

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 51 (1959)
Heft: 8-10

Artikel: Wasserkraftnutzung und Naturschutz
Autor: Töndury, G.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921294>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 30.01.2025

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



Bild 1 Stauseen Oberaar und Grimsel im Oberhasli / Kanton Bern
Im Hintergrund Berner Alpen, dominiert von Finsteraarhorn und Schreckhörnern
(Fliegeraufnahme Swissair-Photo AG, Zürich)

Wasserkraftnutzung und Naturschutz

G. A. Töndury, dipl. Ing., Zürich/Wettingen

1. Einleitung

Bei der Betrachtung der mannigfaltigen wasserwirtschaftlichen Teilgebiete in ihrem Verhältnis zur Natur und zum Naturschutz kann man feststellen, daß die Wasserkraftnutzung zur Erzeugung elektrischer Energie, insbesondere durch das Ausmaß ihrer Bauten und die dadurch bedingten Eingriffe in das Landschaftsbild, wohl am stärksten in das Blickfeld der Öffentlichkeit und auch der Kritik gerückt ist, weshalb der Wasserkraftnutzung, den damit zusammenhängenden Restwassermengen in einem genutzten Gewässer und der architektonischen Entwicklung bei Kraftwerkzentralen ein breiterer Raum gewährt wird.

Bei der auf längere Zeit sich erstreckenden Vorbereitung der nachfolgenden Ausführungen und für die Prüfung der sich zeigenden Tendenzen in der Gestaltung und Disponierung wichtiger Bauteile von Wasserkraftanlagen, die wohl zu einem wesentlichen Teil auch durch oft verkannte Naturschutzbestrebungen geleitet sind, konnte ich mich der regen und wertvollen gedanklichen Mitarbeit anerkannter Fachleute erfreuen, die seit langem in der Praxis mit großem Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Natur tätig sind, und die auch eine große Erfahrung in den oft zähen Verhandlungen zur Erlangung der erforderlichen Wasserrechtsverleihungen und bei der Bauausführung von Kraftwerken sammeln konnten; diese sehr geschätzte Mitwirkung sei auch hier herzlich verdankt.

2. Allgemeine Überlegungen

Die Schweiz ist sehr arm an Rohstoffen, und eine stark wachsende Bevölkerung schafft bei gleich bleibendem engem Raum, der überdies wegen der gebirgigen Struktur in weiten Teilen unproduktiv ist, immer größere Probleme. Die Bevölkerungsdichte erreicht heute im Landesdurchschnitt 124 Einwohner pro km², bezogen auf das produktive Areal aber bereits mehr als 160 Einwohner pro km². Die nicht nur bei uns seit Jahrzehnten feststellbare von großen Nachteilen begleitete Abwanderung der Bevölkerung aus den Gebirgstälern und aus abgelegenen Regionen in Städte und dicht besiedelte Gebiete — die sogenannte Landflucht — schafft immer schwerer zu lösende und sich zuspitzende Probleme.

Es ist bekannt, daß fast die Hälfte der von uns benötigten Lebensmittel und beinahe alle bedeutenden Rohstoffe wie Kohle, Öl, Eisen und andere Metalle aus dem Ausland eingeführt und durch fremde Devisen bezahlt werden müssen. Ein Gleichgewicht in unserer Handelsbilanz ist nur möglich durch eine stark exportorientierte Industrie, welche die importierten Rohstoffe zu veredelten Qualitätserzeugnissen verarbeitet, um sich im harten Konkurrenzkampf des weltweiten Handels behaupten zu können; für das Gleichgewicht in unserem Staatshaushalt sind auch noch die Einnahmen aus dem unsichtbaren Export — dem Fremdenverkehr — nötig, der in unserem Lande eine große Rolle spielt und des-

wegen auch eine besondere Rücksichtnahme verdient.

