Die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Aare vom Quellgebiet bis zum Bielersee

Autor(en): **Affolter, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **49 (1957)**

Heft 7-9

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920838

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

On s'est donc demandé s'il ne serait pas possible d'utiliser les moyens modernes dont on dispose actuellement pour résoudre plus élégamment ces calculs. Après avoir examiné diverses possibilités, c'est à l'utilisation d'une machine du type analogique que s'arrêta notre service; celle-ci a été construite par l'Institut de mathématique appliquée de l'EPF. Pour un autre de nos grands lacs naturels, c'est au moyen d'une machine à cartes perforées que les mêmes calculs — à vrai dire beaucoup plus simples puisqu'il ne s'agit que d'un seul lac — sont en cours d'exécution.

Si l'utilisation toujours plus intensive de nos lacs, de leurs émissaires et de leurs rives nécessite la mise au point de règlements toujours plus raffinés et par conséquent des études préliminaires toujours plus poussées, il est heureux que le développement de la science et de la technique mettent à disposition de nouveaux moyens facilitant l'exécution de ces travaux.

Bibliographie:

Peter A., Die Juragewässerkorrektion, Bern, 1922.

Baudirektion des Kantons Bern, Die Wehranlage Port, Bericht der Bauleitung, Bern, 1945.

Quartier A., Le lac de Neuchâtel. Mémoires de la Société neuchâteloise de géographie, Vol. 1, Neuchâtel, 1948.

Chavaz F., Une machine à calculer le régime des lacs subjurassiens. «Cours d'eau et énergie», 43ème année, No 12, décembre 1951.

Chavaz F., La nouvelle correction des eaux du pied du Jura et l'aménagement des forces hydrauliques du bassin de la Sarine. Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles. Vol. 43 (1953).

Chavaz F. et Baer M., La nouvelle correction des eaux du pied du Jura. Bulletin technique de la Suisse romande, 81ème année, No 21—22, 20 octobre 1955.

Die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Aare vom Quellgebiet bis zum Bielersee

Ing. *P. Affolter*, Bernische Kraftwerke AG, Bern

a) *Aare von der Grimsel bis zum Brienzersee*

Es gibt in den Alpen kaum ein Gebiet, das so viele Vorzüge für den Bau von Akkumulierwerken bietet wie das Haslital: topographisch günstige, hochgelegene Talmulden in einwandfreiem, festem und undurchlässigem Gestein, große, mit Gletschern reichlich versehene und unbesiedelte Einzugsgebiete sowie konzentrierte Gefälle.

Schon im Jahre 1905 sind für die verfügbaren, großen Wasserkräfte von der Grimsel bis Innertkirchen Interessenten aufgetreten, einerseits der Industrielle Müller-Landsmann, der beabsichtigte, die dortigen Eisenerze elektrisch zu verhütten und andererseits die Bernische Kraftwerke AG (BKW), (bzw. die vereinigten Kander- und Hagneckwerke, wie die Firma damals hieß), welche auf Initiative ihres Begründers und damaligen Direktors Ed. Will diese günstigen Wasserkräfte für die allgemeine Energieversorgung sichern wollten. Der Regierungsrat des Kantons Bern erteilte am 7. März 1906 die Konzession an die BKW, die bis zum Bau der ersten Stufe Handeck I in den Jahren 1925 bis 1932, also während etwa 20 Jahren, die Projekte in geologischer, hydrologischer und bautechnischer Beziehung abklärten oder durch Experten abklären ließen.

Von der am 20. Juni 1925 gegründeten Tochtergesellschaft Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) wurden seither die folgenden Werke erbaut:

Handeck I	1925 bis 1932
Innertkirchen	1940 bis 1942 (erweitert 1946 bis 1952)
Handeck II	1947 bis 1950 (erweitert 1957)
Oberaar	1951 bis 1954

Die meistenteils stark vergletscherten Einzugsgebiete und die mittleren Abflußmengen, welche für die Energieerzeugung der KWO-Werke in Betracht fallen, betragen:

	Oberfläche km²	Mittl. jährl. Abflußmengen Mio m³/Jahr
Oberaar, Unteraar, Gelmersee	111,5	241
Rätherichsboden und Gauli	64,3	128
Handeck, Gadmental	102,7	228
Total	278,5	597

Zum Ausgleich der Sommer- (etwa 90 %) und der Winterabflüsse (etwa 10 %) wurden die folgenden Akkumulieranlagen erstellt:

