

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 76 (1958)  
**Heft:** 45

**Artikel:** Der Ausbau unserer Wasserkräfte  
**Autor:** Oesterhaus, M. / Chavaz, F. / Müller, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64078>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

## Der Ausbau unserer Wasserkräfte

DK 621.29.001.1

Von Dr. M. Oesterhaus, Direktor, F. Chavaz, Vizedirektor, und H. Müller, Sektionschef des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bern

### I. Die Bedeutung der Wasserkraftnutzung im Rahmen der schweizerischen Energie- und Volkswirtschaft

Unser Land ist arm an *natürlichen Rohstoffen*, und seine Wasserkräfte stellen den am reichlichsten vorhandenen Rohstoff dar. Als weitere landeseigene Energiequellen verdienen noch das Brennholz und der Torf erwähnt zu werden. Ob und wie weit diese Lage durch die Erschliessung allfälliger Erdöllager geändert werden könnte, wird die Zukunft zeigen.

Zugleich weist die Schweiz unter allen Staaten Europas wohl das ungünstigste Verhältnis zwischen Nahrungsraum und Bevölkerungsdichte auf. Unter diesen ungünstigen Bedingungen musste sie sich stark *industrialisieren*, um ihrer relativ grossen Einwohnerzahl Arbeit und Brot verschaffen zu können, und sie war dabei besonders auf ihren eigenen Rohstoff Wasserkraft angewiesen.

Es ist deshalb nicht erstaunlich, vielmehr sehr charakteristisch, dass bei uns die Nutzung der Wasserkraft schon sehr früh eingesetzt hat und die *Erzeugung von Elektrizität* fast ausschliesslich mit ihr verbunden ist; die thermische Erzeugung machte bisher weniger als 2 % der gesamten Jahreserzeugung aus.

Die Wasserkräfte und das Brennholz sowie der Torf decken allerdings nur etwa ein Drittel (1955: 33,4 %) des gesamten *Energieverbrauches*. Auch bei voller Ausnützung der als bauwürdig erachteten Wasserkräfte wird der Anteil von Brennholz, Torf und Wasserkraft an der Deckung des Rohenergieverbrauches kaum mehr wesentlich ansteigen und auf lange Sicht, weil der Energiekonsum noch anwachsen wird, voraussichtlich unter den heutigen Prozentsatz zurückfallen. Wir können also weiter festhalten, dass die Schweiz trotz ihrer Wasserkräfte auf die *Einfuhr grosser Mengen fossiler Brennstoffe* angewiesen ist und sich deshalb im Vergleich mit andern Ländern in einer besonders verwundbaren Lage befindet, aber auch, dass der Ausnützung der Wasserkräfte vor allem aus folgenden zwei Gründen eine sehr hohe Bedeutung zukommt: Einmal handelt es sich, wie erwähnt, um die Verwertung unseres wichtigsten einheimischen Rohstoffes, der unsere Abhängigkeit vom Auslande stark mildert, und zweitens stellt die Elektrizität, die aus den Wasserkraften mit geringsten Gesteitungskosten gewonnen werden kann, eine besonders vielseitig verwendbare und daher wertvolle Energieform dar.

Diese grosse Bedeutung der Wasserkraftnutzung kommt dadurch in charakteristischer Weise zum Ausdruck, dass der *Elektrifizierungsgrad*, d. h. der Anteil der Wasserkräfte am gesamten Energieverbrauch in der Schweiz (rund ein Viertel) im Vergleich zu andern Ländern hoch ist. Die Schweiz dürfte darin nach Norwegen unter allen Ländern an zweiter Stelle stehen. Sie steht aber auch hinsichtlich der *absoluten Höhe des Verbrauches* an elektrischer Energie pro Kopf der Bevölkerung weit vorne. Mit rund 2850 kWh pro Kopf der Bevölkerung (1956) nimmt sie diesbezüglich hinter Norwegen, Kanada, USA und Schweden den fünften Platz ein. Im Vergleich zu unseren Nachbarstaaten steht sie diesbezüglich weit an der Spitze; denn der Verbrauch an elektrischer Energie pro Kopf der Bevölkerung ist in der Schweiz fast zweimal so gross wie in der westdeutschen Bundesrepublik und wie in Oesterreich, fast zweieinhalbmal so gross wie in Frankreich und rund dreieinhalbmal so gross wie in Italien.

Die *Entwicklung des Verbrauches an Elektrizität* ist durch eine bisher von Jahrzehnt zu Jahrzehnt steigende Zunahme charakterisiert. Am stärksten ausgeprägt war die Verbrauchszunahme seit 1940/41 bei *Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft*. Der hohe Anteil dieser Konsumentengruppe von 47 % des gesamten Elektrizitätsverbrauches, der denjenigen der Industrie (43 %) übertrifft, ist ein weiteres Merkmal

der schweizerischen Energiewirtschaft und erklärt sich namentlich durch die gewaltige Ausdehnung, die die Verwendung elektrischer Apparate in allen Bevölkerungs- und Berufskreisen sei es zur Verbesserung der Wohnhygiene, sei es zur Erleichterung der täglichen Arbeiten in Haus, Werkstatt und Hof seit Ausbruch des zweiten Weltkrieges erfahren hat.

Aber auch ganz allgemein hat der Elektrizitätsverbrauch eine Steigerung infolge des *Mangels an Arbeitskräften*, welcher zu einer weitgehenden Rationalisierung zwingt, erfahren; der Jahresverbrauch an elektrischer Energie pro Arbeiter hat seit der Vorkriegszeit um rund 40 % zugenommen.

Ganz allgemein bewirkt auch die *Steigerung der Produktivität*, die eine Voraussetzung der Hebung des Lebensstandards ist, eine Steigerung des Stromverbrauches, und zwar eine überproportionale; es wurde berechnet, dass, wenn die Produktivität der schweizerischen Industrie zwischen 1950 und 1955 durchschnittlich um 2,3 % im Jahr gesteigert werden konnte, die jährliche Zuwachsrate des Verbrauches an Industriestrom pro Arbeiter im gleichen Zeitraum rund 5 % betrug.

### II. Rücksichtnahme auf Natur- und Heimatschutz

Die Vorteile einer weitgehenden Elektrifizierung werden von unserer Bevölkerung offenbar sehr geschätzt und es lohnt sich immer wieder nachzudenken über all die Vorteile dieser auf der Nutzung unserer Wasserkräfte beruhenden Elektrifizierung für unsere Unabhängigkeit und Sicherheit in Kriegs- und Krisenzeiten; für unsere Landschaft und Städte in hygienischer und ästhetischer Hinsicht im Vergleich zu Ländern mit viel kleinerem Elektrifizierungsgrad, dafür mit unvergleichlich mehr Rauch und Staub; für unsere Touristik und den Fremdenverkehr; für unsere hart um ihr tägliches Brot ringende Gebirgsbevölkerung sowie die ganze übrige Volkswirtschaft und unsere staatspolitischen Bedürfnisse, besonders hinsichtlich der Förderung der Dezentralisation. Ueber die dringend nötigen Vorteile für die Gebirgsbevölkerung macht sich der Städter in all seinem Komfort, trotz Ferienaufenthalten in den Bergen, öfters noch gar kein richtiges Bild, weshalb wir uns gestatten, folgendes aus einem Schreiben einer Berggemeinde zu zitieren:

«Wir wohnen zum grössten Teil «ob Wald» und heizen unsere Stuben unter Zuhilfenahme von Schafmist, weil uns das Holz zu teuer kommt und dazu in den alsdann nötigen Mengen in der Gemeinde gar nicht erhältlich wäre. Für einen Zukauf und Zutransport von Brennholz von ausserhalb der Gemeinde würden die Mittel fehlen. Leider mussten wir seit dem Jahre 1908 immer wieder, d. h. alljährlich die Unterstützung durch den Kanton in Anspruch nehmen, weil wir aus eigener Kraft den Anforderungen nicht genügen konnten. Dementsprechend war denn auch die Abwanderung und ist der Schuldbetrag der Gemeinde an den Kanton aus geleisteten Unterstützungen.»

Sie können sich sicher leicht vorstellen, dass wir angesichts dieser Sachlage mit Aufmerksamkeit die Entwicklung des Kraftwerkbauens in unserem Tale verfolgt haben. All unsere Hoffnung richtete sich nun nach diesen Kraftwerkprojekten hin, aus der Erkenntnis heraus, dass dieser Werkbau weitgehend dazu werde beitragen können, unsere Lebens- und damit Existenzbedingungen zu heben. Als die Werkprojekte begannen, konkrete Formen anzunehmen, richteten wir uns vor allem darauf aus, für unsere Siedlungen elektrischen Strom und tragbare Verbindungen nach aussen zu erhalten.

Heute ist noch der weitaus grösste Teil der Gemeinde ohne elektrisches Licht. Die Werke erklärten sich bereit, der Gemeinde . . . . . einen Vorausanteil an Gratisstrom zuzuteilen. Für dieses Verständnis sind wir den Werken sehr dankbar. Die Versorgung mit Strom und dabei vor allem mit billiger Energie und die Strasse, das waren für uns von allem Anbeginn an zwei der lebenswichtigsten Faktoren und sind es noch heute.»