Neben dem Holz, das vor allem für den Finanzhaushalt waldreicher Gemeinden und als zusätzliche Verdienstquelle in der Landwirtschaft von großer Bedeutung ist und neben Steinsalz sowie bestimmten Gesteinen, die als Ausgangsprodukte für die Zementindustrie, für den Hoch- und Tiefbau und für kleinere Industrien dienen, stellt die *Wasserkraft* den einzigen namhaften Rohstoff der Schweiz dar, weshalb die Nutzung dieses Rohstoffes im Kampf um die wirtschaftliche Behauptung unseres Landes und auch als bedeutende, vom Ausland unabhängige Energiequelle außerordentlich wichtig ist. Diese unverrückbare Tatsache muß man sich stets vor Augen halten, wenn man in den oft heftigen Auseinandersetzungen zwischen den realen Forderungen unserer Wirtschaft, die ja dem Wunsche weitester Bevölkerungskreise nach hohem Lebensstandard und Genuß aller Vorteile einer weit technisierten und mechanisierten Zivilisation Rechnung tragen muß und den sehr unterstützungswerten ideellen Wünschen eines möglichst weitgehenden Schutzes unserer schönen Landschaft vernünftige Entscheidungen treffen muß. In manchen Fällen wird man einen wohldurchdachten Kompromiß, eine wohlabgewogene Verständigung zwischen den stark divergierenden Interessen suchen und finden müssen. Doch erkennen wir auch ohne weiteres und unterstützen den Gedanken, daß es gewisse, begrenzte und von der Natur besonders begnadete Landschaften gibt, die einen unbedingten Schutz verdienen. Über eine dieser schützenswerten Regionen — das unvergleichliche Seengebiet des Oberengadins — berichten wir am Schlusse dieses Sonderheftes.

Die durchschnittliche jährliche Energieerzeugung der gesamten in der Schweiz als wirtschaftlich nutzbar erachteten Wasserkräfte schätzen wir heute auf etwa 35 Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh). Im letzten hydrographischen Jahr (1. Oktober 1957 bis 30. September 1958) erreichte bei uns die Energieerzeugung aus Wasserkraft 16,7 Mrd. kWh, entsprechend fast der Hälfte des geschätzten Gesamtpotentials; berücksichtigen wir noch die vielen zurzeit im Bau stehenden Wasserkraftanlagen, so wird die hydroelektrische Energieproduktion im Jahre 1965 mit der sukzessiven Inbetriebnahme dieser Anlagen mindestens 25 Mrd. kWh erreichen, womit dann bereits 70% unserer Wasserkräfte ausgebaut sind. Der gesamte *Rohenergiebedarf* der Schweiz wurde im Jahre 1958 aus folgenden Energiequellen gedeckt:

Flüssige Brennstoffe (Öl, Benzin usw.)	44%	} Importgüter
Feste Brennstoffe (Kohle, Koks usw.)	28%	
Wasserkraft	21%	
Holz und Torf	7%	

Daraus ist unsere außerordentlich starke und besonders in Kriegs- und Krisenzeiten besorgniserregende Abhängigkeit vom Ausland ersichtlich. Man rechnet in Fachkreisen damit, daß in etwa 15 bis 20 Jahren alle unsere wirtschaftlich vernünftig nutzbaren Wasserkräfte ausgebaut sind, so daß wir uns glücklich schätzen müssen, wenn dann eine neue Energiequelle zur Verfügung stehen wird, um den zusätzlichen Energiebedarf zu decken. Deshalb werden schon heute auch bei uns große Anstrengungen für die Erforschung und Entwicklung der Energiegewinnung aus Kernspaltung (Atomenergie) unternommen. Andererseits ist darauf

hinzuweisen, daß die zukünftige Schaffung von Anlagen zur Nutzung der Atomenergie wieder ihre eigenen Probleme hinsichtlich des Naturschutzes bringen wird.