Stauanlage	Stauziel m ü. M.	Nutzinhalt Mio m³	Energieinhalt GWh	Mauerkubatur 1000 m³
Grimsel	1909,54	100	275	408
Gelmersee	1850,24	13	36	81
Rätherichsboden	1767,00	27	70	278
Gauli-Mattenalp	1875,50	2	5	11
Totensee	2160,00	2,5	7	4
Trübtensee	2365,24	1	4	1
Oberaar	2303,00	58	218	500
	Total	203,5	615	1283

Die Bruttogefälle, Ausbauwassermengen und installierten Turbinenleistungen der Werke betragen:

Kraftwerk	Anzahl Maschinen	Leistung pro Maschine PS	Total Leistung PS	Brutto-Gefälle m	Ausbau-Wassermenge m³/s
Oberaar	1	42 000	42 000	532	7,5
Handeck I	4	30 000	120 000	547	20,3
Handeck II	4	41 000	164 000	463	31
Innertkirchen	5	65 000	325 000	672	40

Da die natürlichen Zuflüsse zum Stausee Oberaar nicht genügen, um denselben während des Sommers zu füllen, ist in der Zentrale Grimsel eine Speicherpumpe (29 000 PS, 4 m³/s) installiert, die im Sommer etwa 20 Mio m³ Grimselseewasser in die Oberaar befördert.

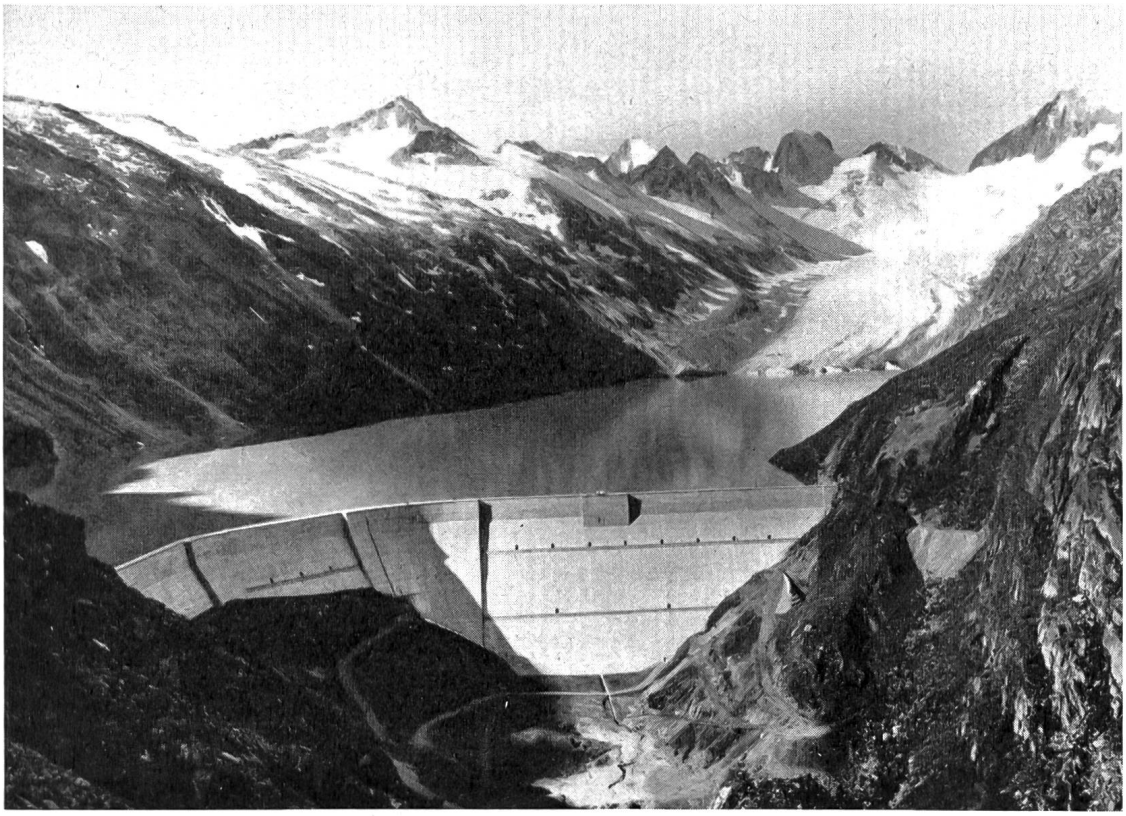


Abb. 1
Staumauer Oberaar, September 1955

In diesen vier Werken kann in mittleren Jahren eine Energiemenge von 1325 GWh erzeugt werden.

