Die Nutzbarmachung der Wasserkräfte am Hochrhein

Autor(en): **Chatelain, Richard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **82 (1990)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939851

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

Die Nutzbarmachung der Wasserkräfte am Hochrhein

Richard Chatelain

Rückblick

Die 1898 in Betrieb genommene Anlage Rheinfelden war das erste grosse Wasserkraftwerk am Hochrhein. Die Wasserkraft des Hochrheins wurde jedoch schon früher genutzt.

So baute z.B. *Heinrich Moser* 1863–1866 quer über den Rhein bei Schaffhausen ein bogenförmiges festes Wehr, den sogenannten Moserdamm. Die mit Wasserrädern erzeugte mechanische Energie wurde mittels einer bis zu 500 m langen Seiltransmission direkt auf die Maschinen verschiedener Gewerbebetriebe übertragen. Zwischen 1889 und 1890 entstand in unmittelbarer Nähe eine zweite Anlage, teilweise bereits mit elektrischer Energieproduktion.

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts gelang ein entscheidender Durchbruch zur Nutzung der Wasserkraft: der Transport elektrischer Energie über längere Distanzen. Zudem konnten im Wasser- und Maschinenbau (z.B. bei den Turbinen) grosse Fortschritte erzielt werden. Dies eröffnete der Wasserkraftnutzung mit dem Bau grösserer und leistungsfähigerer Anlagen neue Möglichkeiten. Nicht verschwiegen werden darf allerdings, dass neben den technischen vor allem auch wirtschaftliche Probleme gelöst werden mussten, bevor mit der nötigen Portion Mut und Pioniergeist mit dem Bau grosser Anlagen begonnen werden konnte.

Der rund 140 km lange Hochrhein zwischen Konstanz und Basel bietet für die Nutzung der Wasserkraft günstige Voraussetzungen. Sein Längenprofil weist für ein Gewässer dieser Grösse mit knapp 150 m ein starkes Gefälle auf. Zudem besitzt der Hochrhein wegen der Rückhaltewirkung des Bodensees und der Jurarandseen eine ausgeglichene und geschiebearme Wasserführung.

Es erstaunt deshalb nicht, dass Ende des letzten Jahrhunderts gerade am Hochrhein mit Rheinfelden das bis zu jenem Zeitpunkt grösste Wasserkraftwerk in Europa erstellt worden ist.

1907 bis 1912 folgte der Bau des Doppelkraftwerkes Augst-Wyhlen mit je einer Zentrale am schweizerischen und deutschen Ufer.

1908 bis 1914 wurde das dritte Kraftwerk am Hochrhein, Laufenburg, erstellt, und 1920 konnte mit Eglisau das erste grosse Kraftwerk oberhalb der Aaremündung seinen Betrieb aufnehmen. 1920 produzierten somit bereits vier grosse Wasserkraftwerke am Hochrhein saubere und umweltfreundliche elektrische Energie (Bild 1).

Für den Bau dieser Anlagen wurden die Stellen ausgewählt, an denen die Verhältnisse für die Nutzung der Wasserkraft besonders günstig waren. Auf einen weiteren Ausbau ober- und unterhalb dieser Werke wurde wenig oder kaum Rücksicht genommen. Im Interesse einer möglichst zweckmässigen Nutzbarmachung der Wasserkraft des gesamten Hochrheins, aber auch im Hinblick auf die spätere Schiffbarmachung, wurde 1914 ein Wettbewerb über eine Gesamtplanung des Hochrheinausbaus ausgeschrieben. Das Ergebnis dieses Wettbewerbes war eine praktisch geschlossene Stufeneinteilung unter Berücksichtigung der Grossschiffahrt.

Internationale Koordination am Hochrhein

Die Verhandlungen über die ersten Kraftwerke am Hochrhein waren schon damals komplex und zeitraubend. Die Behörden suchten deshalb nach Lösungen, um einerseits die Verhandlungen generell beschleunigen und andererseits die Verfahrensabläufe vereinfachen zu können. Eine auch heute aktuelle Zielsetzung.