3. Niederdruck-Anlagen

Von alters her verstand es der Mensch, sich die im fallenden Wasser schlummernde Kraft zum Antrieb von Wasserrädern für Mühlen, Sägereien, Hammerwerke, Schmieden und dgl. dienstbar zu machen, und die ersten kleinen Elektrizitätswerke — vorerst allerdings nur für einzelne Industrieanlagen und lokalen Bedarf — entstanden anfangs der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts an unseren Flüssen; sie stellten ihrem Ausmaß entsprechend meistens einen unwesentlichen Eingriff in die Natur dar. Mit der im Jahre 1889 erfolgten Lösung des Transport-Problems großer Energiemengen auf weite Distanzen begann aber eine Periode des intensiven Ausbaues unserer Wasserkräfte, die vorerst — für unsere heutigen Begriffe — nur durch den Bau kleiner bis mittelgroßer Anlagen gekennzeichnet ist, wobei in der Regel in größeren Flüssen entsprechend den Bedürfnissen und der technischen Entwicklung jener Zeit nur ein bescheidener Teil des Wassers für die Nutzung herangezogen wurde, so daß bei Kanalwerken ein beträchtlicher Teil der natürlichen Abflußmengen im Flußbett verblieb. Diese Zeit der sich stark entwickelnden Industrialisierung unseres Landes ist aber auch besonders durch eine gewisse Unbekümmertheit in der Disponierung technischer Anlagen und Gestaltung einzelner Bauteile gekennzeichnet. Man kann wohl sagen, daß in jener Zeit billig gebaut wurde, um vor allem eine möglichst hohe Rendite der Anlagen zu erreichen, oft ganz unbekümmert um die Schwere der Eingriffe in das Landschaftsbild, und dies trotz der Tatsache, daß man damals noch die Auswahlmöglichkeit für den Ausbau wirtschaftlich günstiger Gefällsstrecken an einem Gewässer hatte und mit niedrigen Löhnen und Materialkosten bauen konnte. Ein solche Einstellung zur Natur betrifft nicht nur das Gebiet der Wasserkraftnutzung — man denke beispielsweise nur an die Verunzierung gewisser Dörfer, Landschaften und Berggipfel durch die Erstellung überdimensionierter Hotelbauten, die zudem noch einem Zeitgeschmack entsprechen, der heute wohl durchwegs abgelehnt wird.

Man hatte also in jener Anfangszeit der technischen Entwicklung wenig Verständnis für die Belange des Natur- und Heimatschutzes und bewirkte oder beschleunigte damit wohl den Zusammenschluß ideal gesinnter Menschen zu vermehrter Pflege des Althergebrachten und zum Schutze von Natur und Heimat, eine Tendenz, die sehr begrüßenswert war und in verschiedenen Ländern die weitere Entwicklung in der Disponierung großer Anlagen und technischen Gestaltung einzelner Bauten und sogar die Entstehung ganz neuer Bauweisen bestimmt weitgehend beeinflußt hat.

Verfolgt man die Entwicklung der technischen Gestaltung bei bestimmten Bauwerken, wie beispielsweise bei Wasserfassungen, Wehranlagen und Kraftwerkzentralen, so wird jeder Unvoreingenommene eine in der Regel immer zweckentsprechendere Gestaltung solcher Anlagen erkennen und große Fortschritte feststellen müssen; die Bauten wirken wahrer und werden in der Natur weniger als Fremdkörper empfunden, obwohl die Lösung dieser Aufgabe wegen der ständig größeren

