

# Die Wasserkraftnutzung an der unteren Aare zwischen Bielersee und Rhein

Autor(en): **Bitterli, S.J.**

Objektyp: **Article**

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

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

Heft 7-9

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920840>

## **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.

## Die Wasserkraftnutzung an der unteren Aare zwischen Bielersee und Rhein

S. J. Bitterli, Direktor, Langenthal

Schon von alters her hat es der Mensch verstanden, sich die Kräfte des strömenden Wassers dienstbar zu machen. Der mechanischen Verwendung der Energie des Wassers waren aber enge Grenzen gesetzt. Die Übertragung mechanischer Arbeit auf größere Distanzen konnte man nicht. Die mechanische Ausnützung war also standortgebunden. Mit der Erfindung der Wechselstrom-Dynamo und der Übertragung von elektrischer Energie auf große Distanzen (wohl die erste elektrische Energieübertragung in Europa fand 1886 zwischen Kriegstetten und Solothurn statt, wobei 35 kW Gleichstrom von 2000 V übertragen wurden) boten sich der Ausnützung der Wasserkräfte ungeahnte Möglichkeiten. Die neuen Erkenntnisse wurden auch in unserem Lande mit viel Unternehmungsgeist und großem Wagemut in die Tat umgesetzt. Davon zeugt auch der Ausbau der Wasserkräfte an der unteren Aare.

Nach dem Ausfluß aus dem Bielersee fließt die Aare in nordöstlicher Richtung dem Jurafuß entlang. Im Gebiete von Wildegg-Brugg durchbricht sie die letzten Ausläufer des Kettenjuras. Sie nimmt unterhalb Brugg ihre wichtigsten Zuflüsse Reuß und Limmat auf, um nördlich weiterfließend unterhalb Koblenz in den Rhein zu münden.

Die technische und wirtschaftliche Nutzbarmachung der Wasserkräfte eines Flußlaufes wird im wesentlichen beeinflusst durch seine Wasserführung, die Gefällsverhältnisse, die topographischen und geologischen Gegebenheiten, welche im folgenden kurz beschrieben werden.

Die mittlere Ganglinie der Aare unterhalb der Jura-seen zeigt eindeutig den Charakter eines Gewässers mit alpinem Abflußregime. Als Folge der Schnee- und Gletscherschmelze tritt die größte Wasserführung in den Sommermonaten Juni, Juli und August auf, während Dezember, Januar und Februar die Monate mit geringstem Wasserangebot sind, weil aus dem hochalpinen Einzugsgebiet beinahe kein Zufluß erfolgt. Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse können aber zu jeder Jahreszeit wesentliche Abweichungen von dieser Mittelkurve nach oben und nach unten verursachen, wie zum Beispiel die starken Niederschläge, welche das Hochwasser vom Februar 1957 zur Folge hatten.

Für die Wasserkraftnutzung ist ein Fluß mit möglichst ausgeglichener Wasserdarbietung besonders günstig. Die Schwankungsverhältnisse der Aare können der mittleren Dauerkurve entnommen werden. Sie betragen:

	relative Abflußwerte der Aare		
	höchste Hochwasser-menge	182tägiger Mittelwert	kleinste Abfluß-menge
Brugg (unterhalb des Wehres Nidau)	12,3	4,1	1
Stilli (nach dem Zusammenfluß mit Reuß und Limmat)	15,1	3,7	1

Die hydrographischen Verhältnisse sind im Vergleich zu andern Flüssen recht günstig. Die ausgleichende Wirkung der fünf oberliegenden Seen (Brienzer-, Thuner-, Murten-, Neuenburger- und

Bielersee) macht sich bemerkbar. Mit dem Bau von Speicherbecken, deren nutzbarer Inhalt 384 Mio m<sup>3</sup> Wasser beträgt, sind im Einzugsgebiet der Aare die Schwankungsverhältnisse ebenfalls verbessert worden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um eine teilweise Verlagerung des Abflusses vom Sommer auf den Winter. Die kleinsten Niederwassermengen des extrem trockenen Winters 1920/21 wären durch die heute bestehenden Speicherwerke ganz wesentlich verbessert worden. Das Schwankungsverhältnis in der Wasserführung der Aare wird zwischen Brugg und Stilli durch die Zuflüsse mit voralpinem Abflußcharakter etwas verschlechtert.

Über die Ergiebigkeit des Abflusses der Aare geben folgende Daten Auskunft:

	Einzugs- gebiet km <sup>2</sup>	Ver- gletsche- rung %	mittlere jährliche Abflußmenge m <sup>3</sup> /s	spezifische mittl. jährl. Abflußmenge l/km <sup>2</sup> · s
Brugg	8 317	3,3	246	29,6
Stilli	17 625	2,4	558	31,7

Nach dem Zusammenfluß mit Reuß und Limmat betragen die Anteile an der mittleren Wasserführung der Aare: 56 % Aare, 25 % Reuß und 19 % Limmat. Am Rhein, nach der Einmündung der Aare, sind die Anteile 44 % Rhein und 56 % Aare.

Vom Bielersee bis zum Rhein weist die Aare eine Länge von 120 km bei einem Gefälle von 118 m auf. Das mittlere Gefälle beträgt also 1 ‰. Besondere Gefällskonzentrationen, von einigen unbedeutenden Stromschnellen abgesehen, sind keine vorhanden. Die Ufer sind meistens flach, so daß für die Erzielung von ausbauwürdigen Gefällen Kanäle angelegt werden müssen. Die Kanalkraftwerke sind daher in überwiegender Anzahl.

Die Aare hat ihr Bett hauptsächlich in diluviale Schottermassen gegraben; doch mußte sie ihren Weg auch durch Sedimentgesteine der Jura- und Molasseformationen fressen. Für die Gründung der Stauwehre und Kraftwerke dienten diese Gesteinsformationen, anstehend oder in nicht allzu großer Tiefe auftretend. Günstig für den Kraftwerkbau sind die ganz unbedeutende Geschiebeführung und auch die klimatischen Verhältnisse, die keine besonderen Vorkehrungen verlangen. Wirklich kalte Winter sind bei uns selten; die letzten waren 1929 und 1956.

Unsere Flüsse sind öffentliche Gewässer; für den Bau eines Kraftwerkes braucht es eine behördliche Konzession. Seit dem Inkrafttreten des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes im Jahre 1918 beträgt die Konzessionsdauer in der Regel 80 Jahre. Eine kurze Zeit für solch große Unternehmungen! Nach früheren kantonalen Gesetzen sind Konzessionsdauern von kürzerer Dauer, aber auch ehehafte Rechte (z. B. Wynau I) mit unbeschränkter Dauer möglich. Bewegten sich die Auflagen in früheren Konzessionen in einem annehmbaren Rahmen, so ist in letzter Zeit festzustellen, daß die Auflagen immer technisch eingreifender und wirtschaftlich schwerwiegender werden.