Am 27. Juni 1919 unterbreitete die badische Regierung dem Schweizerischen Bundesrat den Vorschlag, eine bilaterale Kommission einzusetzen. Diese sollte

1. feststellen, welche Wasserkräfte zwischen Basel und Konstanz noch verfügbar seien,

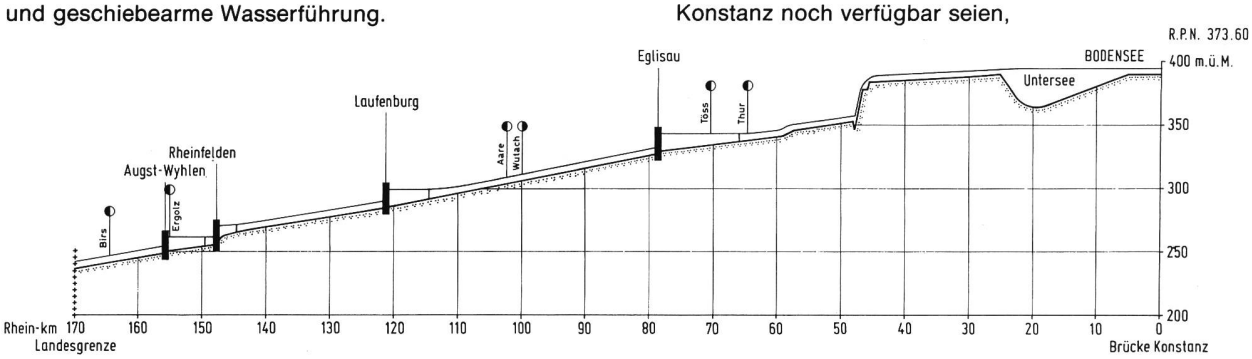

Bild 1. Wasserkraftwerke am Hochrhein; Stand 1920.

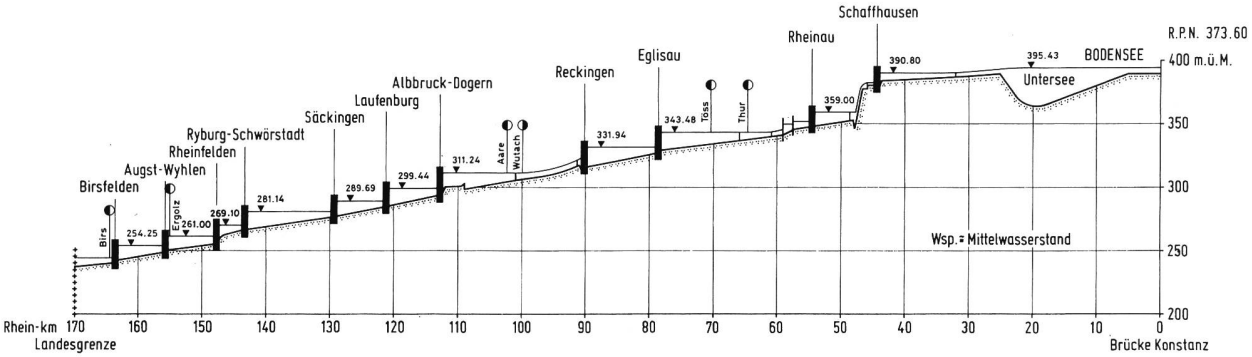

Bild 2. Wasserkraftwerke am Hochrhein; Stand 1990.

2. Vorschläge über deren Aufteilung zwischen Baden und der Schweiz ausarbeiten und
3. gemeinsame Grundsätze vorschlagen, die bei der Genehmigung der Kraftwerke zu beachten sind.

Bereits am 3. Oktober 1919 stimmte der Schweizerische Bundesrat dem Vorschlag Badens grundsätzlich zu, und am 14. und 15. September 1920 trafen sich die schweizerischen und badischen Delegierten der Kommission in Schaffhausen zur ersten «Internationalen Konferenz betreffend die Erstellung weiterer Kraftwerke am Rhein zwischen Basel und dem Bodensee». Dabei wurden unter anderem die mögliche Stufeneinteilung sowie gemeinsame Grundsätze für die Ausbaugrössen der Kraftwerke besprochen. Danach sollten zum Beispiel die Kraftwerke mindestens für diejenige Wassermenge ausgebaut werden, die während 180 Tagen im Jahr vorhanden ist. Zudem sollte Platz vorgesehen werden, damit ein Ausbau auf die an 120 Tagen vorhandene Wassermenge möglich bleibt.

Ferner setzten die Delegierten eine technische Unterkommission ein, welche 1983 durch die «Arbeitsgruppe Hochrhein» abgelöst wurde.