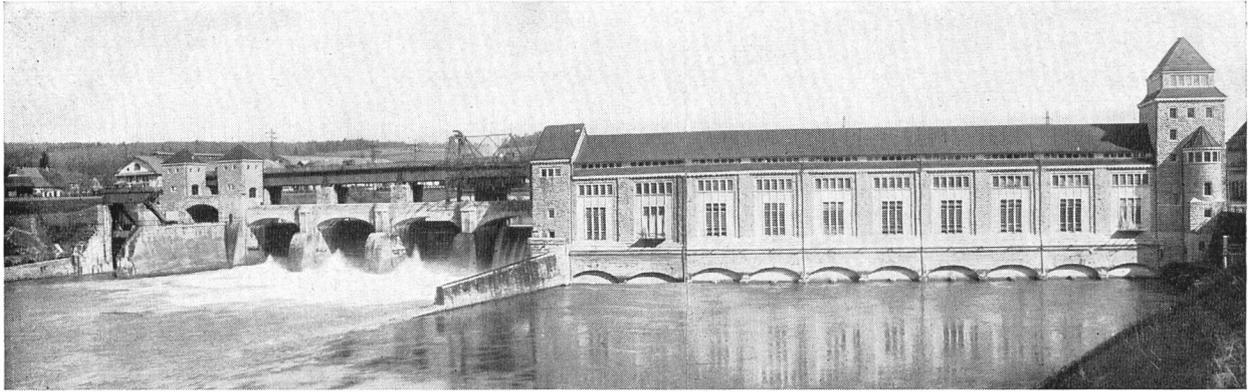


Bild 2 Grenzkraftwerk Laufenburg am Rhein (Inbetriebnahme 1914), im burgartigen Monumentalstil errichtet
(Cliché aus Zeitschrift «Heimatschutz»)

Ausmaße der Anlagen immer schwieriger wird. Besonders seit dem letzten Weltkrieg hat man bei manchen Wasserkraftanlagen große Summen für die befriedigende Lösung bestimmter Aufgaben und zur Zufriedenstellung berechtigter Naturschutzbegehren investiert, und es gibt auch einige Beispiele, wo man wegen starker Opposition auf die Realisierung von Kraftwerkprojekten verzichtet hat. In seiner Rektoratsrede vom 15. November 1958 an der Eidg. Technischen Hochschule sagte Professor Dr. A. Frey-Wyßling zum Thema «Naturschutz und Technik» u. a.: «Großtaten in dieser Hinsicht sind die Rettung von Splügen durch Verlegung des Staus in das Val di Lei, sowie die ungeschmälerte Erhaltung des Silsersees im Engadin und des Geltenschusses im Berner Oberlande. Diese Objekte blieben vor allem deshalb unberührt, weil die ansässige Bevölkerung die Bestrebungen des Naturschutzes unterstützte und weil sich der Verzicht auf den zu erwartenden wirtschaftlichen Gewinn als tragbar erwies.»

Betrachtet man die Entwicklung in der Bauweise für Wasserfassungen und große Wehrbauten, so fallen bei den älteren Bauten besonders die

hohen und schwerfälligen Konstruktionen für die Windwerkbrücken ins Auge, die im Laufe der Zeit mit der besseren Materialausnutzung und Verwendung hochwertiger Baustoffe allerdings immer leichter wurden (Bilder 2 und 3). Die neuesten Wehrbauten haben keine Windwerksbrücke mehr, da man die gestellten technischen Anforderungen anders zu lösen versteht. Die bessere Erfassung hydraulischer Erfordernisse, insbesondere jede Vermeidung schroffer Übergänge bei den im Wasser stehenden Bauteilen (Pfeiler, Leit- und Ufermauern usw.) wirkt sich meistens auch in ästhetischer Hinsicht günstig aus.

Früher hat man oft Kanalwerke gebaut, wobei das für die Kraftnutzung herangezogene Wasser durch einen künstlich erstellten Kanal mit geringem Gefälle bis zur Kraftwerkzentrale geführt wird, mit anschließendem Unterwasserkanal bis zur Wasserrückgabe in das natürliche Flußbett, eine Bauweise, die in der Regel bedeutend größere Eingriffe in die Natur zur Folge hat als die Anlage eines Flußkraftwerks, das lediglich einen Aufstau des Wassers im natürlichen Flußablauf vornimmt und zudem auch eine Austiefung im Unterwasser umfassen kann und damit eine Ver-