*Entwicklung im Turbinenbau*

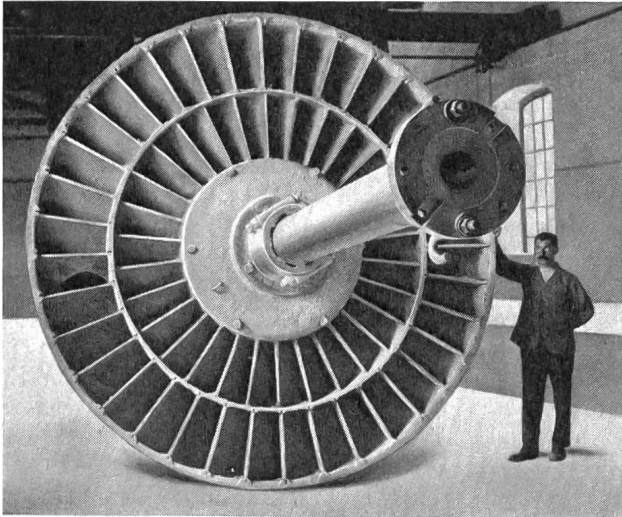


Abb. 1 Laufwerk einer der 6 alten Jonval-Turbinen des Kraftwerkes Luterbach (AEK), max. Leistung 150 PS, Inbetriebnahme 1894 (1927 durch 3 Francis-Turbinen ersetzt)

Abb. 2 Laufwerk einer Francis-Turbine des Kraftwerkes Gösgen (ATEL), max. Leistung 10 000 PS, Inbetriebnahme 1917

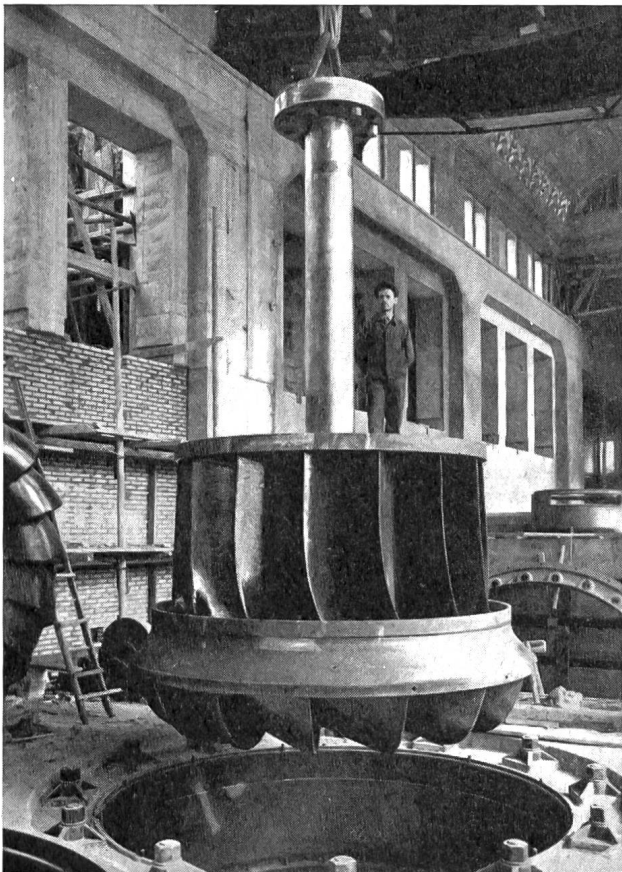
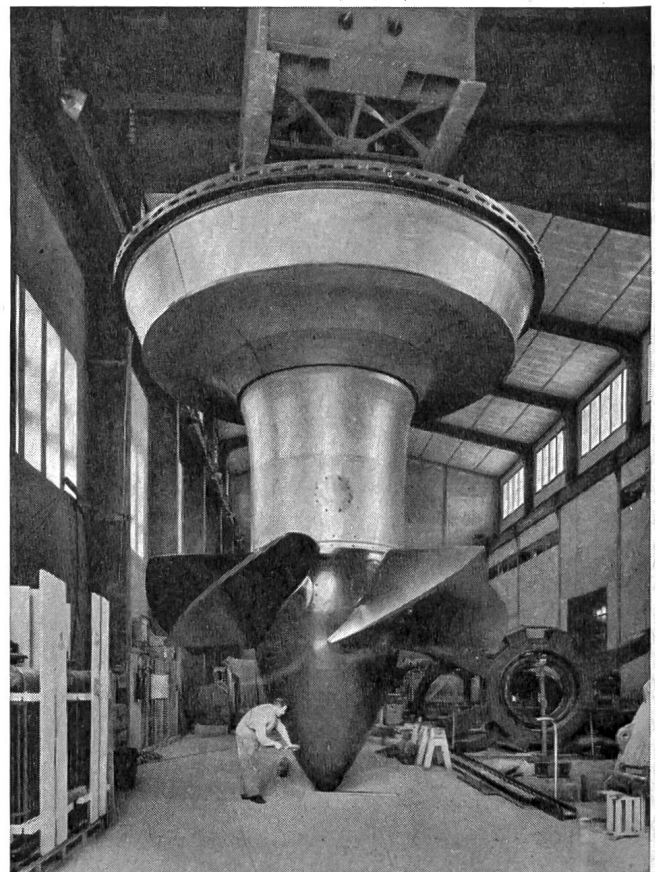
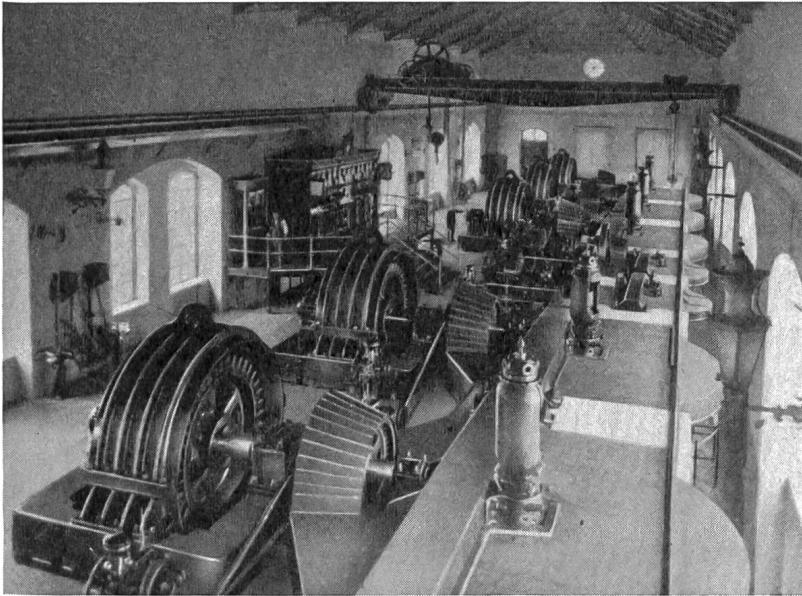