Schon früh hat sich jedoch die Frage gestellt, ob wir für die erwachsenden Vorteile nicht etwa durch eine Schmälerung

der Schönheiten unseres Landes, durch Eingriffe in seine Natur und die Vernichtung ehrwürdiger Zeugen aus unserer Vergangenheit zu viel bezahlen. Es scheint deshalb gegeben, hier auch noch auf diese wichtige Frage in rein persönlicher Weise kurz einzutreten. Sie ist schon sehr früh in bewundernswert weitsichtiger Art und Weise behandelt worden. Folgende Aeusserungen<sup>1)</sup> früherer, prominenter Natur- und Heimatschutzvertreter dürften sicher das Interesse des Lesers finden, wobei wir noch ganz generell darauf hinweisen möchten, dass die Natur in unserem Lande, das nur zu etwa einem Viertel aus fruchtbarem Kulturland besteht, im gesamten Kreise gesehen nicht schlecht wegkommt. Der Basler Regierungsrat *Albert Burckhardt-Finsler*, erster Obmann des Schweizerischen Heimatschutzes, schrieb im Jahre 1907:

«Da feststeht, dass man erst dann von einem Volk Sinn und Verständnis für das Schöne verlangen kann, wenn seine Lebensbedingungen eine gewisse Höhe erreicht haben, wenn ein gewisses materielles Wohlbefinden vorhanden ist, so kann gerade die Gewinnung elektrischer Kraft, von der wir mit Bestimmtheit für die weitesten Kreise eine Hebung ihrer Erwerbsverhältnisse wohl mit Recht erwarten, mittelbar ein wichtiger Faktor auch für die Bestrebungen des Heimatschutzes werden.»

Der Berner Untersuchungsrichter *Arist Rollier* schrieb 1912 (in der Zeitschrift «Heimatschutz»):

«Der Heimatschutz muss modern sein, wenn er überall Vertrauen gewinnen und ins Volk eindringen will — freilich modern im guten Sinne, indem er einerseits die neuzeitlichen Bedürfnisse verstehen lernt und ihnen neue gute Ausdrucksformen finden hilft, und andererseits, indem er als Anwalt für den Respekt vor den bestehenden Schönheiten eintritt, selbst wenn dieser etwas kosten sollte.»

Rollier lobt das Kanderaquädukt der Bernischen Kraftwerke, weil es «so natürlich und zugleich künstlerisch gestaltet» ist; Fluss-Stauwerke wie Augst-Wyhlen werden als «recht grossartig im guten Sinn», «künstlerisch vollendet», ja «wundervoll» bezeichnet.

Von grossem Interesse ist auch, was die Initianten des *Naturschutzartikels im Eidg. Wasserrechtsgesetz*, nämlich des Art. 22, der besonders in der Rheinaufgabe eine so grosse Rolle spielte, in ihrer «Eingabe vom 12. Oktober 1911 über Heimatschutzinteressen in der eidg. Wasserrechtsgesetzgebung» schrieben, nämlich:

«Wir hoffen, dass diese idealen und massvollen Forderungen im neuen Gesetz Aufnahme finden, um so mehr, da sie zu einer Popularisierung und zur gesunden Fortentwicklung der modernen Wasserkraftgewinnung redlich beitragen möchten. Denn sie entspringen zum guten Teil einem fortschrittlichen Gedanken, der Einsicht, dass moderne Kraftwerke sogar zur Verschönerung eines Landschaftsbildes dienen können, wenn sie mit Rücksicht auf die Eigenart der Natur gestaltet werden.»

In der in der Fussnote<sup>1)</sup> genannten Festschrift wird auch in interessanter und sehr lesenswerter Art nachgewiesen, «dass Heimatschutz und Technik ursprünglich demselben Milieu entstammen, nicht äussere Feinde, sondern höchstens zwei Seelen in der gleichen Brust sind». So war *Alfred Sarasin*, einer der wichtigsten Mitbegründer der als Pioniertat geltenden Kraftwerke Brusio und von 1915 bis 1953 ihr Verwaltungsratspräsident, durch seinen Bruder *Paul*, den Vorkämpfer des Schweizerischen Nationalparks, und aus eigenem Interesse mit der heimatischen Natur verbunden. *Alfred Sarasin* schreibt von der «Aufgeschlossenheit für die Dinge der uns umgebenden Schöpfung», die er seinem Bruder, dem Naturforscher, verdanke und welche durch ihre volle Herrlichkeit, mehr noch als die Kunst, die Seele mit religiösem Leben erfüllte.

Wir haben nun in den letzten Jahren einige Stürme erlebt und es scheinen sich die Zeichen zu mehren, dass sie sowohl bei den Vertretern der Schutzorganisationen als auch bei jenen der Wirtschaft und der Technik, von denen die grosse Mehrzahl wohl auch zu den Freunden unserer Natur und unserer Heimat zu zählen sind, eine immer wieder erforderliche Renaissance des Denkens herbeigeführt haben, eine Wiedergeburt des humanistischen Natur- und Heimatschutzes.

Hat also nach der erwähnten Festschrift der Dichter *Hermann Hiltbrunner* 1928 geschrieben «wenn man berggemäss baut, respektiert der Berg das Menschenwerk auch. Wenn der Berg selbst es aber respektiert, so dürfen wir er-

warten, dass auch die Menschen, die ja trotz allem kleiner sind als der Berg, ihr eigenes Werk gelten lassen...», wenn er also das geschrieben hat, so wollen wir dem gerne beipflichten, aber noch weitergehen. «Der Begriff ‚Kultur‘ wird nur retrospektiv verstanden», klagt Architekt *Werner M. Moser* in der ETH-Festschrift 1955 der G. E. P., doch dürfe «die Hochachtung vor der Vergangenheit» uns nicht «in einen Zustand der Minderwertigkeit zum eigenen Bemühen im kulturellen Sektor und in der Architektur im speziellen versetzen». Schöne moderne Wasserkraftanlagen sind, obwohl neu, ebenso sehr als kulturelle Werke zu werten wie Bauwerke aus der Römerzeit, die nur durch den Einsatz von Heeren erbarmungswürdiger Sklaven erstellt werden konnten. So wollen wir diesen Abschnitt mit einem Zitat aus der Rede schliessen, die *Denis de Rougemont*, Directeur du Centre Européen de la Culture, an der Eröffnungsfeier des Kongresses der UNIPÉDE am 30. Juni 1958 in Lausanne gehalten hat:

«La culture de l'Europe a produit la technique; on a pu craindre alors que cette technique asservisse l'homme et tue la vraie culture; mais nous voyons que les progrès techniques les plus récents nous ramènent au contraire vers la culture, et lui donnent un sérieux nouveau, une importance économique croissante.»

### III. Energieerzeugung und Bedarfsentwicklung

#### 1. Die mögliche Erzeugung beim Vollausbau

Uns interessiert immer wieder folgende Frage: Wie lange ist noch eine *ausreichende* Versorgung mit der so geschätzten elektrischen Energie aus unseren Wasserkraften gesichert und wie lange vermag der Ausbau der noch verfügbaren Wasserkraften mit der Zunahme des Bedarfes Schritt zu halten?

Die mittlere mögliche Energieerzeugung der schon bestehenden, in Bau befindlichen und projektierten Kraftwerke ist mit einem guten Sicherheitsgrad im Frühjahr 1955 zu 30 Mld kWh ermittelt worden. Heute darf man schon wohl mit rd. 32 Mld kWh rechnen, vielleicht wird diese Zahl einmal noch höher liegen. Es werden jeweils nicht genau alle vorgesehenen Projekte verwirklicht, dagegen treten an Stelle der aufgegebenen Lösungen andere.

#### 2. Die zukünftige Bedarfsdeckung

Das Ende des Ausbaues unserer noch nicht genutzten ausbauwürdigen Wasserkraften dürfte, wie gerade in neuester Zeit öfters durch Publikationen bekanntgegeben worden ist, je nach der weiteren wirtschaftlichen Entwicklung in 15 bis 20 Jahren, vielleicht aber auch, was wenig wahrscheinlich ist, noch etwas später abgeschlossen sein. Man muss sich also bereits nach andern Energiequellen zur Erzeugung von Elektrizität umsehen. Um hierfür nicht von der laufenden Einfuhr von Kohle und Oel abhängig zu werden, ist sehr zu hoffen, dass sich bis zur vollen Inanspruchnahme unserer Wasserkraften Energie zu einigermaßen wirtschaftlichen Bedingungen aus eigenen Atomkraftwerken erzeugen lässt, für die der Brennstoff leicht für mehrjährigen Betrieb gelagert werden könnte.

Leider besteht gegenwärtig für den Fall des Eintrittes eines wasserarmen Jahres eine bedenkliche Mangellage, und das heutige Ausbautempo müsste bei Anhalten der Bedarfssteigerung der letzten Jahre noch beschleunigt werden — was aber kaum möglich ist —, oder es müsste Energie eingeführt werden, wenn man diese Mangellage beseitigen möchte. Bei einer merklich langsameren Entwicklung des Bedarfes als bisher würden sich andererseits namentlich in nassen Jahren und im Sommer vorübergehend erhebliche Ueberschüsse ergeben.

Damit erhalten wir einen Einblick in die grossen, mit dem weiteren Ausbau verbundenen Schwierigkeiten und Anforderungen, denen sich die verantwortlichen Kraftwerkunternehmungen gegenübergestellt sehen und die vor allem durch die Ungewissheit hinsichtlich der Bedarfsentwicklung und der Wasserführung der Gewässer bedingt sind. Daraus erhellt auch die *Wichtigkeit der Verbindungen mit dem Ausland*, welche die Voraussetzung bilden, um entweder mangelnde Energie einführen, oder allfällige Ueberschüsse exportieren zu können.