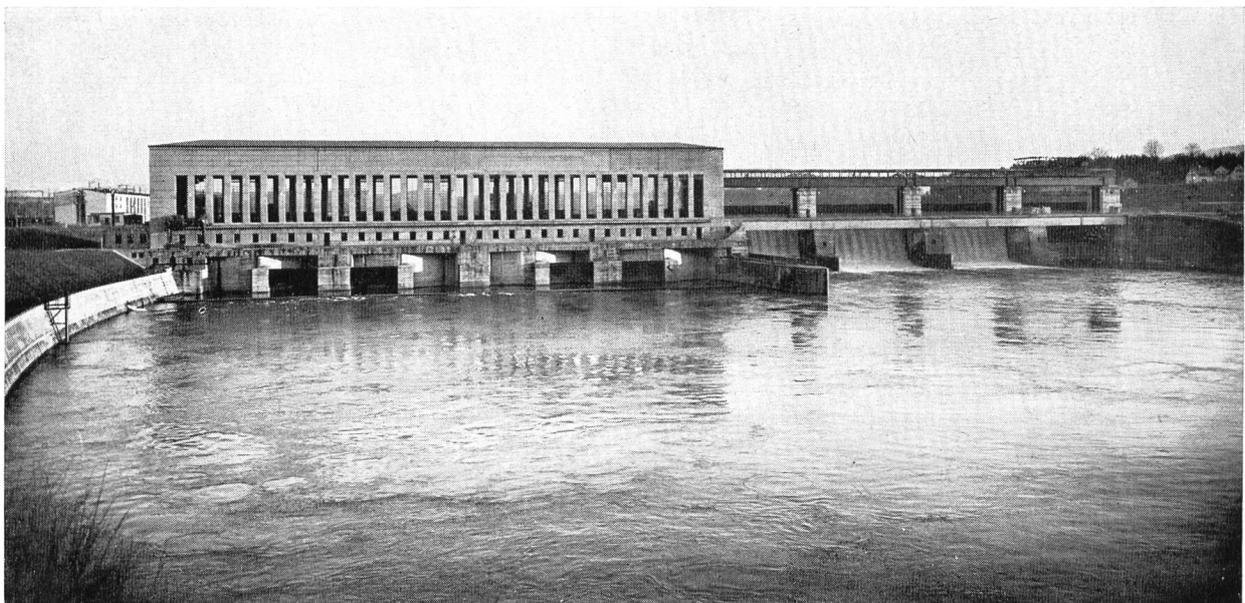


Bild 3 Grenzkraftwerk Ryburg-Schwörstadt am Rhein (Inbetriebnahme 1930), im schlichten Zweckstil
(Cliché aus Zeitschrift «Heimatschutz»)

Die Anlagen in den Bildern 2 und 3 zeigen beim Wehr noch die Windwerksbrücke

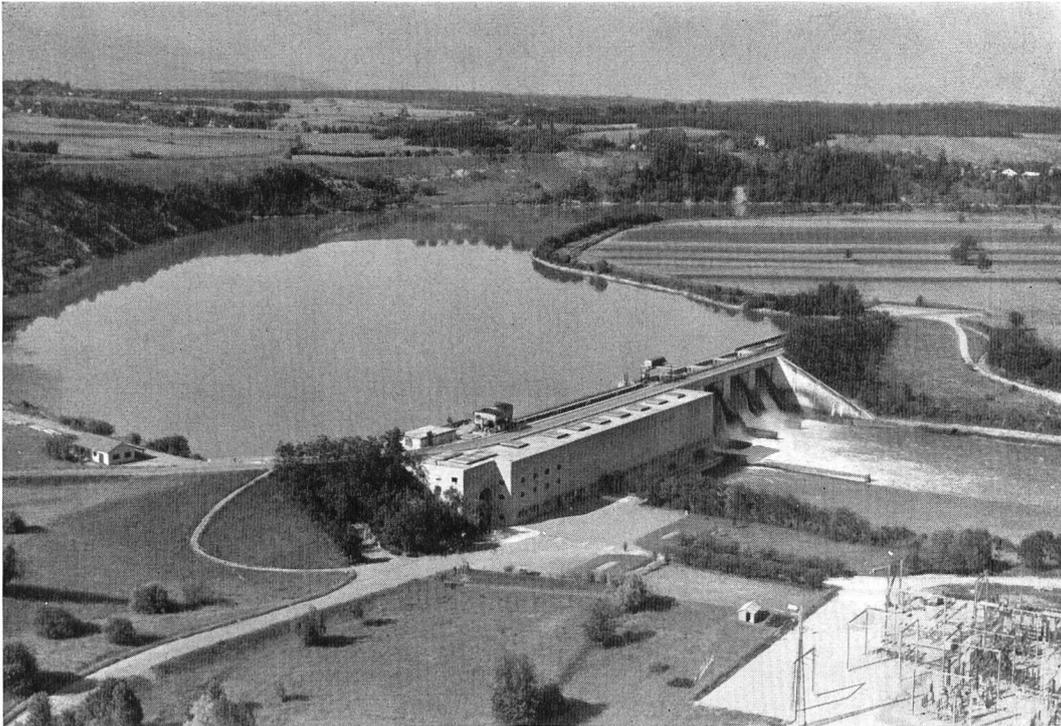


Bild 4 Rhonekraftwerk Verbois unterhalb Genf (Inbetriebnahme 1943). Bei diesem Beispiel zeigt sich schon deutlich die neue architektonische Entwicklung (Photo B. Hermanjeat, Genève)