In den Jahren 1952/54 wurde die Gadmerwasserzuleitung (15 m³/s) zum Kraftwerk Innertkirchen und diejenige des Gruben- und Bächliwassers zum Stausee Grimsel erstellt.

Gegenwärtig werden von den KWO weitere Kraftwerkprojekte im Gadmer- und Gental studiert.

Außer den KWO besitzen noch folgende Gesellschaften bzw. Gemeinden Kraftwerke im Haslital:

Die Elektrowerke Reichenbach, Meiringen

Schattenhalb I, erbaut 1907/09, hinter dem großen Reichenbachfall

$H^1 = 223$ m, $Q^2 = 2{,}1$ m³/s, $L^3 = 6100$ PS

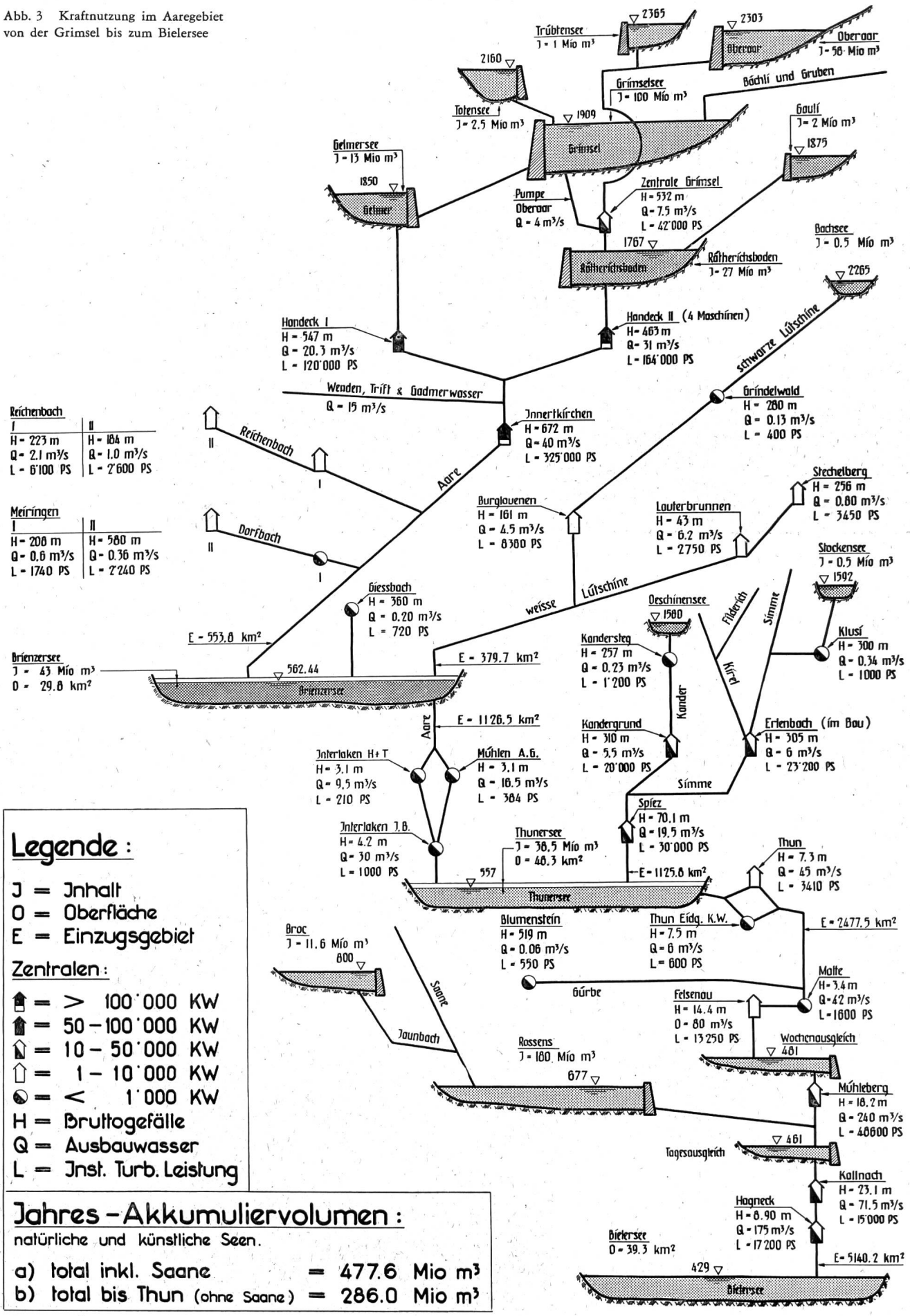
Schattenhalb II, erbaut 1926/27, oberhalb dem Reichenbachfall