Abb. 3 Laufwerk einer Kaplan-Turbine des Kraftwerkes Wildegg-Brugg (NOK), max. Leistung 31 000 PS, Inbetriebnahme 1952





*Entwicklung im Zentralenbau*

Abb. 4 Zentrale Wynau I, 1895,  
5 Maschinen-Einheiten, totale Leistung 3000 PS

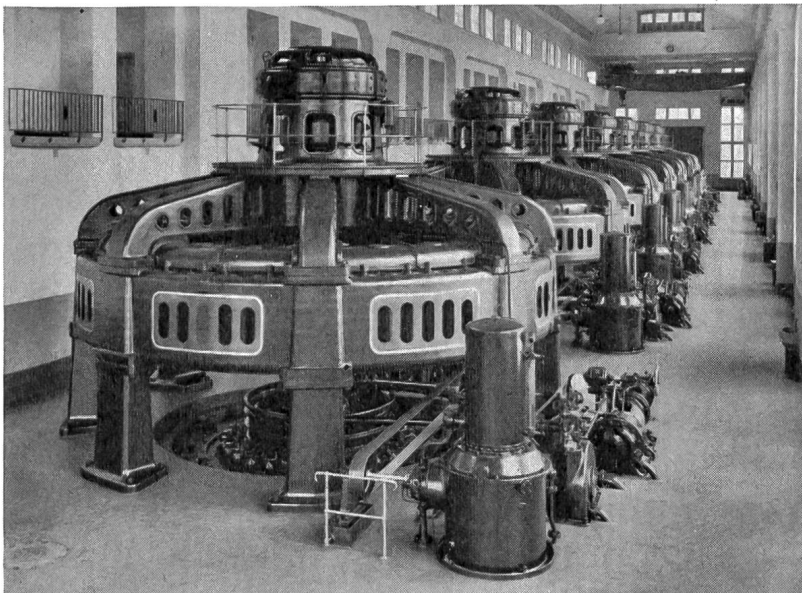


Abb. 5 Zentrale Gösgen, in Betrieb gesetzt 1917,  
erweitert 1923 auf 7 Maschinen-Einheiten,  
totale Leistung 70 000 PS

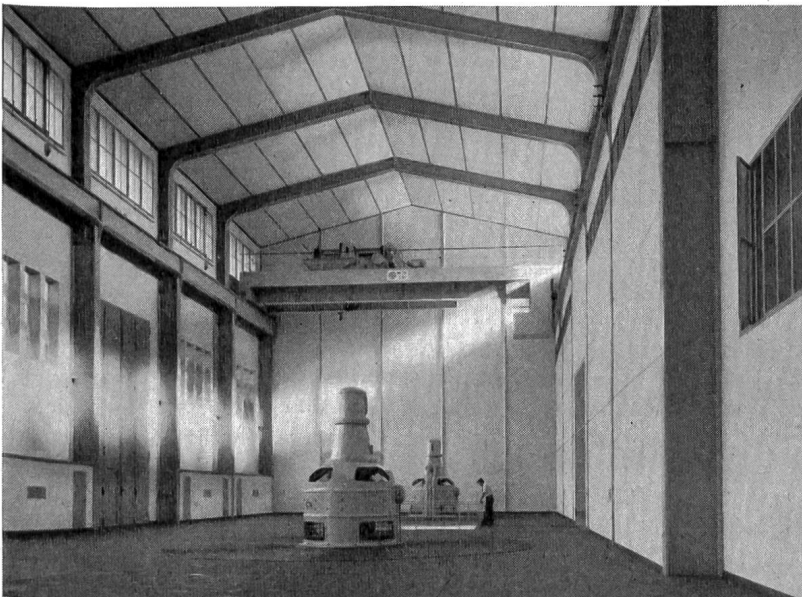
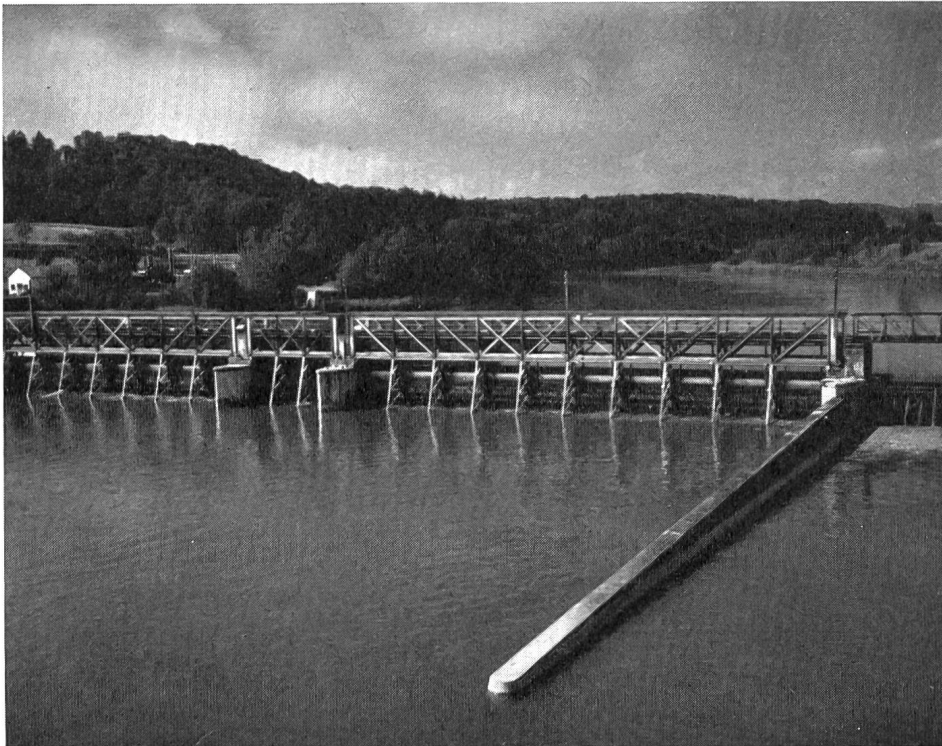


Abb. 6 Zentrale Wildeg-Brugg, 1952,  
2 Maschinen-Einheiten, totale Leistung 62 000 PS