#### 3. Die Versorgungslage des Auslandes

Die Verhältnisse in Europa und ihre Entwicklung sind besonders durch den Bericht vom Mai 1956 einer Expertengruppe des *Europäischen Wirtschaftsrates* in Paris (OECE) «Euro-

<sup>1)</sup> Aus: Festschrift 1954 der Kraftwerke Brusio, verfasst von Privatdozent Dr. phil. *Walter Rüegg* (vgl. besonders Kapitel VII «Mensch und Technik: Humanistischer oder romantischer Heimatschutz», das eine ganz hervorragende Darstellung des Problems gibt).

pas Energiebedarf, sein Anwachsen, seine Deckung» sowie durch die, der 5. Weltkraftkonferenz vom Juni 1956 in Wien vorgelegten Berichte und die dortigen Verhandlungen beleuchtet und erkennbar gemacht worden (Bild 1). An der 5. Weltkraftkonferenz kam in Uebereinstimmung mit dem OECE-Bericht u. a. klar und eindeutig folgendes zum Ausdruck:

a) Das weitere Andauern des *bisherigen Anstieges des Energieverbrauches* — wenn keine unerwarteten Störungen, wie Krieg oder grosse Krisen eintreten — in einem Ausmasse, dass die Anstrengungen zur Erschliessung der Bodenschätze und zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte noch dringlich gesteigert werden müssen. Dazu bedürfe es der gemeinsamen Arbeit und der gegenseitigen Hilfe aller Beteiligten. Der OECE-Bericht kommt diesbezüglich zum Schluss, dass die Regierungen darüber wachen sollten, keine gesetzlichen oder administrativen Massnahmen zu treffen, welche die Ausnützung der Energiequellen gefährden oder verzögern.

b) Der relativ bescheidene Beitrag der *Atomenergie* in den nächsten zwei Jahrzehnten zur Deckung des steigenden Bedarfs.

c) *USA, Russland und Kanada*, denen ausser Wasserkraften, Kohle und Oel auch Uran in grossem Umfange zur Verfügung steht, werden in den kommenden Jahren die elektrische Produktion aus Wasserkraft und fossilen Brennstoffen in bedeutend grösserem Ausmasse steigern als jene aus Atomenergie. In *Grossbritannien* wird neben dem Programm für die Atomkraftwerke auch ein grosses Programm für die Erstellung weiterer klassischer Brennstoff-Kraftwerke verwirklicht, und der Ausbau der vorhandenen Wasserkräfte wird energisch gefördert<sup>2)</sup>. Der grossen noch bestehenden Unsicherheiten wegen ist die Inangriffnahme eines grösseren Atomkraftwerkprogrammes mit derartigen finanziellen und wirtschaftlichen Risiken verbunden, dass heute der Einsatz der Atomenergie begreiflicherweise nur langsam und auf lange Zeit hinaus in relativ bescheidenem Umfange vorgesehen wird. Grossbritannien, das aus einer Notlage heraus rascher handeln muss, sucht deshalb so weit wie möglich seine übrigen Energiequellen einzusetzen.

<sup>2)</sup> Vgl. SBZ 1958, Heft 35, S. 507, A. Kroms: «Kernkraftwerke im britischen Verbundsystem», insbesondere Tabelle 3.

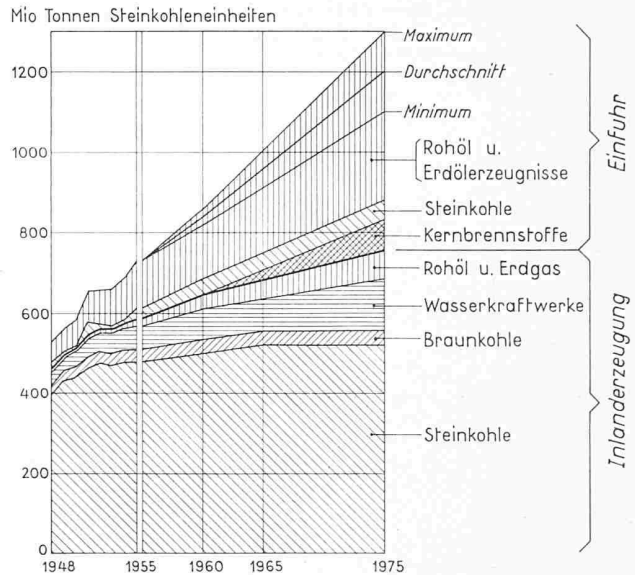


Bild 1. Primäre Energie, Verbrauch und Versorgung in den Ländern der OECE (Graphique 3 «L'Europe face à ses besoins croissants en énergie», OECE, publié en mai 1956).

d) *Wasserkräfte*, wie man sie heute als etwa ausbauwürdig betrachtet, werden auch in Zukunft ihren vollen Wert behalten, wobei *Speicherwerke* noch erhöhte Bedeutung gewinnen werden. Dies setzt natürlich voraus, dass der Ausbau der noch nicht genutzten Wasserkräfte nicht durch zu hohe Auflagen und zu weitgehende Begehren belastet wird.

e) Die *internationale Zusammenarbeit*, vor allem jene von Staat zu Staat, ist von grosser und zunehmender Bedeutung. Diese liegt in Westeuropa besonders in einer besseren Ausnützung der Produktionsmöglichkeiten über die Landesgrenzen hinweg durch einen zeitlich in geeigneter Weise gestaffelten *Austausch von Energie*.

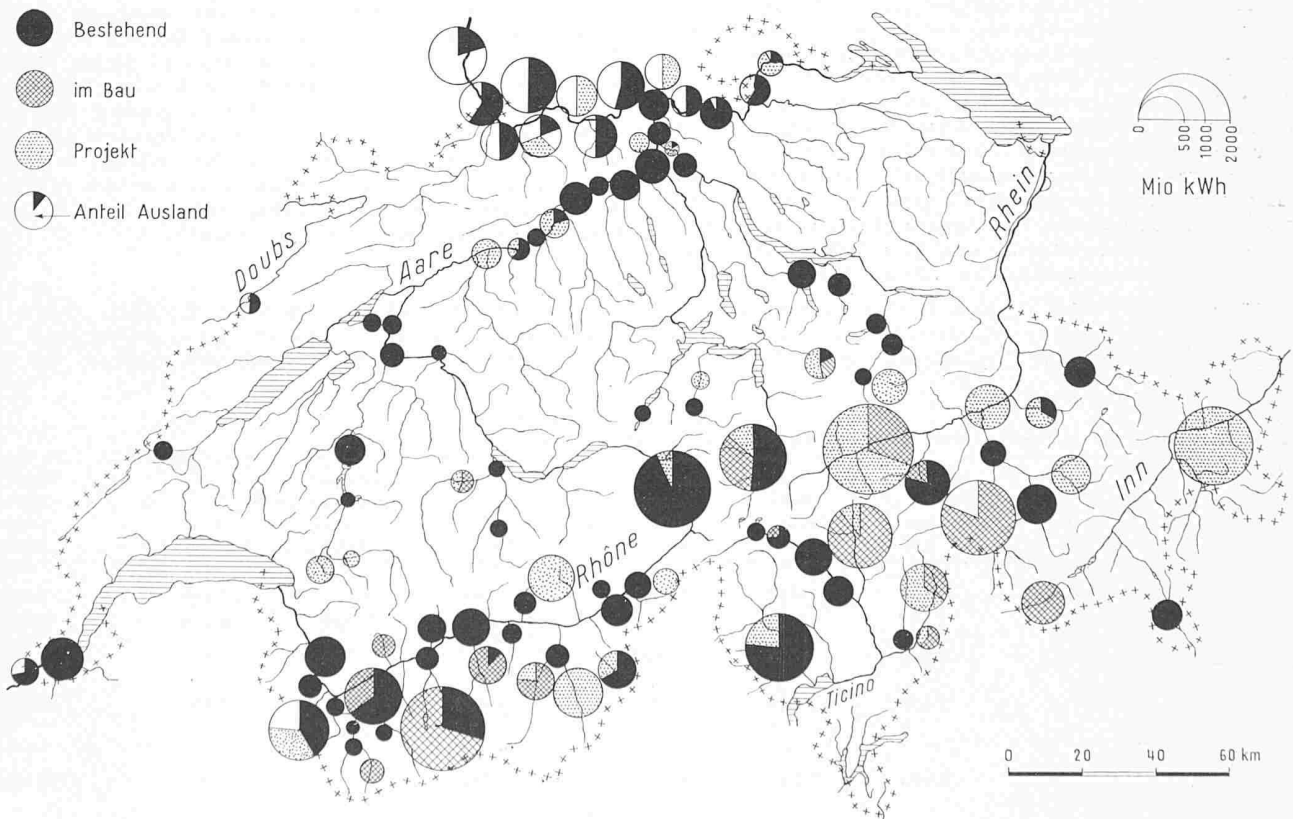


Bild 2. Schweizerische Wasserkräfte, Stand Januar 1958. Wasserkraftwerke mit einer mittleren jährlichen Erzeugungsmöglichkeit von über 50 Mio kWh, 1:2 000 000.

Bild 3. Entwicklung der Leistung und der mittleren jährlichen Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke mit über 300 kW installierter Leistung.