$H = 184$ m, $Q = 1$ m³/s, $L = 2600$ PS.

[1] H = Bruttogefälle in m
[2] Q = Ausbauwassermenge in m³/s
[3] L = Installierte Turbinenleistung in PS

Abb. 2 Zentrale Innertkirchen, die erste, 1940/42 gebaute Kavernenzentrale der Schweiz; Aufnahme nach dem Einbau der 5. Maschinengruppe im Mai 1952 (Photo O. E. Gerber, Uerikon)

Abb. 3 Kraftnutzung im Aaregebiet von der Grimsel bis zum Bielersee



Von dieser Firma ist noch ein drittes Laufwerk projektiert
Schattenhalb III, oberhalb Schattenhalb II, mit
$H = 288$ m, $Q = 2$ m³/s, $L = 5300$ PS.

Am Gießbach hat diese Gesellschaft im Jahre 1948 ein kleines Kraftwerk erstellt zur Versorgung des Hotels mit elektr. Energie
$H = 360$ m, $Q = 0{,}20$ m³/s, $L = 720$ PS.

Die Gemeinde Meiringen betreibt 2 Kraftwerke am Alp- bzw. Dorfbach
Meiringen I, erbaut schon 1889
$H = 208$ m, $Q = 0{,}6$ m³/s, $L = 1740$ PS und
Meiringen II, erbaut 1948/49
$H = 580$ m, $Q = 0{,}36$ m³/s, $L = 2240$ PS.

b) *Lütschine*

Das Tal der Lütschine ist für den Kraftwerkbau weit weniger geeignet als das Oberhasli, da die geologischen und topographischen Verhältnisse ungünstig sind.

Die Gemeinde Grindelwald betreibt seit den neunziger Jahren ein Elektrizitätswerk am Mühlebach
$H = 280$ m, $Q = 0{,}13$ m³/s, $L = 400$ PS.

Der Bachsee wird als Winterakkumulierbecken mit etwa 0,5 Mio m³ Inhalt genutzt. Das Gefälle zwischen Bachsee und Wasserfassung Kapf von einigen hundert Metern bleibt unausgenützt.

Die Jungfraubahngesellschaft besitzt zwei Kraftwerke,
Burglauenen an der Schwarzen Lütschine, 1906/1908 erbaut
$H = 161$ m, $Q = 4{,}5$ m³/s, $L = 8380$ PS,
Lauterbrunnen an der Weißen Lütschine, 1895/1898 erbaut
$H = 43$ m, $Q = 6{,}2$ m³/s, $L = 2750$ PS.

Das Kraftwerk Stechelberg des EW Lauterbrunnen, 1906 erbaut, nützt die Sefinenlütschine aus
$H = 256$ m, $Q = 0{,}8$ m³/s, $L = 3450$ PS.

Im Lütschinental sind wohl wegen den eingangs erwähnten wenig günstigen Verhältnissen keine neuen Projekte aufgestellt worden.

c) *Kander und Simme*

Es bestehen in diesem Gebiet folgende Kraftwerke:
EW Kandersteg der Licht- und Wasserwerke, Ausnützung der Quellen vom Oeschinensee
$H = 257$ m, $Q = 0{,}23$ m³/s, $L = 1200$ PS
EW Kandergrund der BKW, erbaut 1908/11
$H = 310$ m, $Q = 5{,}5$ m³/s, $L = 20\,000$ PS
EW Spiez der BKW, erbaut Kanderseite 1897/99, Simmeseite 1906/08
$H = 70{,}1$ m, $Q = 19{,}5$ m³/s, $L = 30\,000$ PS
EW Klusi der Elektrizitätsgenossenschaft Stockensee-Simme, Benützung der Stockenseen als Akkumulierbecken, Inhalt etwa 0,5 Mio m³
$H = 300$ m, $Q = 0{,}34$ m³/s, $L = 1000$ PS.