Die «Schweizerisch-deutsche Kommission für die Wasserkraftnutzung auf der Rheinstrecke Basel–Bodensee», so heisst die Kommission heute, tagte bisher 44mal, zum letzten Mal am 4./5. Juli 1989. Die Unterkommission respektive die «Arbeitsgruppe Hochrhein» ist bisher rund 200mal zusammengetreten. Während die Arbeitsgruppe Detailfragen abklärt und die Grundsatzfragen vorbehandelt, ist es Aufgabe der Kommission, über die Grundsatzfragen schlüssig zu werden und formell Übereinstimmung zu erzielen. Die Kommission kann jedoch keine Beschlüsse fassen. Sie arbeitet lediglich Empfehlungen zuhanden der in beiden Staaten entscheidenden Behörden aus.

Im Laufe der Jahrzehnte wurden alle wichtigen Probleme und Fragen der Wasserkraftnutzung, die sich zwischenstaatlich am Hochrhein stellten, in den beiden Gremien behandelt.

Planungen und Realisierungen

Da das Resultat des 1914 durchgeführten Wettbewerbs über eine Gesamtplanung des Hochrheinausbaus nicht in allen Teilen befriedigen konnte, fasste die Kommission 1922 den Entschluss, ihrerseits einen Entwurf aufzustellen.

Diese Planungen sind in der Folge immer wieder überarbeitet worden, ohne jedoch die grundsätzliche Stufeneinteilung wesentlich zu ändern. Erwähnenswert ist, dass damals die Ziele der Schiffbarmachung wenn nicht sogar höher, so doch zumindest gleichrangig wie die Ziele der Nutzbarmachung der Wasserkräfte eingestuft wurden.

Bei den Schiffahrtsanlagen blieb es mit Ausnahme von Birsfelden, wo gleichzeitig mit dem Kraftwerk Schiffahrtsanlagen zur Aufrechterhaltung der bestehenden Schiffahrt erstellt wurden, bis heute bei den Planungen. Für die Wasserkraftnutzung wurden dagegen 11 der insgesamt 12 vorgesehenen Stufen realisiert.

Zwischen 1930 und 1941 wurden die Stufen Ryburg-Schwörstadt, Albbruck-Dogern und Reckingen gebaut.

In den 50er Jahren konnten die Kraftwerke Neuhausen, Birsfelden und Rheinau und in den 60er Jahren die beiden letzten Anlagen am Hochrhein, Schaffhausen und Säckingen, in Betrieb genommen werden.

Daneben erfolgten auch erste Überlegungen im Hinblick auf den Ausbau der bestehenden Anlagen. Beachtlich gefördert wurden diese Bestrebungen dadurch, dass in den 70er Jahren der Bau von Kernkraftwerken ins Stocken geriet und bei den ältesten Anlagen das Ende der Konzession näher rückte.

Der stetige Ausbau des Hochrheins zur Wasserkraftnutzung zeigt in anschaulicher Art und Weise die Entwicklung auf dem Gebiete des Kraftwerkbaus. Die Ausbauwassermenge stieg im Laufe der Zeit allmählich an. Bezogen auf die mittlere Abflussmenge wurde Rheinfelden 1898 lediglich zu 60% ausgebaut. Das im Jahre 2004 in Betrieb zu nehmende neue Kraftwerk Rheinfelden wird etwa 140% der mittleren Abflussmenge verarbeiten können.

Grenzkraftwerke

Der Vollzug der Bundesgesetzgebung im Bereich der Nutzbarmachung der Wasserkräfte untersteht der Oberaufsicht des Bundes, liegt aber grundsätzlich bei den Kantonen oder bei anderen von der kantonalen Gesetzgebung bezeichneten Gemeinwesen. Betrifft die Erteilung oder Ausübung von Rechten an Wasservorkommen das internationale Verhältnis, so entscheidet unter Beizug der beteiligten Kantone der Bund. Bei insgesamt 23 Zentralen hat bisher der Bundesrat über die Erteilung der Nutzungsrechte entschieden (Bilder 3 und 4).

Dabei handelt es sich anzahlmässig vor allem um Laufkraftwerke. 15 Zentralen stehen auf schweizerischem Territorium, 8 im Ausland. Mit Ausnahme der Zentrale Wyhlen, hier gilt aber zusammen mit der Zentrale Augst eine spezielle Regelung, kann die Schweiz aufgrund der festgelegten Hoheitsanteile bei allen Zentralen über einen mehr oder weniger grossen Prozentsatz der produzierten Energie verfügen. Insgesamt weisen die internationalen Wasserkraftwerke eine mittlere Produktionserwartung von rund 6500 GWh und eine maximal mögliche Leistung von knapp 1500 MW auf. Die entsprechenden Werte bezogen auf die der Schweiz zustehenden Hoheitsanteile betragen 3378 GWh bzw. 789 MW.