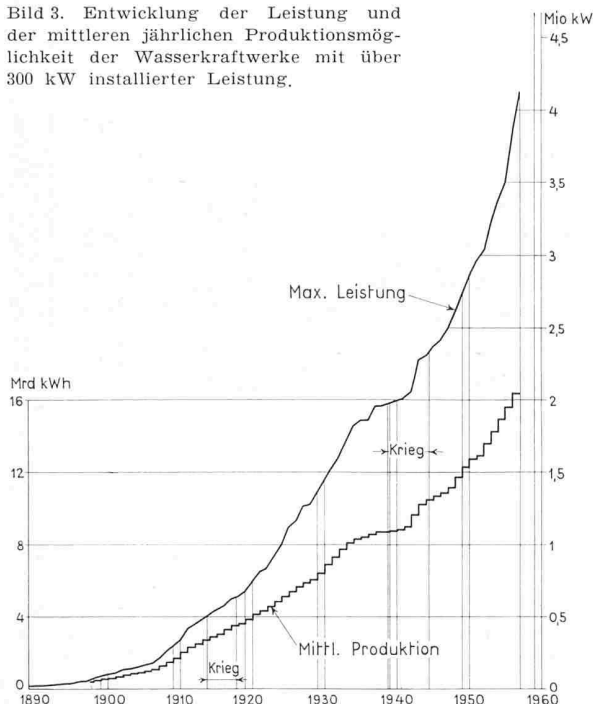
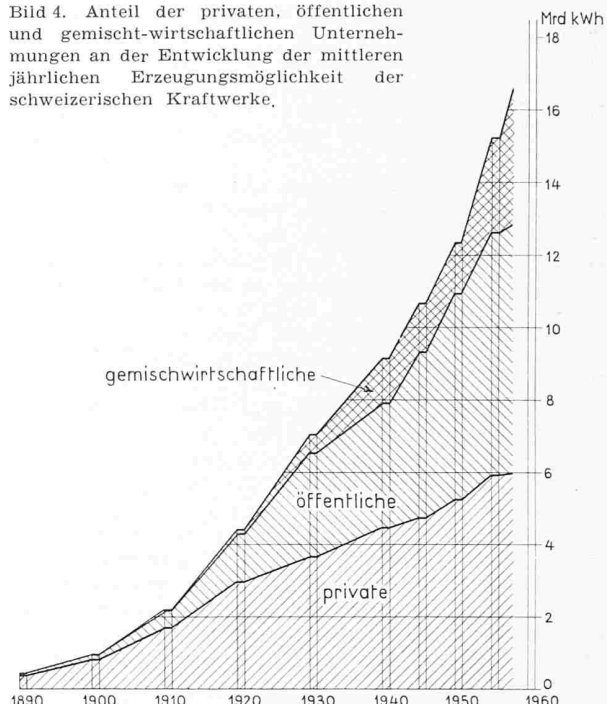


Bild 4. Anteil der privaten, öffentlichen und gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen an der Entwicklung der mittleren jährlichen Erzeugungsmöglichkeit der schweizerischen Kraftwerke.



#### IV. Heutiger Stand der Projektierung und des Ausbaues

##### 1. Allgemeine Bemerkungen

Bild 2 gibt einen geographischen Ueberblick über den Stand des Ausbaues unserer Wasserkräfte. Von den als ausbauwürdig erachteten Anlagen mit einer totalen Erzeugungsmöglichkeit von insgesamt rd. 32 Mld kWh entfallen auf den grössten Gebirgskanton der Schweiz, Graubünden, rd. 8,4, auf den Kanton Wallis rd. 7,8 und auf den Kanton Tessin rd. 3 Mld kWh, d. h. rd. 60 % der ausbauwürdigen Wasserkräfte sind auf diese drei Gebirgskantone konzentriert.

Bild 3 zeigt, wie die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit und die in Wasserkraftwerken installierte Leistung im Verlaufe der Jahre zugenommen haben und besonders in den letzten Jahren rasch angestiegen sind. Am 1. Januar 1958 befanden sich 318 hydroelektrische Werke von mehr als 300 kW in Betrieb, davon 60 mit Jahresspeicherbecken (vgl. Tabelle 1). Die mögliche mittlere jährliche Energieerzeugung dieser Werke beträgt rund 17,5 Mld kWh, was mehr als die Hälfte der heute als ausbauwürdig betrachteten Menge ausmacht. Die maximale Leistung betrug am 1. Januar 1958 4,2 Mio kW. Am gleichen Tag standen 31 Werke im Bau. Die *Anlagekosten* der in *Betrieb und Bau* befindlichen Werke betragen, ohne Verteilanlagen, rd. 7,5 Mld Franken.

Diese Kosten werden bis zum Ausbau der heute etwa als ausbauwürdig angesehenen Wasserkräfte auf rd. 11,5 Mld Franken anwachsen. Zum Vergleich sei bemerkt, dass heute

der Anlagewert der SBB rd. 3,5 Mld Fr. und jener aller schweizerischen Bahnen rd. 4,5 Mld Fr. betragen.

Tabelle 1 erlaubt auch eine interessante Feststellung über das *Verhältnis der Sommer- zur Winterproduktion*. Heute beträgt der Anteil der Winterproduktion an der gesamten Jahresproduktion, wenn man die gesamten Speichervorräte dem Winter zurechnet, 46 %, nach Erstellung aller heute etwa als ausbauwürdig angesehenen Anlagen rd. 52 %. Damit wird ein langerstrebtes Ziel, nämlich ein kräftiges Anwachsen der Winterproduktion, erreicht sein. Das Speichervolumen betrug am 1. Januar 1958 1500 Mio m<sup>3</sup> und wird bis zum Endausbau auf rd. 3550 Mio m<sup>3</sup> ansteigen; bezogen auf den Energieinhalt ist die relative Zunahme noch grösser. Wie Bild 4 zeigt, entfallen rd. 64 % der Produktion auf öffentliche oder gemischtwirtschaftliche Unternehmungen. Bei den Werken der Allgemeinversorgung dürften heute wohl rd. 70 bis 75 % des investierten Kapitals dem öffentlichen Einfluss unterliegen. Es gebührt sich aber, immer wieder die grossen, noch nicht zu Ende gegangenen Pionierarbeiten und die auch noch heute sehr wichtige Rolle der privaten Unternehmungen zu betonen. Geben wir uns nun Rechenschaft über den Stand des Ausbaues und die hauptsächlichsten weiteren Ausbaumöglichkeiten in den einzelnen Landesgegenden!

##### 2. Saanegebiet

Hier ist verschiedenes noch nicht abgeklärt, doch ist die Abklärung im Gange. Der Regierungsrat des Kantons Bern hat am 4. Dezember 1956 das Konzessionsgesuch des Kon-

Tabelle 1. Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte (Stand am 1. Januar 1958)

Werke	Höchstleistung (Generator) MW	Speicher		Mögliche mittlere Energieproduktion <sup>1)</sup>			Ungefähre Anlagekosten <sup>2)</sup> Mio Fr.
		Nutzinhalt Mio m <sup>3</sup>	Energieinhalt Mio kWh	Winter Mio kWh	Sommer Mio kWh	Jahr Mio kWh	
in Betrieb	4 244	1 513	2 982	7 995	9 474	17 469	3 325
in Bau	2 762	954	3 110	3 842	2 306	6 148	4 142
in Betrieb und Bau	7 006	2 467	6 092	11 837	11 780	23 617	7 467
Projekte	2 877	1 078	2 681	4 609	3 844	8 453	3 949
Kleine Anlagen	7	5	7	14	16	30	14
Total bauwürdige Anlagen <sup>3)</sup>	9 890	3 550	8 780	16 460	15 640	32 100	11 430

1) bei 100%iger Füllung der Speicher im Sommer (April-September) und 100%iger Entleerung im Winter (Oktober-März).

2) ohne Verteilanlagen.

3) ohne Anteil des Auslandes.



Bild 5. Hongrin, Staubecken talaufwärts gesehen.

sortiums *Sanetschwerk* für die Ausnützung der Saane und des Geltenbaches in einer bei Gsteig gelegenen Zentrale abgelehnt. Der Geltenschuss bleibt somit erhalten und die Bevölkerung von Launen hat diesen Entscheid mit Glockengeläute gefeiert. Die Konzessionsbewerber wurden aufgefordert, ein Konzessionsgesuch einzureichen, das nur die Ausnützung der Saane allein auf der Strecke Sanetschalp-Gsteig zum Gegenstand hat. Ein solches Projekt ist in der Folge auch ausgearbeitet worden, und die Bernische Regierung hat die Konzession dafür erteilt. Die Gemeinden Gsteig und Saanen haben aber diese Konzessionserteilung angefochten und dem Bundesrat eine Beschwerde eingereicht. Ihre Bestrebungen gehen dahin, den Sanetschschuss aus Gründen des Landschaftsschutzes teilweise zu erhalten. Um dies zu erreichen, solle der Oldenbach, dessen Nutzung nicht im Zusammenhang mit dem Sanetschwerk vorgesehen war, mit einbezogen und teilweise für die Dotierung des Sanetschschusses verwendet werden.

Für die Nutzung der *oberen Saane* und des *Jaunbaches* mit ihren Zuflüssen bis zum Lac de Gruyères wurden seinerzeit im Rahmen einer Gesamtausbau studie über dieses Gebiet, welche das Amt für Wasserwirtschaft leitete, verschiedene Möglichkeiten untersucht, deren Verwirklichung von noch zu treffenden Entscheiden abhängt. In diesem Zusammenhang ist auch das *Hongrinprojekt* zu nennen, Bild 5. Hier handelte es sich darum, zu entscheiden, ob der Hongrin, der etwas unterhalb Montbovon in die Saane mündet, Richtung Genfersee oder Richtung Saane genutzt werden soll. Ueber diese Frage waren seit längerer Zeit Verhandlungen zwischen den Kantonen Freiburg und Waadt im Gange, welche am 7. Oktober 1958 zu einer Regelung mit Ableitung nach dem Genfersee geführt haben.