Im Bau befindet sich gegenwärtig das Kraftwerk Erlenbach der Simmentaler Kraftwerke AG, Nutzung des Kirels und Filderichs
$H = 305$ m, $Q = 6$ m³/s, $L = 23\,200$ PS.

Akkumulierwerke im Kander- und Simmegebiet:

Das topographisch ideale Gasterntal wird gegenwärtig durch Sondierungen, Färbversuche und Wassermessungen auf seine Eignung als Großakkumulierraum von neuem untersucht. Seinerzeit lautete die Ansicht der Geologen über die enge Absperrstelle in der Klus sehr ungünstig. Diese Ansicht wurde durch den Wassereinbruch im Lötschbergtunnel im Jahre 1908 bestärkt.

Im Gamchi, im obern Kiental, auf 1750 m Höhe, ließe sich ein Staubecken von etwa 30—40 Mio m³ Inhalt erstellen. Das Einzugsgebiet ist jedoch klein, und es müßte noch Wasser aus benachbarten Gebieten zugeleitet werden. Das Gefälle bis Thunersee würde fast 1200 m betragen.

Der Oeschinensee auf 1582 m Höhe bildet ein großes natürliches Becken. Der durch einen Bergsturz gebildete durchlässige Abschlußdamm müßte gedichtet werden. Der Stauinhalt würde etwa 40 Mio m³ betragen. Die diesbezüglichen Projekte sind wegen der Opposition von seiten des Naturschutzes nicht weiter verfolgt worden.

Auf der Engstligenalp, einer großen, flachen Mulde oberhalb Adelbodens, ist ebenfalls ein Staubecken von etwa 40 Mio m³ Inhalt projektiert. Das anschließende Gefälle von 800 m bis Adelboden ist sehr konzentriert, und in einer 2. Stufe bis Kandergrund könnten weitere 340 m ausgenutzt werden.

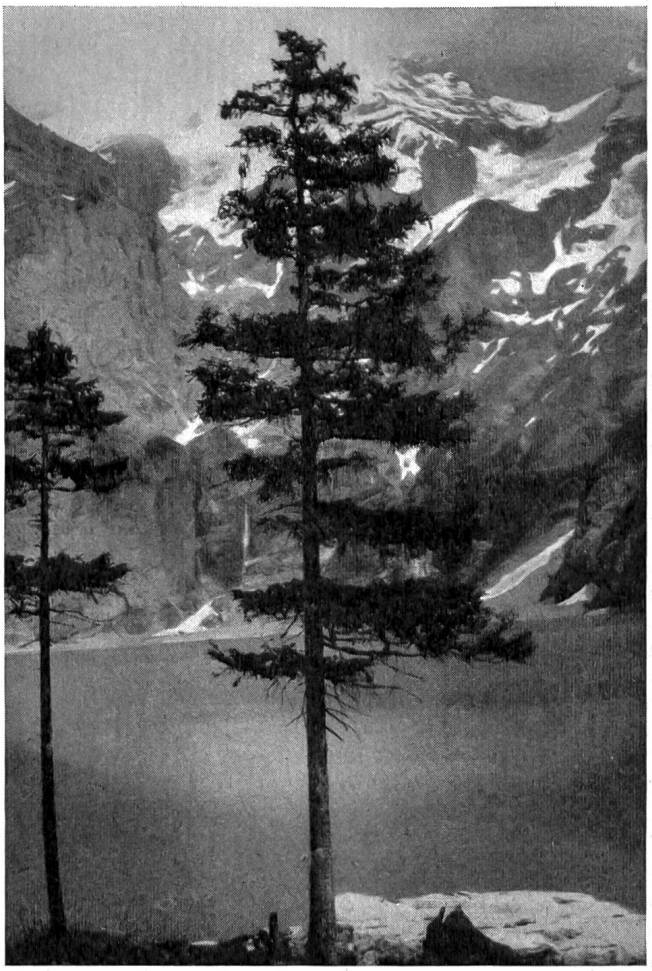


Abb. 4 Der Oeschinensee (Photo Hans Steiner, Bern)

Im obern Simmental, auf der Iffigenalp, auf 1600 m Höhe, ist eine Akkumulierung von etwa 30 Mio m³ möglich. Das Gefälle bis Oberried-Lenk beträgt 530 m.