*Entwicklung  
im Wehrbau*

Abb. 7 Stauwehr Wynau,  
erstellt 1894/95



Abb. 8 Stauwehr Gösgen,  
erstellt 1914/17

Der Beginn des Ausbaues der Wasserkräfte an der unteren Aare setzte bald nach der Laufener Energieübertragung des Jahres 1891 ein. Als erste Kraftwerke entstanden 1893 Luterbach und Aarau und 1896 Wynau I und Ruppoldingen. Anfänglich wurden jene Gefällsstufen ausgebaut, die in jeder Beziehung dem dazumaligen Stande der Technik entsprachen, günstige topographische und geologische Verhältnisse aufwiesen und in der Nähe eines Absatzgebietes lagen. So waren es vorerst niedrige Gefälle und kleine Wassermengen,

die durch kleine Turbinen mit niedrigen Drehzahlen ausgenützt wurden. Um die Drehzahlen für die Generatoren zu erhöhen, wurden Kegelgetriebe verwendet. Im weiteren Ausbau der Wasserkraftnutzung an der Aare über die Jahrzehnte kann die Entwicklung der Technik gut verfolgt werden.

Die Erfahrungen im Bau der früheren Werke, die fortschreitenden Erkenntnisse in der Bau- und Maschinenteknik, die Modellversuche zur Bestimmung bester hydraulischer Formen für Wehre und Turbinen



Abb. 9 Stauwehr Wildeg-Brugg, erstellt 1949/52, Hochwasserabfluß vom 28. November 1952, Wasserführung der Aare 650 m<sup>3</sup>/s

und die modernen Baumethoden haben einen wesentlichen Fortschritt in der Disposition, der Konstruktion und der baulichen und mechanischen Ausführung der Wasserkraftwerke ermöglicht. Die Gestaltung der Stauwehre mit viel größeren Öffnungen, die Größe der Maschineneinheiten mit höheren Drehzahlen und die Verwendung von Eisenbeton seien besonders erwähnt.

Wasserkraftwerke und besonders Kanalkraftwerke stellen einen unvermeidlichen, wesentlichen Eingriff in die Landschaft und Natur dar. Besonders beim Bau der neueren Kraftwerke haben sich die Bauherren redlich und unter Aufwendung bedeutender finanzieller

Mittel bemüht, die Belange des Natur- und Heimatschutzes zu berücksichtigen. Mit gutem Willen wurde gezeigt, wie die Nachteile der technischen Eingriffe durch eine wohlüberlegte Disposition, durch sorgfältige Projektierung und eine zielbewußte Schonung der Natur auf ein Mindestmaß beschränkt werden können. Durch die Humusierung der Dämme und Böschungen und deren geeignete Bepflanzung können die Wunden wesentlich gemildert werden. Schon wenige Jahre nach ihrer Erstellung sind die Bauten mit der Natur und Landschaft verwachsen.

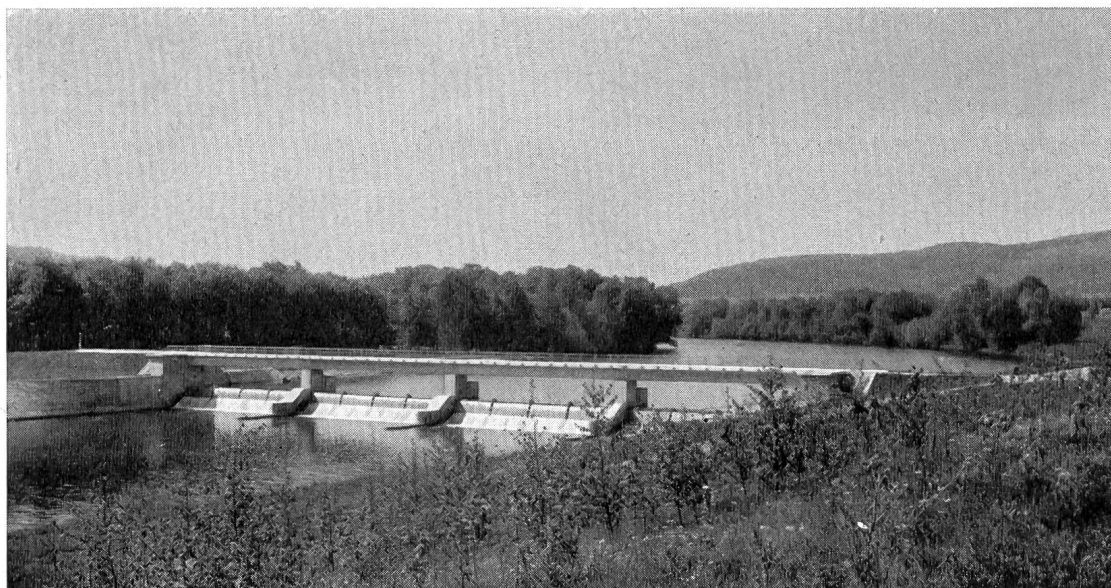


Abb. 10 Hilfswehr der Kraftwerk-Anlage Wildeg-Brugg zwecks Beibehaltung eines bestimmten Wasserstandes im alten Aarebett zum Schutze der Landschaft und der Thermalquellen

Im Laufe der Jahrzehnte entstanden an der unteren Aare 12 Wasserkraftwerke, wovon die älteren teilweise unter verschiedenen Malen zur Erhöhung von Leistung und Wirkungsgrad umgebaut oder auch erweitert wurden. Die installierte Leistung dieser 12 Werke beträgt heute 223 MW und die mittlere jährliche Produktionsmöglichkeit 1,5 Mrd kWh. Ihre Erstellungskosten beliefen sich Ende 1956 auf etwa 296 Mio Fr. Die spezifischen Anlagekosten schwanken zwischen 950 und 1970 Fr./kW oder zwischen 13 und 29 Rp./kWh<sup>2</sup>, im Mittel erzeugbar. Die stark abweichenden Anlagekosten sind hauptsächlich durch die Kaufkraftentwertung des Geldes und durch die Disposition und die Größe der Anlagen bedingt.

Über sämtliche bestehenden Kraftwerke hat es in der technischen Literatur eingehende und ausgezeichnete Beschreibungen der baulichen und mechanisch-elektrischen Anlagen und Einrichtungen, so daß sich hier auch eine summarische Darstellung erübrigt.