Die Entreprises Electriques Fribourgeoises haben zusammen mit den Bernischen Kraftwerken eine Studie in Arbeit, welche abzuklären bezweckt, wie die *Saane unterhalb Fribourg* genutzt werden soll. Es wird untersucht, ob vom geplanten Stausee Schiffenen die Nutzung durch Ableitung der Saane in den Murtensee oder im Prinzip dem Flusslauf folgend mit Ueberleitung im unteren Teil in den Wohlensee des bestehenden KW Mühleberg der BKW erfolgen soll. Der zu treffende Entscheid ist von Bedeutung für die geplante vollständige Nutzung der Aare auf der vom bestehenden KW Kallnach genutzten Flussstrecke der Aare.

Eine weitere Möglichkeit im Einzugsgebiet der Saane, die das Amt für Wasserwirtschaft bereits im Jahre 1932 in seiner Publikation Nr. 28 über die Speichermöglichkeiten im Aaregebiet veröffentlicht hat, betrifft die Nutzbarmachung des Schwarzwassers und der Sense mit Zentrale bei Flamatt.

### 3. Wallis

Die grossen und raschen Fortschritte, die der Ausbau der Walliser Wasserkräfte zu verzeichnen hat, sind schon oft beschrieben worden und wohl jedermann gegenwärtig<sup>3)</sup>. Wir beschränken uns deshalb darauf, einen kurzen Ueberblick über die wichtigsten, noch verbleibenden Nutzungsmöglichkeiten zu geben.

<sup>3)</sup> Vgl. «Die Ausbaumöglichkeiten der Schweizerischen Wasserkräfte», Vortrag vom 23. 11. 49 von Dir. F. Kuntschen, siehe SBZ 1950, Nr. 40—42; «Der Weiterausbau unserer Wasserkräfte», Vortrag vom 23. 3. 55 von Dr. Ing. M. Oesterhaus, siehe «Der schweizerische Energie-Konsument» Nr. 8 vom 15. 8. 1955.



Bild 6. Emosson, Blick aus dem Stauraum auf die Sperrstelle.

Das grösste, in sich geschlossene Gebiet, welches gegenwärtig von verschiedener Seite in bezug auf die noch bestehenden Ausbaumöglichkeiten untersucht wird, ist das *Oberwallis* oberhalb Brig. Nachdem die vorgenommenen Sondierungen gezeigt haben, dass die Erstellung eines Grossspeichers im Gasterntal (Berner Oberland), dem ein grosser Teil der rechtsseitigen Oberwalliser Zuflüsse der Rhone zugeleitet werden sollte, aus geologischen Gründen nicht in Frage kommt, hat sich das Problem der Ausarbeitung eines Gesamtausbauplanes der Wasserkräfte des Oberwallis wesentlich vereinfacht. Die bisherigen Untersuchungen und Sondierungen haben bereits erwiesen, dass bei Gletsch ein Stausee von über 100 Mio m<sup>3</sup> Nutzinhalt geschaffen werden kann, dass also auch im Oberwallis, das mit geeigneten Staumöglichkeiten für die Erstellung von Jahresspeichern bedeutend weniger gesegnet ist als das Unterwallis, eine Werkgruppe erstellt werden kann, die hochwertige Spitzenenergie zu erzeugen imstande sein wird. Welche Art der generellen Disposition in wasserwirtschaftlicher Hinsicht die geeignetste ist und den Bedürfnissen der in Frage kommenden Bewerber am besten entspricht, untersucht das Amt gegenwärtig in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen kantonalen Behörden. Schon anlässlich der Ueberprüfung der unteren Stufe des Projektes Gredetsch-Massakin für die Nutzung der Massa und ihrer Zuflüsse, für welches diesen Sommer mit den Vorbereitungsarbeiten begonnen wurde, bildete deren eventuelle Kombination mit der Nutzung der Wasserkräfte des Oberwallis Gegenstand von verschiedenen Untersuchungen und Vergleichen.

Mit dem fortschreitenden Ausbau der grossen Speicherwerke rückt auch die weitere Nutzung der *Rhone* selbst immer mehr in den Bereich der sich noch zeigenden Möglichkeiten des Weiterausbaues der Walliser Wasserkräfte. Die in dieser Hinsicht konkretesten Vorschläge liegen vor für den untersten Abschnitt der Rhone, d. h. vom Unterwasser des bestehenden KW Lavey der Stadt Lausanne bis zum Genfersee. Das Amt hatte es übernommen, im Sinne der Abklärung der bestmöglichen Nutzung, die beiden miteinander im Wettbewerb stehenden Vorschläge zu Handen der beteiligten Kantone Waadt und Wallis auf wasserwirtschaftlich gleicher Basis zu vergleichen.

Eine von den Behörden bereits genehmigte Kraftwerkgruppe, für die gewisse vorbereitende Arbeiten schon aufgenommen worden sind, ist bekannt unter der Bezeichnung Kraftwerk *Mattmark*. Sie wird die Wasserkräfte der Saaser-vispa nutzen, wobei es sich auch hier gezeigt hat, dass ein Jahresspeicherbecken von etwa 100 Mio m<sup>3</sup> Nutzinhalt erstellt werden kann. Die Verwirklichung dieser Kraftwerkgruppe mit Wasserrückgabe beim Zusammenfluss von Saaser- und Mattervispa sowie die im Bau befindlichen und projektierten Kraftwerke im Mattertal rücken ausserdem den Ausbau der Stufe Ackersand-Visp in den Bereich der Möglichkeit.

Das Becken von *Emosson* mit dem Sperrriegel «au Bauqui» (Bild 6), welches sich unmittelbar unterhalb der bestehenden SBB-Staumauer Barberine befindet, bietet eine grosse und sehr günstige Speichermöglichkeit. Wenn diese bis in die letzten Jahre nicht stärker in die Projektstudien einbezogen worden ist, so einmal, weil das rechte Ufer bei der Sperrstelle französisches Territorium ist und dann, weil — wie bei der Dixence — durch das grosse Speicher-

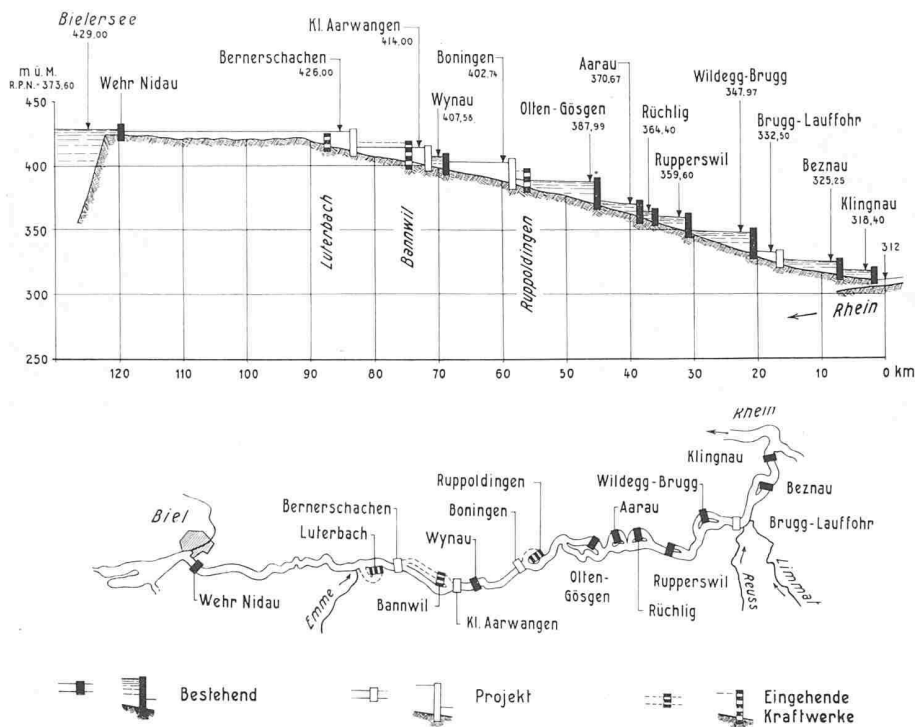


Bild 7. Ausbau der Aare zwischen Bielersee und Rhein.

becken eine bereits bestehende Staumauer, also Barberine, unter Wasser gesetzt wird.

Vor einigen Jahren hat aber ein schweizerisch-französisches Kraftwerkunternehmen ein eingehend ausgearbeitetes Projekt aufgestellt und in beiden Ländern Konzessionsgesuche eingereicht. Das zur Füllung des Speicherbeckens Emission erforderliche Wasser kommt teils aus Frankreich, d. h. aus den benachbarten Gletschern des Tales der Arve, wo sich keine günstigen Speichermöglichkeiten bieten, und teils aus der Schweiz, vor allem aus dem Val Ferret. Die Nutzung erfolgt auf die Schweizerseite bis nach Martigny. Die ersten informatorischen Besprechungen zwischen Vertretern der Behörden der beiden Länder sollen in nächster Zeit stattfinden.

Zwei weitere, kleinere Gebiete, welche für sich allein betrachtet werden können, für welche aber auch schon Gesamtausbauvorschläge vorliegen, sind: der Weiterausbau der Wasserkraft auf der *Simplonsüdseite* und die Nutzung der noch brachliegenden Wasserkraft des *Binnatales* oberhalb der Binnfassung des bestehenden KW Ernen. Für die letz-

tere Möglichkeit liess das Amt für Wasserwirtschaft eine Studie durchführen.