Weiter wurde vorgeschlagen, die zwei Stockenseen auf einen max. Stauinhalt von 17,5 Mio m³ auszubauen. Bis Erlenbach, in nur 2,8—3 km horizontaler Entfernung, wäre ein Gefälle von 950 m vorhanden. Die natürlichen Zuflüsse zu den zwei Seen aus dem kleinen Einzugsgebiet betragen jedoch nur etwa 2 Mio m³, 15,5 Mio m³ müßten von der Simme hinaufgepumpt werden. Die geologischen Verhältnisse sind zudem recht unsicher, die Becken müßten gedichtet werden.

Ferner sind an der Simme, auf der 24 km langen Flußstrecke zwischen Zweisimmen und Wimmis, drei Laufwerke mit total 290 m Gefälle projektiert. Das unterste, Erlenbach-Simmenfluh, wird wohl in absehbarer Zeit zur Ausführung kommen.

Abb. 5 Am Wohlensee, durch den Aarestau des Kraftwerkes Mühleberg entstanden (Photo Hans Steiner, Bern)

d) *Aare vom Brienzersee bis Thun*

Die im 15. Jahrhundert vom Kloster Interlaken zwecks Ausübung der Fischerei erstellte große Unterseenschwelle bedrohte das Ufergelände fortwährend mit Versumpfung, behinderte die damals noch rege Schiffahrt und gab immer wieder zu Streitigkeiten Anlaß, bis das große Schadenhochwasser vom Jahre 1851 den Anstoß zu eingreifenden Maßnahmen gab. In diese Zeit fällt die Erstellung der Schleusen von Interlaken, wie sie heute noch bestehen. Es folgte die Räumung des Aarebettes. Ihr Resultat war eine Absenkung des Brienzersees um 4—6 Fuß (1,2—1,8 m), die Entsumpfung des Haslitales und des Ufergeländes. Die Überlieferung, daß die Lütschine im 12. Jahrhundert durch die Mönche des Klosters Interlaken in den Brienzersee geleitet wurde, ist eine Legende.

Bei der Seeregulierung sind die Bedürfnisse der einzelnen Interessenten zu berücksichtigen; die Grundbesitzer und Seeanwohner verlangen Reduktion der höchsten Wasserstände und Einhaltung gewisser min. Seestände, die Dampfschiffahrt geht mit obigen Bedürfnissen einig, eine tiefe Absenkung kann die Schiffahrt behindern und die Ländten bei Sturm gefährden. Die Holzroste der Gründungen sollen stets im Wasser bleiben. Die Fischerei beanstandet brüske Wasserspiegeländerungen, speziell während der Laichzeit.

Die Werke an der oberen Aare von Interlaken bis zum Bielersee haben nach Entrichtung von vielen Subventionen für Baggerungen und Inkonvenienzen erreicht, daß der Brienzersee auf Kote 563.85 gestaut und auf Kote 562.44 abgesenkt werden kann und der Thunersee von Kote 557.80 auf 557.00. Dadurch wird für Vermehrung des Winterwassers der Aare ein Stauraum von 43 + 38,5 = total 81,5 Mio m³ disponibel, der allerdings nur in trockenen Wintern ausgenützt werden kann.

Das Brutto-Gefälle Brienzersee–Thunersee von etwa 6—7 m wird in zwei Stufen ausgenützt. Die obere Stufe ist unterteilt.

Die rechtsufrige Stufe gehört der Hoch- und Tiefbau AG, Interlaken

$$H = 3{,}1\ \text{m},\ Q = 9{,}5\ \text{m}^3/\text{s},\ L = 210\ \text{PS}$$

und die obere linksufrige der Mühlen AG

$$H = 3{,}1\ \text{m},\ Q = 16{,}5\ \text{m}^3/\text{s},\ L = 384\ \text{PS}.$$

Der vereinigte Abfluß der zwei obern Werke wird im Kraftwerk der industriellen Betriebe Interlaken ausgenützt