Mit Genugtuung darf festgestellt werden, daß sich die Werke im Betrieb während Jahren und Jahrzehnten gut bewährt haben. Die Disposition der Werke und die Werkanlagen mit den Maschinen und Apparaten sind in jeder Beziehung zweckmäßig. Aus dem Betrieb ist nichts Besonderes zu erwähnen, es seien denn die eindrucksvollen Hochwasser mit einem oft beträchtlichen Anfall an Geschwemmsel. So betrug dieser beim Hochwasser vom 24./25. Februar 1957, also während zweier Tage, ungefähr einen Viertel der mittleren jährlichen Geschwemmselmengen. Die Leute des Werkbetriebes haben auch die Eisgänge der Jahre 1929 und 1956 in lebhafter Erinnerung. Um gegen unliebsame Überraschungen vorbereitet zu sein, haben die Werke unter sich einen Meldedienst über besondere Vorkommnisse in der Wasserführung, wie natürliche und betriebliche Wasserschwankungen, Geschwemmselanfall und Eisgang eingerichtet.

Die Produktionsmöglichkeit der 12 Werke an der unteren Aare entspricht einem Zehntel der gesamtschweizerischen; in ihren Betrieben allein werden total nur 247 Leute beschäftigt. Eine kleine Zahl! Sie unterstreicht die Tatsache der Kapitalintensität der Wasserkraftwerke. Das neueste Kraftwerk an der Aare, Wildeg-Brugg, wurde in den Jahren 1949—1952 erstellt. Für dessen Bau wurden auf der Baustelle ungefähr 5,5 Millionen Arbeitsstunden aufgewendet. Im Kraftwerkbetrieb sind 22 Mann tätig; über die Konzessionsdauer von 80 Jahren berechnet, ergeben sich etwa 4,5 Millionen Arbeitsstunden, also weniger als für den Bau.

In den Jahren 1947—1953 hat der Schweizerische Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (SRRS) Studien über die Möglichkeiten des Ausbaues einer Schiffahrtsverbindung zwischen Rhone und Rhein durchgeführt. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird an anderer Stelle dieses Heftes berichtet. Für den weiteren Ausbau der Wasserkraftnutzung an der unteren Aare ist folgendes festzuhalten:

Für die Schifffahrt ist zweifelsohne eine lückenlose Folge von ausgebauten Staustufen zweckmäßig, wobei Flußkraftwerken der Vorzug gegeben wird. Bei der Aufstellung eines Gesamtausbauplanes der Aare mußte auf die bestehenden Kraftwerke in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht Rücksicht genommen werden. Es sind noch folgende Staustufen auszubauen:

Nidau — Bernerschachen  
Bernerschachen — Aarwangen  
Wynau — Olten  
Brugg — Lauffohr

Auf Grund der Projektstudien des SRRS und des Konzessionsprojektes der Atel für die Stufe Wynau—Olten ergeben sich folgende generelle Feststellungen:

Bestehende Wasserkraftanlagen an der unteren Aare  
Stand Ende 1956

Kraftwerk	Erst- lungsjahre	Installierte Leistung MW	Mittlere jährliche Produktionsmöglichkeit GWh			Erstel- lungs- kosten Ende 1956 Mio Fr.	Spezifische Anlagekosten <sup>2</sup>	
			Winter	Sommer	total		Fr./kW	Rp./kWh
Luterbach	1893	0,5	1,7	1,5	3,2	1,0	2000	31,3
Bannwil	1899—1904	7,3	30,3	30,8	61,1	11,2	1535	18,3
Wynau I und II	1894—1896	11,1	32,2	39,6	71,8	11,2	1010	15,6
Ruppoldingen	1894—1896	6,7	20,5	21,5	42,0	9,0	1343	21,4
Gösgen	1914—1917	40,5	120	158	278	40,8	1007	14,7
Aarau <sup>1</sup>	1893	17,9	52	74	126	24,2	1352	19,2
Rüchlig	1882	4,2	17	16	33	5,5	1310	16,7
Rupperswil-Auenstein	1942—1945	33,7	93	122	215	46,7	1386	21,7
Wildeg-Brugg	1949—1952	44,0	130	170	300	86,7	1970	28,9
Beznau	1898—1902	19,5	70	74	144	18,5	949	12,8
Klingnau	1931—1935	37,0	98	132	230	41,0	1108	17,8
Total		222,4	664,7	839,4	1504,1	295,8	1330	19,6
weiterer Ausbau		81			496			
Vollausbau		303,4			2000			

<sup>1</sup> Umbau 1956/60 berücksichtigt

<sup>2</sup> Nicht zu verwechseln mit den Gesteungskosten der elektrischen Energie

*Betriebsschwierigkeiten*



Abb. 11 Geschwemmselanfall vor dem Rechen Wynau I beim Hochwasser am 25. Februar 1957



Abb. 12 Packedeis vor dem Wehr Wynau am 11. Februar 1956

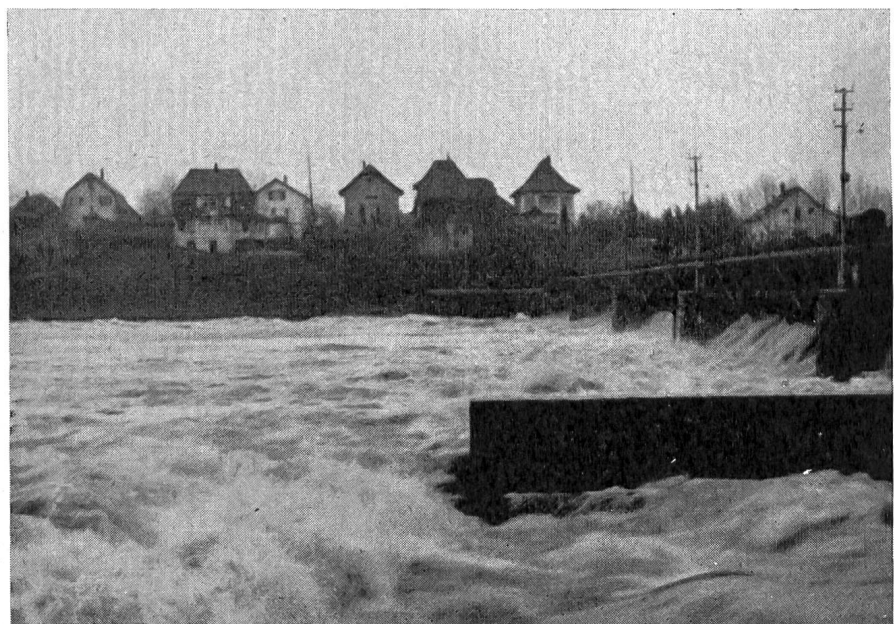


Abb. 13 Hochwasser beim Stauwehr Ruppoldingen am 24. Februar 1944, Wasserführung der Aare 950 m<sup>3</sup>/s



Die vier verbleibenden Staustufen sollen durch Flußwerke ausgebaut werden, wobei die Kraftwerke Luterbach, Bannwil und Ruppoldingen eingehen werden. Es handelt sich aber keineswegs um wirtschaftlich günstige Projekte; die Stufen Bernerschachen—Aarwangen und Wynau—Olten werden zudem durch die untergehenden Werke zusätzlich belastet. Bei Ausführung dieser vier Stufen ist mit folgenden ungefähren Daten zu rechnen:

Nettogewinn an Leistung	81 MW
Nettogewinn an mittl. jährl. Arbeit	494 Mio kWh
Anlagekosten, Preisbasis 1949	226 Mio Fr.

