunden, so daß theoretisch in 16 Arbeitsstunden 400 t gefördert werden können.

Als weiterer Transportweg steht die Grimselstraße zur Verfügung, die vorzugsweise den Massen- und Schwergewichtstransporten dient, für welche die Luftkabelbahn ungeeignet ist.

Finanzielles.

Saut Konzessionsbedingungen fallen alle Anlagen mit Ausnahme von Grund und Boden, der mechanischen und maschinellen Installationen und der Personalwohnhäuser nach Ablauf der Konzessionsdauer von 80 Jahren unentgeltlich dem Staat Bern anheim. Die heimfälligen Anlagen müssen daher innert 80 Jahren amortisiert werden. Hierfür berechnet das Projekt eine Tilgungsquote von 0,18 % des Anlagekapitals. Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang eine übersichtliche Darstellung der Unterhalts- und Amortisationsquoten für die verschiedenen Objekte, die ihrer Natur nach begreiflicherweise weit voneinander abweichen.

Einlagen für Unterhalt und Erneuerung von Bauobjekten:

Asphaltlack, Eisenlack

Ebol (Isolieranstrich für Beton)

Schiffskitt, Jutestricke

roh und geteert

[5059]

E. BECK, PIETERLEN

Dachpappen- und Teerproduktefabrik.

	Unterhalt in %	Erneuerungsfonde		Totaleinlage in %
		Lebensdauer Jahre	Einlage in %	
1. Tiefbauarbeiten (Calsperren, Stollen etc.	0,50	80	0,18	0,68
2. Druckrohre	1,00	40	1,05	2,05
3. Maschinen- und Schalt- Häuser	0,25	—	1,05	1,30
4. Turbinen	2,00	—	2,00	4,00
5. Generatoren	2,00	—	2,00	4,00
6. Transformatoren	2,50	—	2,50	5,00
7. Schaltanlagen	3,00	—	3,00	6,00
8. Lichtanlagen, Krane, Werkzeuge, Diverses	2,00	—	1,00	3,00
9. Elektrische und ma- schinelle Einrichtungen (Mittelwert)	—	—	—	4,60
10. Wohnhäuser	1,00	—	1,00	2,00
11. Übertragungsleitung	2,00	—	3,00	5,00

Die Gesehungspreise der Energie,

wie das Projekt selbst von zahlreichen Spezialexperten überprüft, sind mit folgenden Ansätzen ermittelt worden.

	Betriebskosten Fr.	Energieproduktion in kWh ab Tonnentürchen in Cransitspannung kWh		Einheitspreis in kWh Svp.
1. Kraftwerk Handeck	7,277,000	237,000,000	3,64	
2. Kraftwerk Boden (als Zusatz)	2,753,000	208,000,000	1,52	
3. Kraftwerk Innert- kirchen (als Zusatz)	2,039,000	137,000,000	1,79	
Alle drei Kraftwerke zusammen:	12,069,000	582,000,000	2,46	

Der oben erwähnte Gesehungspreis pro Kilowattstunden versteht sich als Durchschnitt bei gleicher Bewertung von Winter- und Sommerstrom. Nimmt man den Wert des ersten zum letztern wie 1 : 1/2 an, so ergeben sich daraus ohne weiteres die Selbstkostenpreise für Winter- und Sommerenergie. Wenn man die Gesehungskosten anderer zur Zeit im Bau begriffener schweizerischer Werke zum Vergleich heranzieht, so kommt man zum Schluß, daß wir in den Oberhasliwerken einen durchaus marktfähigen Strom erhalten werden. Das haben auch Experten anerkannt, die nicht bloß neutral waren, sondern die sogar Konkurrenzkonzernen angehören.

Die Gesehungspreise pro Kilowattstunde sind bei Fluß Niederdruckwerken allerdings bedeutend geringer, als bei Hochdruck-Akkumulierungsanlagen. Dafür ist jedoch die Qualität dieser Dauerproduktion bedeutend geringer als bei den Hochdruck Speicherwerken. Aus diesem Grunde werden die Niederdruckanlagen durch kalorische Reserven ergänzt, oder — wie Beznau-Lönsch — mit Speicherwerken parallel geschaltet. Durch diese ergänzenden Anlagen erhöht sich aber selbstverständlich auch der mittlere Gesehungspreis. Nicht berücksichtigt ist in den Selbstkosten der Kraftwerke Oberhasli der volkswirtschaftliche und kommerzielle Gewinn, den zahlreiche Werke von Interlaken bis Basel aus der Erhöhung der künftigen Winterwassermenge um 6,0 m³/sek. ziehen werden. Wir verweisen hierüber auf die oben dargestellte Tabelle. Was die den B. R. W. gehörenden Werke anbetrifft, so kommt dazu der weitere Vorteil, daß durch Parallelschaltung die Jahresausnützung der betreffenden Werke um jährlich 40—50 Millionen Kilowattstunden erhöht wird. Im Gegensatz zu den bisherigen Anlagen der B. R. W., sind aber die Oberhasliwerke jederzeit imstande, in unbeschränkter Weise Spitzenkraft liefern zu können. Gerade darin liegt ihr eminentester Vorteil, der dem Gesamtneß erst seine volle Bedeutung geben wird.