$$H = 4{,}2\ \text{m},\ Q = 30\ \text{m}^3/\text{s},\ L = 1000\ \text{PS}.$$

Im Jahre 1713 wurde auf Beschluß des Großen Rates der Stadt Bern die Kander, die früher unterhalb Thun in die Aare einmündete, durch einen Stollen unter dem Strättligenberg in den Thunersee geleitet. 1714 stürzte der Stollen ein, und es bildete sich eine tiefe Schlucht, durch welche die Kander in den See strömte. Infolge des vermehrten Zuflusses wurde das Flußbett oberhalb Thun geräumt und vergrößert, und die Schleusen wurden erstellt. Durch die 1871/78 durchgeführte einheitliche Aare-Korrektion Thun—Bern sowie infolge Wegfalls des Kandergeschiebes vertiefte sich das Aaregebiet unterhalb Thun. Das dadurch entstandene Gefälle wird vom 1895/96 erstellten Kraftwerk Thun der Licht- und Wasserwerke ausgenützt

$$H = 7{,}3\ \text{m},\ Q = 45\ \text{m}^3/\text{s},\ L = 3410\ \text{PS}.$$

Durch einen Kanal am linken Ufer wird das Werk der Eidg. Konstruktionswerkstätte gespiesen

$$H = 7{,}5\ \text{m},\ Q = 6\ \text{m}^3/\text{s},\ L = 600\ \text{PS}.$$

e) *Aare von Thun bis zum Bielersee*

Die Aarestrecke Thun–Bern ist unausgenützt. Sie weist ein Gefälle von etwa 50 m oder ungefähr 1,8 ‰

auf. Es sind die vier Werke Uttigen, Wichtrach, Rubigen und Elfenau vorgesehen mit je 10 bis 12 m Gefälle und Energieproduktionen von je etwa 50 bis 80 GWh. Wegen der hohen Gestehungskosten dieser Werke sind noch keine Konzessionsprojekte und Gesuche eingereicht worden.

Der Hauptzufluß der Aare zwischen Thun und Bern ist die Gürbe. Im Oberlauf derselben besteht bei Blumenstein ein kleines Kraftwerk, welches die Blattenheidquellen im Stockhorngebiet ausnützt

$H = 519$ m, $Q = 0{,}06$ m³/s, $L = 550$ PS.

Das abgehende Wasser wird zur Wasserversorgung von Blumenstein, Wattenwil und Uetendorf benutzt.

Das Gefälle von etwa 70 m der Aarestrecke Bern–Bielersee ist voll ausgenutzt durch die Werke

Bern Matte des EW Bern, erbaut 1890/91
$H = 3{,}4$ m, $Q = 42$ m³/s, $L = 1600$ PS

Bern Felsenau des EW Bern, erbaut 1907/09
$H = 14{,}4$ m, $Q = 80$ m³/s, $L = 13\,250$ PS

Mühleberg der BKW, erbaut 1917/21
$H = 18{,}2$ m, $Q = 240$ m³/s, $L = 48\,600$ PS

Kallnach der BKW, erbaut 1909/13
$H = 23{,}1$ m, $Q = 71{,}5$ m³/s, $L = 15\,000$ PS

Hagneck der BKW, erbaut 1897/1900
$H = 8{,}9$ m, $Q = 175$ m³/s, $L = 17\,200$ PS.

In den Jahren 1868/91 wurde nach 163jährigen Studien die Juragewässerkorrektion im bernischen Seeland durchgeführt. Durch den 1870/78 erstellten Aarberg–Hagneck–Kanal wurde die Aare, die früher von Aarberg direkt nach Büren floß, in den Bielersee geleitet. Auf den Gedanken, das große Gefälle von etwa 8 m beim Ausfluß in den Bielersee zu Kraftzwecken nutzbar zu machen, haben dazumal bereits die Ingenieure La Nicca und Bridel hingewiesen. Das Stauwehr sollte auch weitern Sohlenvertiefungen, Uferbrüchen und Terrainrutschungen im Hagneckeinschnitt Einhalt gebieten. Im Jahre 1891 bewarb sich ein Komitee von Gemeindevertretern und Industriellen, mit Ed. Will, dem spätern Direktor der BKW, an der Spitze, um die Konzession der Hagneckwasserkräfte. Diese wurde erteilt, aber erst 1897 konnte nach Überwindung von vielen Schwierigkeiten mit dem Bau begonnen werden.

Zufolge der Regulierung der natürlichen Seen und der vielen neuen Jahresakkumulierbecken sowohl im Aare- wie auch im Saanegebiet wird oberhalb der Saanemündung eine Wassermenge von 286,0 Mio m³ und unterhalb derselben eine solche von 477,6 Mio m³ vom Sommer auf den Winter verlagert und die Wasserführung der Aare, speziell unterhalb der Saanemündung, im Winter verbessert.