In den Kosten sind die Auslagen für die Schifffahrtseinrichtungen nicht enthalten. Im Durchschnitt der vier zu bauenden Kraftwerke ergeben sich für die Preisbasis 1957 spezifische Anlagekosten von etwa 3200 Fr./kW oder etwa 55 Rp./kWh<sup>3</sup> gegenüber 1970 Fr./kW oder 29 Rp./kWh für das zuletzt erstellte Kraftwerk Wildegg-Brugg, welches 1952 in Betrieb genommen wurde.

Bei Vollausbau der Wasserkräfte der unteren Aare ist mit einer installierten Leistung von etwa 300 MW und einer mittleren jährlichen Produktionsmöglichkeit von etwa 2 Mrd kWh zu rechnen. Dies stellt zweifelsohne einen wichtigen Beitrag zur Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie dar, wobei die Versorgungsquelle recht günstig gelegen ist! Sie liegt in nächster Nähe wichtiger Verbrauchszentren des Mittel-

landes und bietet damit den Vorteil, daß die anfallende Energie mit Freileitungen mittlerer Spannung den Verbrauchern zugeführt werden kann.

Nachdem der weitere Ausbau der Wasserkräfte an der Aare kurz beschrieben wurde, ist noch ein weiteres großes Bauvorhaben im Gebiete der Aare zu erwähnen: es ist die II. Juragewässerkorrektur. Die immer wieder auftretenden Überschwemmungen in den flachen Uferzonen des Murten-, Neuenburger- und Bielersees sind zweifelsohne unserer Zeit unwürdig. Die Schäden, welche die Überschwemmungen verursachen, sind bedeutend. In diesem Zusammenhang ist aber doch darauf hinzuweisen, daß im Laufe einer langen Reihe von überschwemmungsfreien Jahren die Gefahrenzonen durch Gewinnung von Kulturland und durch das Erstellen von Wohn- und Ferienhäusern mißachtet wurden. Es ist eine wichtige Aufgabe der öffentlichen Hand, die II. Juragewässerkorrektur durchzuführen. Dabei sollen die Forderungen der Seeanwohner angemessen berücksichtigt werden; die wohl erworbenen Rechte der Uferanrainer und der Wasserkraftwerke an der unteren Aare sind aber billigerweise ebenfalls zu berücksichtigen. Auch an der Aare bestehen bei Hochwassern Gefahren, die durch eine extreme II. Juragewässerkorrektur ernsthaft vergrößert werden könnten. Wer wollte die Bedeutung der Erzeugung von elektrischer Energie nicht angemessen würdigen? Es kommt also nur eine guteidgenössische mittlere Lösung in Frage, die allen Beteiligten an den Seen und an der Aare gerecht wird.

<sup>3</sup> Siehe Fußnote 2 auf Seite 216.

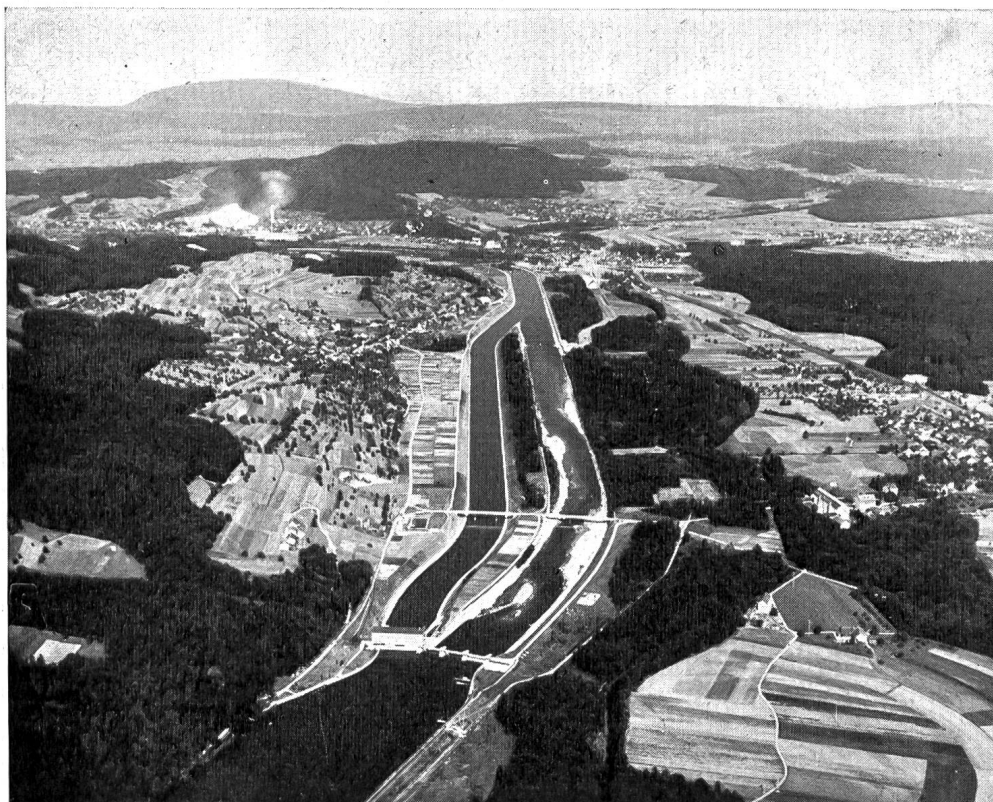


Abb. 14  
Typisches Kanalkraftwerk:  
Kraftwerk-Anlage Ruppertswil-  
Auenstein  
(Aufnahme der  
Eidg. Vermessungsdirektion Bern)



Abb. 15 Typisches Flußkraftwerk; Kraftwerk-Anlage Klingnau an der Aare (rechts); im Vordergrund Mündung der Aare in den Rhein bei Koblenz

(Swissair-Photo AG, Zürich)

## Projektierte Kraftwerke im Einzugsgebiet der Aare

Konzessionsinhaber bzw. Bewerber	Bezeichnung der Kraftwerke und Stufen	Max. mögliche Leistung ab Generator kW	Mittlere mögliche Energie- erzeugung in Mio kWh		
			Winter	Sommer	Jahr
Elektrowerke Reichenbach, Frey & Cie., Meiringen	Reichenbach III	4 250	4	15	19
Bernische Kraftwerke AG, Bern	Sanetsch	35 000	23	16	39
Compagnie Vaudoise d'Electricité, Lausanne	Vanel-La Tine oder Variante	18 000	29	45	74
	Gstaad-La Tine	19 800	35	54	89
Compagnie Vaudoise d'Electricité, Lausanne	Hongrin-Veytaux	95 000	173	6,5 <sup>1</sup>	179,5 <sup>1</sup>
"	Bernerschachen	ca. 31 000	86,0	114,0	200,0 <sup>2</sup>
"	Aarwangen	17 000	46,0	64,0	110,0 <sup>4</sup>
Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität, Olten	Wynau-Olten	32 400	92,0	123,0	215,0 <sup>5</sup>
"	Brugg-Lauffohr	13 500	43,3	49,7	93,0 <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Nach Abzug von 20 Mio kWh Pumpenergie für Wasser aus dem Genfersee.