Im Vergleich mit sämtlichen Wasserkraftwerken der Schweiz sind dies rund 10% (Produktionserwartung) und knappe 7% (Leistung).

11 Kantone verfügen über Ansprüche auf Energieanteile aus internationalen Wasserkraftanlagen (Bild 5).

Von der gesamten mittleren Produktionserwartung des Kantons Aargau stammt über die Hälfte aus Anlagen am Hochrhein. Womit wir wieder beim Hochrhein wären.

Ausbaustand am Hochrhein

Neben der ausgleichenden Wirkung des Bodensees und der Jurarandseen beeinflussen auch die Speicher in den Alpen mit ihrem Speichervolumen von rund 1,8 Mrd. m^3 das Abflussverhalten des Rheins und damit die mittlere Produktionserwartung der Kraftwerke merklich. Dieser Einfluss zeigt sich in Basel grössenordnungsmässig durch einen vom Sommerhalbjahr ins Winterhalbjahr verlagerten Abfluss von etwa 100 m^3/s.

Die 12 Hochrheinkraftwerke (inkl. Neuhausen) verfügen heute über eine mittlere Produktionserwartung von rund 4200 GWh. Der schweizerische Anteil beträgt aufgrund der festgelegten Hoheitsanteile 2357 GWh (Bild 6).

Rund 70% der der Schweiz zustehenden mittleren Produktionserwartung aus internationalen Wasserkraftanlagen stammen aus den Hochrheinkraftwerken (Bild 1). Berücksichtigt man die hier nicht einbezogene Zentrale Kembs unterhalb Basel, so liegt dieser Prozentsatz noch höher.

Seit der Inbetriebnahme von Säckingen 1966 konnte in bezug auf den Ausbau des Hochrheins zur Wasserkraftnutzung bis vor kurzem kaum mehr Entscheidendes berichtet werden. Wohl wurden verschiedene kleinere Massnahmen zur Leistungssteigerung und Erhöhung der mittleren Produktionserwartung bei einzelnen Kraftwerken durchgeführt, grössere Vorhaben sind jedoch keine realisiert worden.

Name der Zentrale	Betriebs-aufnahme	Maximal mögliche Leistung (MW)	Mittlere jährliche Produktions-erwartung (GWh)	Hoheitsan-teil der Schweiz (%)
La Goule	1894	5,00	26,00	100,00
Wunderklingen	1895	0,41	2,40	100,00
Rheinfelden	1898	22,90	176,00	50,00
Refrain	1907	11,00	60,00	2,50
Augst	1912	17,15	124,00	100,00
Wyhlen	1912	17,00	125,00	0,00
Laufenburg	1914	71,00	502,00	50,00
Eglisau	1920	32,50	240,20	92,80
Chancy-Pougny	1925	38,50	200,00	72,24
Ryburg-Schwörstadt	1931	120,00	760,00	50,00
Kembs	1932	157,50	938,00	20,00
Albbruck	1933	84,00	569,00	54,00
Reckingen	1941	38,00	234,00	50,00
Le Châtelot	1953	30,00	100,00	50,00
Birsfelden	1955	85,20	534,00	60,15
Rheinau	1956	36,00	237,30	61,70
Ferrera I	1962	185,00	318,00	70,00
Säckingen	1966	72,00	492,00	50,00
Schaffhausen	1967	25,40	168,00	91,00
Punt dal Gall	1969	2,30	5,45	100,00
Ovo Spin	1970	50,00	84,10	100,00
Châtelard-Vallorcine	1975	189,00	308,40	50,00
La Bâtiaz	1975	162,00	285,70	50,00
Total		**1451,86**	**6489,55**	

Bild 3. Zentralen der internationalen Wasserkraftanlagen; Stand 1. Januar 1990.

Kanton	Maximal mögliche Leistung (MW)	Mittlere jährliche Produktionserwartung (GWh)
Zürich	46,52	319,59
Baselstadt	44,75	270,64
Baselland	40,74	258,00
Schaffhausen	33,51	229,21
Graubünden	181,80	312,15
Aargau	215,18	1453,17
Thurgau	2,43	16,04
Wallis	175,50	297,05
Neuenburg	15,28	51,50
Genf	27,81	144,48
Jura	5,00	26,00
Total	**788,52**	**3377,83**

	GWh	(%)
Schaffhausen	227	(5,4)
Thurgau	16	(0,4)
Zürich	320	(7,6)
Aargau	1453	(34,6)
Baselland	258	(6,1)
Baselstadt	83	(2,0)
Total	**2357**	**(56,1)**
Baden-Würtemberg	1844	(43,9)

Bild 5, oben. Kantonale Ansprüche auf Energieanteile aus internationalen Wasserkraftanlagen; Stand 1. Januar 1990.
Bild 6, unten. Hoheitsanteile der Kantone an der Produktionserwartung der Hochrheinkraftwerke; Stand 1. Januar 1990.