Darum wurde 1956/57 in der Zentrale Hagneck der BKW eine 5. Maschinengruppe aufgestellt. Das Kraftwerk Kallnach ist mit 71,5 m³/s sehr knapp ausgebaut und kann oft auch im Winter das nun vermehrt zufließende Wasser nicht ausnützen, da der Zuleitungsstollen zu klein ist.

Es sind daher im Areflußlauf unterhalb der Saanemündung zwei Kraftwerke projektiert, Niederried und Aarberg, welche die gleiche Gefällsstufe ausnützen wie das bestehende Werk Kallnach. Das Konzessionsprojekt und Gesuch des ersteren dieser zwei Werke sind bei der Behörde eingereicht worden.

Literatur:

Publikation Nr. 2 des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes «Brienzersee und Thunersee». Historisches und Rechtliches über den Abfluß, von Prof. Dr. Karl Geiser, 1914.

Wasserwirschaftsplan des obern Aaregebietes bis zum Bielersee von H. Stoll, beratender Ingenieur, Sonderdruck aus der Schweiz. Wasserwirtschaft 1923, Nrn. 7, 8 und 9.

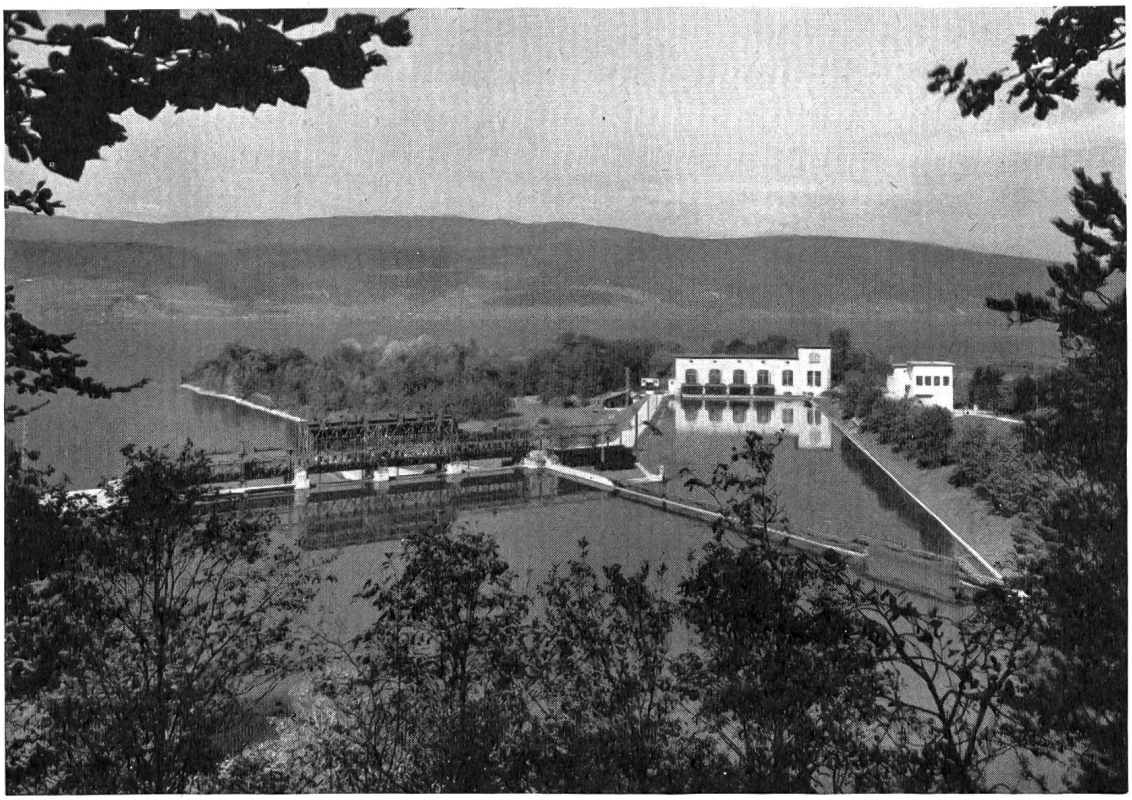


Abb. 6 Wehr und Zentrale Hagneck am Bielersee