<sup>2</sup> Projekt des Schweizerischen Rhone-Rhein-Schiffahrtsverbandes (vorläufig noch kein Konzessionsbewerber).

<sup>3</sup> Ersetzt das bisherige Kraftwerk Luterbach der Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn; 3,2 Mio kWh Jahresproduktion.

<sup>4</sup> Ersetzt das bisherige Kraftwerk Bannwil der Bernischen Kraftwerke AG, Bern; 61,2 Mio kWh Jahresproduktion.

<sup>5</sup> Ersetzt das bisherige Kraftwerk Ruppoldingen der gleichen Gesellschaft (42 Mio kWh Jahresproduktion). Nettoproduktion rd. 170 Mio kWh nach Abzug von rd. 45 Mio kWh für jährlichen Kraftersatz an verschiedene Werke und Ersatz von Ruppoldingen.

<sup>6</sup> Abzüglich 11 Mio kWh Energieausfall infolge Einstauverlust des Elektrizitätswerks Wildegg-Brugg der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden.

## Bestehende Kraftwerke im Einzugsgebiet der Aare (ohne Reuß und Limmat)

Kraftwerk	Unternehmung	Ausgenützte Gewässer	Jahr der Inbetriebsetzung	Umbau bzw. Erweiterung
Oberaar-Grimsel	Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen	Aare, Oberaar	1953	
Handeck I		Aare, Gelmer-, Bächlis-, Grubenbach	1929	
Handeck II		Aare, Urbachwasser	1950	1957
Gental-Führen *		Gentalwasser	1960	
Innertkirchen		Aare (einschließlich obige Bäche, vorläufig ohne Gentalwasser), Gadmerwasser	1942	1947, 52
Reichenbach Schattenhalb I	Elektrowerke Reichenbach, Frey & Cie., Meiringen	Reichenbach	1909	1917, 27, 42
Schattenhalb II		Reichenbach	1927	1940
Meiringen I	Elektrizitätswerk der Dorfgemeinde Meiringen, Meiringen	Dorfbach, Alpbach, Mühlebach, Trinkwasser	1889	1906, 21, 27, 1942, 47
Meiringen II		Quellen auf Bidmi, Alpbach	1950	
Burglauenen	Jungfraubahn-Gesellschaft Bern, Dir. Interlaken	Schwarze Lütschine	1908	1926
Stechelberg	Elektrizitätswerk Lauterbrunnen, Lauterbrunnen	Sefinen-Lütschine	1906	1911, 31, 46
Lauterbrunnen Lochbrücke	Jungfraubahn-Gesellschaft Bern, Dir. Interlaken	Weißer Lütschine	1898	1909/14, 22
Kandergrund	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Kander	1911	
Simmentalerwerke <sup>2</sup> , 1. Etappe Erlenbach *	Simmentaler Kraftwerke AG, Erlenbach i. S.	Kirel, Filderich	1958	
Spiez	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Kander, Simme	1899	1906/8, 11, 1921, 25
Thun Gemeinde	Licht- und Wasserwerke, Thun	Aare (Gewerbekanal)	1896	1910, 17, 31, 1935
Felsenau	Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern	Aare	1909	1931/32
Mühleberg	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Aare	1920	
Montbovon	Service Electrique de la Ville de Bulle	Sarine	1901	1926/27
Charmey <sup>3</sup> (Erweiterung *)	Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg	La Jogne	1893	1903, 10, 32, 1956/7
Broc Nestlé	Société des Produits Nestlé S. A., Vevey	La Jogne	1899	
Broc EEF	Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg	La Jogne	1921	1927
Hauterive	Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg	Sarine	1902	1919, 25, 40, 1948
Ölberg	Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg	Sarine	1910	1943
Kallnach	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Aare	1913	

<sup>1</sup> Nach «Wasserkraftnutzung und Energiewirtschaft der Schweiz», Verbandsschrift Nr. 33, 1956, und ergänzt durch Rundfragen

<sup>2</sup> Als 2. und 3. Etappe sind vorgesehen Speicherung Stockensee und Ausbau Simme

\* Im Bau J = Jahresspeicher M = Monatsspeicher

mit mehr als 1000 kW maximal möglicher Leistung, Stand Sommer 1957, zusammengestellt vom SWV<sup>1</sup>

Ausbau- wasser- menge m³/s	Gefälle m		Maximal mög- liche Tubinen- leistung ab Generator kW	Mittlere mögliche Energieerzeugung in Mio kWh			Nutzbarer Speicherinhalt	
	Brutto	Netto		Winter	Sommer	Jahr	Mio m³	Mio kWh
7,5	532,0	515,0	30 000	69,0	—	69,0	59,0 J	68,0 J
20,3	547,0	536,5	88 000	149,0	77,0	226,0	115,5 J	135,0 J
15,45	462,3	451,0	60 000	92,0	78,0	170,0	87,0 J	85,0 J
3,0	398,0	380,0	9 500	26,5	57,5	84,0	2,0 J	1,7 J
40,0	672,3	611,3	210 000	350,0	410,0	760,0	203,5 J	270,0 J
			397 500	686,5	622,5	1309,0	205,5 J	559,7 J
2,1	222,8	215,0	3 350	} 6,5	18,5	25,0		
1,0	184,4	171,0	1 350					
			4 700	6,5	18,5	25,0		
0,6	208,0	190,0 200,0	850	1,0	1,8	2,8		
0,36	579,5	539,0	1 500	2,4	7,0	9,4		
			2 350	3,4	8,8	12,2		
4,5	161,0	154,3	5 400	9,2	17,6	26,8		
0,8	256,0	231,0 250,0	1 370	3,4	6,0	9,4		
6,2	42,63 43,83	36,0	1 640	1,8	4,7	6,5		
5,5	310,6	282,0	15 000	19,5	43,9	63,4		
5,5	313,5	303,0	15 400	18,4	44,7	63,1		
19,5	69,3	61,7 70,1	21 000	28,0	33,7	61,7		
45,0	4,5 7,3	3,7 7,1	2 000	7,8	6,8	14,6		
80,0	12,6 14,4	11,5 14,1	8 200	26,1	33,0	59,1		
240,0	18,2	18,0	31 500	40,5	93,9	134,4		
13,5	70,5	69,0	6 400	13,3	20,3	33,6		
4,5	52,7	48,4	3 780	9,0	12,7	21,7		
4,5	43,5	41,0	1 350	0 <sup>4</sup>	0,3 <sup>4</sup>	0,3 <sup>4</sup>		
20,7	122,3	118,0	19 800	21,7	33,1	54,8	11,0 M	2,82 M
75,0	75,0 110,0	107,5 (max.)	57 500	96,5	107,2	203,7	180,0 J	38,0 J
66,0	20,7	20,6	10 300	22,7	23,1	45,8	180,0 J	8,0 J
71,5	23,1	20,2	10 000	38,6	38,0	76,6		