#### 4. Berner Oberland

Die weitaus bedeutendsten noch vorhandenen Möglichkeiten für die Wasserkraftnutzung im Berner Oberland sind im *Gebiete zwischen der Lütchine und der Simme* vorhanden. Es wurden schon von verschiedener Seite generelle Projekte ausgearbeitet, von denen jedoch bis jetzt noch keines bis zum Stadium der Baureife gediehen ist. Die Bestrebungen für einen möglichst umfassenden und zweckmässigen Ausbau gehen weiter, wobei auch hier nach der Aufgabe der Möglichkeit der Erstellung eines Grossspeichers im Gasterntal mit Sperrstelle bei der Gasternklus eine gewisse Vereinfachung der ohnehin nicht leicht zu lösenden Probleme eingetreten ist. Es versteht sich von selbst, dass die Frage der Erhaltung der weit herum bekannten Naturschönheiten und Reservate bei der Planung nicht vergessen wird.

Die *Oberhasliwasserkraft* werden bald fertig ausgebaut sein; die Oberhaslikraftwerke sind immer noch eine der grössten und wohl auch eine der

wirtschaftlichsten Kraftwerkgruppen. Im Rahmen der noch vorhandenen, letzten Nutzungsmöglichkeiten ist dieses Jahr mit der Erstellung der ersten Etappe für die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Gentalen begonnen worden.

Im Einzugsgebiet der *Simme* steht der Bau des Kirel-Filderich-Werkes mit Zentrale bei Erlenbach (Nutzung der Wasserkraft des Dientigtales) vor dem Abschluss; ihm wird die Erstellung der Simmenstufe Erlenbach-Simmenfluh mit Wasserrückgabe oberhalb der Wasserfassung des bestehenden KW Spiez und die noch nicht endgültig abgeklärte Ausnutzung der Stockenseen folgen. Wie die Stufeneinteilung einer allfällig kommenden Nutzung der Simme oberhalb Erlenbach gestaltet werden kann, steht heute noch nicht endgültig fest.

#### 5. Aare-Bielersee-Rhein (Bild 7)

Die vom Schweizerischen Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband durchgeführten Studien für die Schiffbarmachung der Aare zwischen Rhein und Bielersee, an denen sich der Bund sowohl beratenderweise, als auch mit 50 % der Kosten be-

Tabelle 2. Rheinkraftwerke von Basel bis zum Bodensee

Kraftwerk		Inbetrieb- setzung Jahr	Ausbau- wassermenge m <sup>3</sup> /s	Anzahl Einheiten	Inst. Leistung kW	Mittl. jährliche Produktion Mio kWh	Energieanteil der Schweiz %
1. Birsfelden	Bestehend	1955	1300	4	74 800	477*)	59
2. Augst-Wyhlen	Bestehend	1912	800	20	44 000	316	50
3. Rheinfelden	Bestehend	1898	614	20	20 500	164	50
	Projekt 1958		1310	6	80 400	449*)	50
4. Ryburg-Schwörstadt	Bestehend	1930	1200	4	108 000	732	50
5. Säkingen	Projekt 1955		1300	4	69 000	392*)	50
6. Laufenburg	Bestehend	1914	980	10	77 600	554	50
7. Albrück-Dogern	Bestehend	1933	1060	3	75 000	532	54
8. Koblenz	Projekt 1957		600	3	53 200	316*)	50
9. Rekingen	Bestehend	1941	560	2	38 000	222	50
10. Eglisau	Bestehend	1920	400	7	32 500	233	93
11. Rheinau	Bestehend	1956	400	2	40 000	215	59
12. Rheinfall	Bestehend	1951	25	1	4 400	38	100
13. Schaffhausen	Bestehend	1866, 1890	135	9	4 700	38	100
	Projekt 1957		425	2	22 200	152	93

Die installierte Leistung der bestehenden Werke beträgt 519 500 kW, ihre mittlere Jahreserzeugung 3521 Mio kWh. Bei Vollausbau lauten diese Zahlen 719 100 kW, bzw. 4628 Mio kWh.

\*) Nach Abzug des Verlustes infolge des Einstaus der oberhalb liegenden Stufe.

teiltigt hat, haben zu dem in Bild 7 dargestellten Ausbauvorschlag für die vollständige Nutzung des Gefälles der Aare vom Bielersee bis zur Einmündung in den Rhein geführt. Der erzielbare Nettogewinn an Energieproduktion beläuft sich im Mittel auf rd. 500 Mio kWh jährlich. Für die geplante Schifffahrt ist die Erstellung der vorgesehenen Kraftwerke Voraussetzung, wobei Kraftwerken ohne Seitenkanäle der Vorzug gegeben wird.

Der weitere Ausbau der Aare unterhalb des Bielersees steht in engem Zusammenhang mit der gegenwärtig sich im Studium befindlichen 2. Juragewässerkorrektion. Es wäre von Vorteil, wenn die Werkfragen gleichzeitig mit dieser Korrektion gelöst werden könnten. Dies trifft vor allem für das projektierte Kraftwerk Bernerschachen zu, das verhindern würde, dass die Niederwasserspiegel der Aare bei und oberhalb Solothurn infolge der im Rahmen der Gewässerkorrektion geplanten Vertiefung des Flussbettes zu tief absinken würden. Die projektierten Kraftwerke gehören leider nicht zu den wirtschaftlich interessantesten und werden ausserdem noch durch aufzuhebende Werke zusätzlich belastet. Einzig für das Kraftwerk Wynau-Olten liegt ein Konzessionsgesuch vor, gegen das sich aber aus Kreisen des Naturschutzes ein gewisser Widerstand erhoben hat.

Der vollständige Ausbau des Rheins (mit Ausnahme der Rheinfallstufe, die für eine weitergehende Nutzung ausser Diskussion steht) zwischen Basel und Bodensee erheischt den Umbau zweier bestehender, aber veralteter Kraftwerke (Rheinfelden, Schaffhausen), sowie die Verwirklichung der Projekte für die beiden Kraftwerke Säckingen und Koblenz-Kadelburg. Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die bestehende und projektierte Nutzung des Rheins im Abschnitt Basel-Bodensee. Die vier noch zu erstellenden Werke befinden sich im Stadium der Konzessionsverhandlungen. Ihre Verwirklichung wird eine mittlere Mehrproduktion von rd. 1,1 Mld kWh pro Jahr ermöglichen, wovon etwas mehr als die Hälfte der Schweiz zufallen werden.

#### 6. Reussgebiet

Im Einzugsgebiet der Reuss oberhalb des Vierwaldstättersees (Bild 8) hat der Ausbaugrad der verfügbaren Wasserkräfte schon einen beträchtlichen Stand erreicht. Nach Beendigung des im Bau befindlichen Kraftwerks Göschenalp wird auch der Kanton Uri über ein Speicherkraftwerk von grosser Bedeutung verfügen.

Das Augenmerk verschiedener Bewerber richtet sich neuerdings vermehrt den Seitenbächen der Reuss zu. So hat man in letzter Zeit von Vorschlägen für die Ausnützung des Schächenbaches, des Alpbaches im Erstfeldertal, der Wasserkräfte des Maderaner- und des Etlzitaies, sowie des Oberalpsees gehört; auch ist eine vermehrte Nutzung des Bockibaches geplant. Als Folge des Baus des Göschenalpwerkes ist parallel zu den bestehenden Kraftwerken Wassen und Amsteg die Erstellung eines Kraftwerkes Amsteg II geplant. Sodann soll auch noch die Reuss oberhalb Göschenen, d. h. vom Urnerloch bis zur Wasserfassung des KW Wassen, in der im Bau befindlichen Kavernenzentrale des Göschenalpwerkes genutzt werden. Da das Amt über einige dieser Projekte noch zu wenig dokumentiert ist, wurden sie in Bild 8 noch nicht eingetragen.

Im weiteren Einzugsgebiet der Reuss sind noch folgende Projekte erwähnenswert: Der Weiterausbau der Wasserkräfte im Bisistal (Kraftwerke Glattalp und Ruosalp), sowie die projektierte Nutzung der Engelbergeraa (KW Dallenwil und Trübsee der Kraftwerke Engelbergeraa AG., Höherausbau des Kraftwerkes Obermatt der Stadt Luzern). Für die Reuss vom Ausfluss aus dem Vierwaldstättersee bis zu ihrer Mündung in die Aare wird gegenwärtig unter der Leitung des Amtes für Wasserwirtschaft ein Gesamtausbauplan unter Berücksichtigung aller in Frage kommender Belange studiert.

#### 7. Tessingebiet (Bild 9)

Der Impuls, den das Gesamtausbauprojekt für die Wasserkräfte im Einzugsgebiet der Maggia dem damals seit langer Zeit stagnierenden Kraftwerkbau auf der Alpensüdseite verliehen hat, hat sich auch auf andere Täler übertragen, so dass schon innert verhältnismässig kurzer Zeit die Wasserkraftnutzung im Tessingebiet einen beachtenswerten Stand aufweisen wird.