Optimierung des Ausbaus

In den letzten Jahren sind nun einige alte Konzessionen am Hochrhein abgelaufen. Die neu erteilten Konzessionen für Laufenburg (1986), Augst-Wyhlen (1987) und Rheinfelden (1989) verpflichten die Konzessionäre im Hinblick auf eine möglichst zweckmässige Nutzung der Wasserkraft zu wesentlichen Ausbaumassnahmen, im Falle von Rheinfelden sogar zu einem vollständigen Neubau.

In Laufenburg, wo der Ausbau zurzeit im Gange ist, wird die Ausbauwassermenge um rund 400 m^3/s auf etwa 1400 m^3/s erhöht. In Augst-Wyhlen, wo mit ersten Arbeiten vor kurzem begonnen wurde, ist beinahe eine Verdoppelung der Ausbauwassermenge auf 1500 m^3/s vorgesehen. Ebenfalls 1500 m^3/s sollen im Neubau Rheinfelden verarbeitet werden. Zusätzlich wird bei Rheinfelden das Gefälle durch Aufstau im Oberwasser sowie Vertiefung der Sohle im Unterwasser wesentlich erhöht.

Auch beim Kraftwerk Eglisau, dessen Konzession 1993 abläuft, ist eine Erhöhung der Ausbauwassermenge vorgesehen.

Zurzeit werden im Stauraum von Säckingen rund 1,25 Mio m^3 Kies gebaggert. Dadurch können die Gefällsverhältnisse im Unterwasser von Laufenburg wesentlich verbessert und der Einstauersatz von Säckingen an Laufenburg um rund 20 Mio kWh jährlich reduziert werden.

Eine weitere Baggerung ist im Unterwasser von Reckingen geplant. Da dieses Vorhaben über die bisherige untere Konzessionsgrenze hinausreichen würde, wäre eine Zusatzkonzession notwendig. Ein entsprechendes Gesuch wurde den Behörden eingereicht und befindet sich zurzeit in Prüfung. Mit der Baggerung wäre in Reckingen eine Mehrproduktion von rund 35 Mio kWh möglich.

Durch die begonnenen, beschlossenen oder geplanten Ausbaumassnahmen wird sich die bisherige mittlere Produktionserwartung der 12 Hochrheinkraftwerke um beachtliche 800 GWh oder 20% auf rund 5000 GWh erhöhen. Dies entspricht rund viermal der heutigen Produktion von Rheinfelden. Die Wasserkraft des Rheins leistet damit noch einiges an die Produktionserhöhung in der Schweiz.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nach Abschluss der Ausbaumassnahmen die Nutzung der Wasserkraft am Hochrhein einen hohen Stand erreicht haben wird. Einen Stand, den es auch andernorts vermehrt zu realisieren gilt.

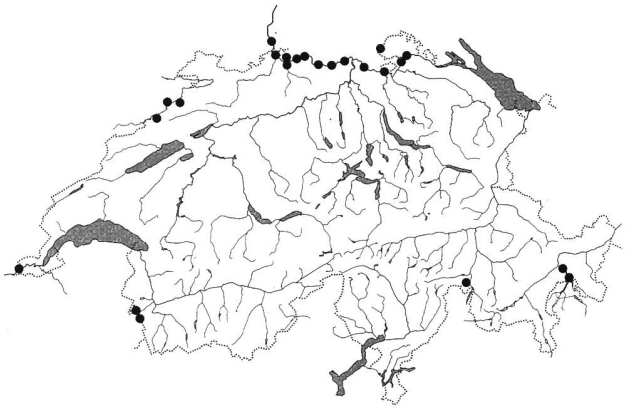

Bild 4. Standort der Zentralen der internationalen Wasserkraftanlagen; Stand 1. Januar 1990.

Adresse des Verfassers: *Richard Chatelain,* dipl. Ing. ETHZ, Sektionschef, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Effingerstr. 77, Postfach, CH-3001 Bern.

Schriftliche Fassung eines Vortrages, den der Verfasser an der Tagung vom 18. Oktober 1990 in Rheinfelden gehalten hat. Diese Vortragstagung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes war dem Thema «Wasserkraft am Hochrhein – ein umweltfreundlicher Beitrag an unsere Elektrizitätsversorgung» gewidmet.