<sup>3</sup> Zahlen beziehen sich auf den neuen Zustand

<sup>4</sup> Nutzt nur Überlaufwasser des Speichersees Montsalvens des Kraftwerks Broc EEF, je nach Disponibilität

## Bestehende Kraftwerke im Einzugsgebiet der Aare (Fortsetzung)

Kraftwerk	Unternehmung	Ausgenützte Gewässer	Jahr der Inbetriebsetzung	Umbau bzw. Erweiterung
Hagneck	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Aare	1900	1932/33, 56
La Dernier	Compagnie Vaudoise d'Electricité, Lausanne	Orbe	1904	1916, 29, 42
La Jougnenaz	Société Electrique du Châtelard, Vallorbe	La Jougnenaz	1956 <sup>5</sup>	
Les Clées II	Compagnie Vaudoise d'Electricité, Lausanne	Orbe	1955	
Montcherand	Compagnie Vaudoise d'Electricité, Lausanne	Orbe	1908	1948/50
Le Chalet	Société des Usines de l'Orbe, Orbe	Orbe	1894	1904, 11, 21, 1941
Plan de l'Eau	Communes de Fleurier, Couvet, Travers, Noiraigue, Brot-Dessous	Areuse	1896	1927
Les Moyats	Services Industriels de la Ville de La Chaux-de-Fonds, La Chaux-de-Fonds	Areuse	1888	1899, 1914, 1916, 40
Combe-Garot	Services Industriels de Neuchâtel 30%, Le Locle 26%, La Chaux-de-Fonds 44%	Areuse	1897	1904, 14, 25, 1940
Les Prés du Chanet	Services Industriels de la Ville de Neuchâtel, Neuchâtel	Areuse	1914	1943
Bözingen	Vereinigte Drahtwerke AG, Biel	Schüß	1876	1889, 92, 1913, 1943
Bannwil	Bernische Kraftwerke AG, Bern	Aare	1904	
Wynau I	Elektrizitätswerke Wynau, Langenthal	Aare	1896	1936/7
Wynau II		Aare	1923	
Ruppoldingen Laufwerk	Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität, Olten	Aare	1896	1924/25
Pump- u. Speicherwerk		Aare	1904	1927
Gösgen	Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität, Olten	Aare	1917	1923
Aarau Stadt * 6	Industrielle Betriebe der Stadt Aarau, Elektrizitätswerk, Aarau	Aare	1893	1913/15, 1956/60
Rüchlig, Aarau	Jura-Cement-Fabriken, Aarau	Aare	1882	1926, 49
Ruppertswil-Auenstein	Kraftwerk Ruppertswil-Auenstein AG, Aarau, Verw. Baden	Aare	1945	
Wildeggen-Brugg	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden	Aare	1952	
Beznau	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden	Aare	1902	1926/28
Klingnau	Aarewerke AG, Aarau	Aare	1935	

<sup>5</sup> Ersatz für das bisherige Kraftwerk Le Châtelard an der Orbe wegen Einstau durch das neue Werk Les Clées

Ausbau- wasser- menge m³/s	Gefälle m		Maximal mög- liche Turbinen- leistung ab Generator kW	Mittlere mögliche Energieerzeugung in Mio kWh			Nutzbarer Speicherinhalt	
	Brutto	Netto		Winter	Sommer	Jahr	Mio m³	Mio kWh
135,0	8,90	8,75	9 200	27,4	37,3	64,7		
11,7	249,7	240,0	24 000	15,0	15,0	30,0	30,0 J	15,7 J
5,0	39,0	37,0	1 500	1,4	1,2	2,6		
16,8	169,9	144,0 166,0	24 000	45,0	44,0	89,0	30,0 J	10,0 J
15,0	104,1	96,0 98,0	12 000	24,0	23,0	47,0	30,0 J	6,3 J
15,5	15,2	13,0 14,3	1 600	3,4	3,6	7,0		
4,8	30,6	29,0	1 010	4,2	3,1	7,3	2,15 J	0,13 J
4,2	55,5	52,0	1 600	4,0	3,6	7,6	2,15 J	0,25 J
5,5	97,6	89,0 90,5	3 300	12,9	11,7	24,6	2,15 J	0,4 J
6,0	73,5	69,5 71,0	3 300	12,1	10,6	22,7	2,15 J	0,31 J
4,5	54,0	52,7	1 900	4,5	5,5	10,0		
130,0	9,4	7,9	7 300	30,3	30,8	61,1		
200,0	2,4 5,2	2,3 5,1	6 100	16,1	19,8	35,9		
180,0	2,7 5,4	2,5 5,3	5 000	16,1	19,8	35,9		
			11 100	32,2	39,6	71,8		
200,0	3,30 4,50	3,00 4,15	5 500	19,3	20,3	39,6		
0,72	313,80 319,40	260,0 266,0	1 200	1,2	1,2	2,4		
			6 700	20,5	21,5	42,0		
380,0	15,7 17,1	14,5 16,7	40 500	120,0	158,0	278,0		
304,0	5,36 7,14	4,70 6,90	17 900	52,0	74,0	126,0		
200,0	3,65	3,45	4 200	17,0	16,0	33,0		
350,0	9,75 12,45	10,85	33 700	93,0	122,0	215,0		
350,0	12,2 17,4	10,0 17,3	44 000	130,0	170,0	300,0		
411,0	5,35 6,75	5,05 6,55	19 500	70,0	74,0	144,0		
810,0	5,45 7,45	5,20 7,35	37 000	98,0	132,0	230,0		

° Gegenwärtig im Umbau; Zahlen beziehen sich auf den neuen Zustand  
\* Im Bau J = Jahresspeicher