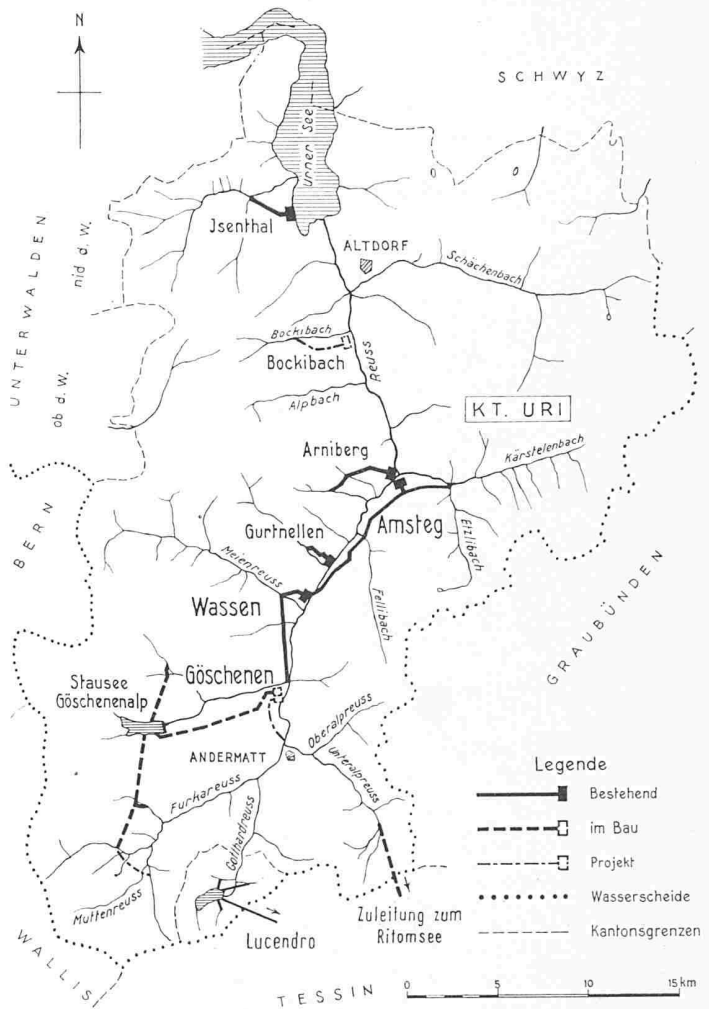


Bild 8. Reuss oberhalb des Vierwaldstättersees. Wasserkraftwerke mit einer installierten Leistung von über 3000 kW. Stand Januar 1958. 1:400 000.

Im Maggiagebiet harren noch die zweite und dritte Etappe der Inangriffnahme; der Bau der Blieniokraftwerke ist in vollem Gange und im graubündnerischen Misox sind eben die ersten Schritte für die Verwirklichung eines mehrere parallel- und hintereinander geschalteten Stufen umfassenden Gesamtausbauplanes in die Wege geleitet worden. Eine Besonderheit liegt im letztem Falle darin, dass der Hauptspeichersee nicht im Einzugsgebiet der Moesa, sondern in demjenigen des Hinterrheins, dem Val Curcuisa, liegt. Die dadurch aus dem Einzugsgebiet des Rheins abgeleitete Wassermenge soll durch Ueberleitung eines entsprechenden Wasservolumens hochliegender Zuflüsse der Moesa kompensiert werden.

Für den Ersatz des veralteten und die verfügbaren Wassermengen der Verzasca nur unvollständig nutzenden Kraftwerkes Tenero ist in jüngster Zeit ein Projekt bekannt geworden, das die Erstellung eines grossen Stausees mit unterirdischer Zentrale und Wasserrückgabe in den Lago Maggiore vorsieht. Die Frage, wie der zweckmässige Ausbau der oberhalb dieses Stausees vorhandenen Wasserkräfte gestaltet werden soll, bildet gegenwärtig Gegenstand von Untersuchungen.

Aus Bild 9 ist des weitern ersichtlich, dass auch zwei Projekte für die Nutzung des Gefälles des Tessins von unterhalb Airolo bis zur Wasserfassung des bestehenden Kraftwerkes Piottino existieren, die aber wohl kaum zu den in nächster Zeit in Angriff zu nehmenden Anlagen gehören; hingegen hat man bereits vernommen, dass der Höherausbau der vom Kraftwerk Biaschina genutzten Gefällsstufe sowie eine eventuelle Verlegung der Zentrale weiter talabwärts ernstlich erwogen werden. Eine Ueberleitung des unteren Tessins ins Verzascatal und die damit ermöglichte vollständige Nutzung seines Gefälles bis zum Lago Maggiore, wie sie gemäss einem

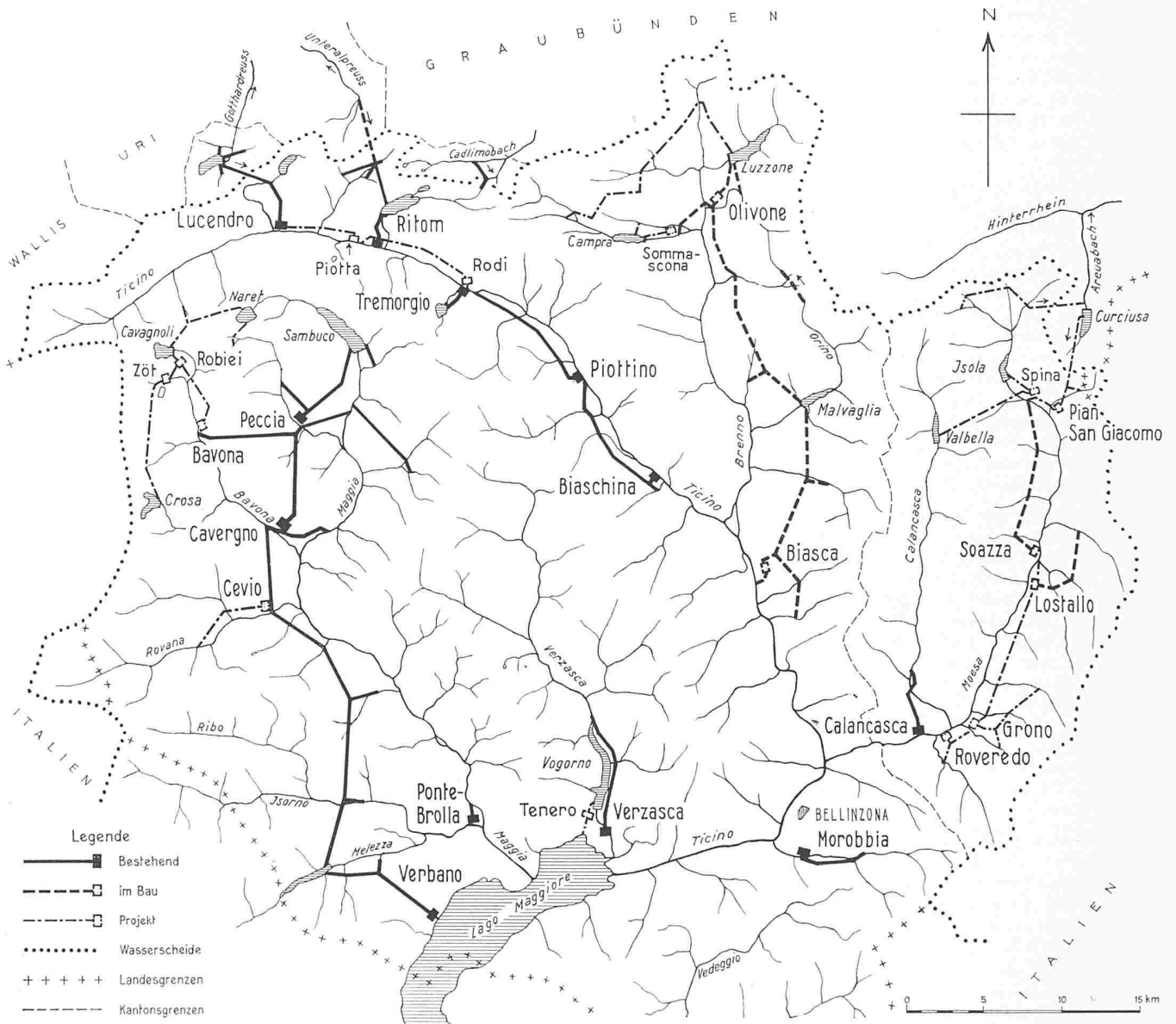


Bild 9. Tessingebiet. Wasserkraftwerke mit einer installierten Leistung von über 3000 kW. Stand Januar 1958, 1:400 000.

früheren Projekt bekannt war, steht heute nicht mehr zur Diskussion; der Tessiner Staatsrat hat beschlossen, auf ein solches Projekt, welches die Landwirtschaft der Magadinoebene, sowie die Wasserversorgung von Bellinzona und Umgebung schwer beeinträchtigen würde, nicht mehr einzutreten.

In neuester Zeit ist sodann noch ein Projekt für die Nutzung der *Tresa* bekannt geworden. Es ist vorgesehen, das



Bild 11. Staubecken Greina, talaufwärts gesehen.

Gefälle der Tresa zwischen dem Luganersee und dort, wo der Flusslauf ganz auf italienischem Gebiet liegt, durch fünf hintereinander liegende, kleinere Flusskraftwerke mit Rohrturbinen nutzbar zu machen.

#### 8. Graubünden (ohne Inn- und Spölnutzung, Bild 10)

Seit der Inangriffnahme der Kraftwerkgruppe Zervreila, deren Anlagen dieses Jahr fertiggestellt worden sind, haben die Projektierung und der Bau von grosszügig konzipierten Werkgruppen auch im Wasserschloss Graubünden rasche Fortschritte zu verzeichnen.