In einem folgenden Artikel werden wir über die unmittelbaren Eindrücke berichten, den die gegenwärtigen Bauarbeiten auf den Fachtechniker machen, und zum Schluß unseres heutigen Artikels geben wir den Grundplan für die Finanzierung des Riesenwerks der ersten Ausbaustufe dieser genialen Kraftzentralen im Oberhasli.

Die Finanzierung der Grimselwerke.

	Fr.
1. Apports der Bernischen Kraftwerke (Berrechnung der bisherigen Studien, Arbeiten und Landerwerbskosten)	5,000,000
2. Obligationenanleihen der B. R. W., das sich ohne weiteres auf den heutigen Bestand des Aktienkapitals stützen kann	12,000,000
3. Erhöhung des Aktienkapitals der B. R. W. vom Kanton Bern gänzlich übernommen	12,000,000
4. Einzahlung aus der laufenden Verwaltung der B. R. W.	1,000,000
5. Totales Aktienkapital	30,000,000
6. Sukzessive Bankcredite, die später umgewandelt werden in ein Obligationenkapital in der Höhe von	52,500,000
Gesamtsumme der Finanzmittel	82,500,000

Baukostenvoranschlag der ersten Kraftstufe Grimsel—Handeck . 82,500,000

Neben dem Bautechniker, kommt bei einer industriellen Anlage vom Umfang der Oberhasliwerke auch der Finanztechniker reichlich zu Wort. Er gibt in der Regel sogar den Ausschlag darüber, ob gebaut werden soll und die Finanzen flüssig gemacht werden können. Auch bei den Grimselwerken ist es so gegangen, und wenn der nüchterne Finanzmann von der „Bauwürdigkeit“ dieser Riesenanlage nicht überzeugt gewesen wäre, so würde man im Oberhasli heute noch die weltfremde Bergeinsamkeit der vergangenen Jahre und Jahrhunderte antreffen.

Volkswirtschaft.

Die Schweiz und die Festsetzung von Mindestlöhnen. Der Bundesrat hat zuhanden des internationalen Arbeitsamtes eine Antwort auf den Fragebogen betreffend das Verfahren zur Festsetzung von Mindestlöhnen gegeben. Was die internationale Regelung der Frage betrifft, so ist die Stellung der Schweiz die folgende: Es wird anerkannt, daß verschiedene Gründe für einen solchen Versuch sprechen; allein man darf die Schwierigkeiten einer internationalen Regelung nicht verkennen. Jedenfalls läßt sich nicht ein in einem Staate bisher unter ganz bestimmten Voraussetzungen erprobtes System ohne weiteres auf andere Staaten übertragen. Eine internationale Regelung muß sich daher zurzeit mit der Aufstellung etniger weniger allgemeiner Grundsätze begnügen.

Nach Ansicht der schweizerischen Regierung sollte ein Beschluß der Arbeitskonferenz ungefähr folgende Grundsätze enthalten: 1. Jedes Mitglied hat durch geeignete Vorkehrungen die Möglichkeit zu schaffen, Mindestlöhne festzusetzen in Erwerbszweigen oder Teilen von solchen, in denen die Löhne außerordentlich niedrig sind und eine wirksame Regelung derselben auf Grund freier Vereinbarung nicht zu erreichen ist. 2. Jedem Mitglied ist vorbehalten, die Erwerbszweige, in denen Mindestlöhne festgesetzt werden sollen, sowie das anzuwendende Verfahren selbst zu bestimmen. 3. Jedes Mitglied hat die nötigen Einrichtungen zu treffen, um eine tatsächliche Anwendung der festgesetzten Mindestlöhne zu gewährleisten. Ein solcher Beschluß könnte sowohl in die Form