Da in der gesamten Schweiz einerseits die Bedarfssteigerung anhält, andererseits aber die Erschöpfung des wirtschaftlich erschliessbaren hydroelektrischen Potentials in nicht allzu ferner Zukunft vorauszusehen ist, spielen und spielen sich noch jetzt in einigen Gebieten Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Bewerbern ab. Dies trifft besonders für die linksseitigen Zuflüsse des Vorderrheins, den Vorderrhein von Ilanz bis Reichenau, sowie die im Einzugsgebiet des Glenner noch brachliegenden Wasserkräfte zu. Angesichts der noch ungeklärten Situation in diesen Gebieten wir deshalb in Bild 10 auf die Wiedergabe der uns bis jetzt bekannten Ausbauvorschläge. Es sei in diesem Zusammenhange daran erinnert, dass dem Post- und Eisenbahndepartement auf Grund des eidg. Wasserrechtsgesetzes alle Projekte zur Prüfung, ob sie der zweckmässigen Wasserkraftnutzung entsprechen, von den Kantonen eingereicht werden. Sind zwei sich gegenseitig ausschliessende Projekte, wasserwirtschaftlich gesehen, gleich-



serkräfte des Vorderrheingebietes im Auge behaltenden Bedingungen genehmigt und in Angriff genommen worden. Auch im Gebiet des Glenners sind ebenfalls noch von anderer Seite Projekte für die noch freien Wasserkräfte aufgestellt worden. Hier geht es vor allem um eine eventuelle Mitbenützung des projektierten Stausees auf der Greina (Bild 11) zwecks Speicherung eines Teils der Sommerabflüsse des Glenners, da das ursprünglich bei Silgin vorgesehene Staubecken aus geologischen Gründen, wenn überhaupt erstellbar, nur in bescheidenem Ausmass verwirklicht werden kann.

Nach den bei internationalen Kraftwerkprojekten gewöhnlich lange dauernden Verhandlungen befindet sich die Kraftwerkgruppe Valle di Lei-Hinterrhein im Bau, so dass nun am *Hinterrhein* bis zur Einmündung der Albula eine Kraftwerkgruppe bedeutenden Umfanges im Entstehen begriffen ist. Anschliessend daran folgen zwei projektierte Kraftwerkstufen der Patvag bis Reichenau und eine weitere am vereinigten Rhein bei Ems, welche vom Post- und Eisenbahndepartement schon anfangs 1957 genehmigt worden sind. Es sind auch bereits Bestrebungen im Gange für die Nutzung des Rheins bis zur lichtensteinischen Grenze (punktiertes Band längs des Rheins); diese Projekte haben aber noch keine konkrete Gestalt angenommen. Wie im Wallis an der Rhone, so zeigt sich auch hier am vereinigten Rhein, dass mit zunehmendem Ausbau von Speicherseen im oberhalb liegenden Einzugsgebiet die Erstellung von Laufkraftwerken mehr und mehr in den Bereich der in Betracht kommenden Möglichkeiten rückt.

An den *Zuflüssen des Rheins und des Hinterrheins* sind noch folgende Projekte von Bedeutung:

Landquart: Veredelung der Produktionsmöglichkeit des bestehenden Kraftwerkes Küblis durch Erstellung eines Stausees im Vereinaltal mit neuer Stufe bis Klosters, sowie eine in ihrer generellen Disposition noch zu wenig bekannte Stufe anschliessend an das Kraftwerk Küblis (punktiertes Band längs der Landquart). — Plessur: Wie bei der Landquart besteht auch hier noch die Möglichkeit, eine obere Stufe mit grösserem Speicher zu erstellen. — Obere Albula/Landwasser: Es liegt ein Gesamtausbauplan vor, der drei Zentralen umfasst. Vor kurzem hat die kantonale Behörde die von den Gemeinden erteilten Konzessionen genehmigt, so dass der Baubeginn nicht mehr lange auf sich warten lassen wird. — Als letzte Möglichkeiten an der Julia und ihren Seitenbächen sei noch auf die beiden Projekte der Stadt Zürich zwischen der bestehenden Zentrale Tinzen des Marmoreraerwerkes und der Wasserfassung des Kraftwerkes Tiefencastel hingewiesen, deren Verwirklichung aber erst nach Beendigung der gegenwärtig im Bau befindlichen Bergellerwerke der Stadt Zürich, sowie der Kraftwerkgruppe Valle di Lei-Hinterrhein, an welcher die Stadt Zürich beteiligt ist, spruchreif werden dürfte.

Pro memoria sei noch darauf hingewiesen, dass der Gesamtausbauplan für das Einzugsgebiet der Moesa im vorhergehenden Unterabschnitt 7. Tessingebiet erwähnt wurde.

(Schluss folgt)

## Wirtschaftliches Heizen mit Wärmepumpen

Von A. Ostertag, dipl. Ing., Zürich

DK 621.577:697.1.003

Die Frage des zweckmässigen Einsatzes von Wärmepumpen für die Raumheizung stand während und unmittelbar nach dem zweiten Weltkrieg im Brennpunkt des Interesses. Sie wird sich, wenn auch in etwas anderer Form, neu stellen, wenn die Versorgung mit fossilen Brennstoffen ernsthaft gestört werden sollte, was im Hinblick auf die gespannte aussenpolitische Lage keineswegs ausgeschlossen ist. Aber auch in Zeiten wie der gegenwärtigen, da sich das Wirtschaftsleben weitgehend ungehemmt entfalten kann, bieten sich immer wieder Möglichkeiten, Gebäude mit Wärmepumpen zu heizen. Die Entwicklung dieser Heizweise wurde seit ihren Anfängen in der Schweizerischen Bauzeitung eingehend verfolgt [1 bis 8]\*). Es dürfte angezeigt sein, an dieser Stelle die für ihren Einsatz massgebenden Gesichtspunkte näher zu beleuchten.

### 1. Grundsätzliche Überlegungen

Handelt es sich ausschliesslich um das Heizen von Räumen im Winter, so bezweckt das Eingliedern von Wärmepumpen in die Wärme-Erzeugungsanlagen in erster Linie das Einsparen von Brennstoffen. Als weitere Vorteile sind zu nennen die Verringerung der Unannehmlichkeiten durch Rauch, Russ, Brennstoffanfuhr und Schlackenabfuhr sowie eine geringere Beanspruchung des Bedienungspersonals. Nun sind aber reine Raumheizanlagen schlecht ausgenutzt. Sie müssen für niedrige Aussentemperaturen gebaut werden, die nur äusserst selten vorkommen. Der Ausnützungsgrad, d. h. das Verhältnis des tatsächlichen Wärme-Bedarfs zur bei durchgehendem Vollastbetrieb möglichen Wärme-Erzeugung beträgt z. B. für Zürich (bei einer Innentemperatur von 20° C) nur rund 20%. Aus diesem Grund wäre es unwirtschaftlich, die kostspieligen Wärmepumpen für die volle Leistung auszubauen. Man begnügt sich vielmehr mit einer Teilleistung, die je nach den Verhältnissen nur etwa 35 bis 40% der vollen beträgt, jedoch während längerer Zeit ganz ausgenutzt werden kann. Damit wird der weitere Vorteil gewonnen, dass die Wärmepumpen mit niedrigen, dem jeweiligen Heizleistungsbedarf entsprechenden Vorlauftemperaturen betrieben werden können, so dass der Energiebedarf in vertretbaren

Grenzen bleibt und sich in vielen Fällen normale Kältekompressoren verwenden lassen.

Infolge dieser Beschränkung auf Grundlastdeckung ist eine brennstoffgefeuerte Kesselanlage von voller Leistung für die Deckung des Spitzenbedarfs nötig. Diese Anlage steht nur an wenigen, sehr kalten Tagen und auch dann nur zeitweilig in Betrieb, so dass sie einfach und ohne Rücksicht auf beste Wirkungsgrade gebaut sein kann. Da sie aber rasche Laständerungen bewältigen muss, werden namentlich an die Feuerung gewisse Anforderungen gestellt. Diese lassen sich mit Oel, Gas oder Kohlenstaub am besten erfüllen, was zugleich einen selbsttätigen Betrieb und entsprechende Personaleinsparungen ermöglicht.

Die Kesselanlage bedeutet nicht nur eine volle Reserve für allfällige Betriebsausfälle der Wärmepumpen, sondern bietet auch die Möglichkeit, Betriebspausen einzuschalten. Dies kann erwünscht sein, wenn z. B. bei ganz kaltem Wetter die Wärmequelle wegen Vereisungsgefahr des Verdampfers nicht mehr benützbar ist, oder wenn bei trockenen Wintern an elektrischer Energie gespart werden muss. Eine solche Rücksichtnahme auf die Liefermöglichkeiten des zuständigen Elektrizitätswerks rechtfertigt einen günstigen Strompreis. Man kann dabei noch weiter gehen, indem man sich z. B. zum Einhalten von Betriebspausen während der Zeit der Mittagsspitzen verpflichtet. Da diese nur etwa eine Stunde dauern, kann sich die Unterbrechung des Heizbetriebs im allgemeinen nicht nachteilig auf das Raumklima auswirken. Diese Anpassungsfähigkeit mildert den energiewirtschaftlich nachteiligen Umstand, dass fast ausschliesslich Winterenergie gebraucht wird, die in Ländern wie die Schweiz mit vorwiegend hydraulischer Energieerzeugung seltener und teurer ist als Jahresenergie. Wo die elektrische Energie hauptsächlich thermisch erzeugt werden muss, kommt sie gegenüber Brennstoffen so hoch zu stehen, dass sich die Aufwertung von Umweltwärme nur unter ausnahmsweise günstigen Verhältnissen hinsichtlich Wärmequelle und Heizaufgabe wirtschaftlich rechtfertigen lässt.

Eine Wärmepumpe für Raumheizung ist somit als reine Zusatzeinrichtung zu bewerten, die in Verbindung mit einer brennstoffgefeuerten Kesselanlage steht. Sie ist dort angebracht, wo diese Kombination bei gleichem Wärmelieferungs-

\*) Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.