langsamung der Fließgeschwindigkeit zur Folge hat. Heute wird mehr und mehr diese Bauweise — nicht zuletzt aus Naturschutzgründen — bevorzugt. In solchen Stauhaltungen, die ein verändertes Landschaftsbild schaffen, das bestimmt auch seine Reize hat, können sich besonders günstige Lebensbedingungen für eine reiche Vogelwelt bilden, wie beispielsweise beim

Stausee Klingnau an der Aare, der nachträglich als Naturreservat erklärt wurde!

Interessant ist die Entwicklung verschiedener Bauweisen für die Kraftwerk-Zentralen, die oft mit der Wehranlage kombiniert werden. Einige charakteristische Bilder (Bilder 2 bis 13) zeigen am besten die Entwicklungstendenzen und ergänzen die nachfol-

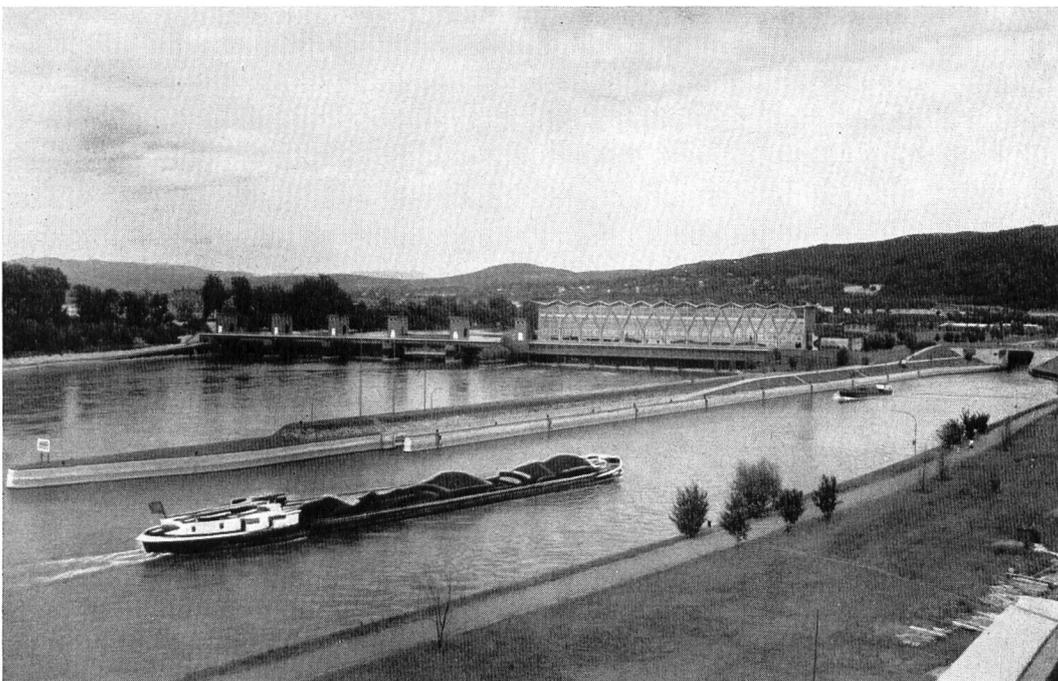


Bild 5 Grenzkraftwerk Birsfelden am Rhein vor den Toren Basels (Inbetriebnahme 1954), vom Unterwasser gesehen; im Vordergrund unterer Vorhafen der Schifffahrtsschleuse. Stauwehr und Maschinenhaus in stark aufgelöster, durchsichtiger Konstruktion (Photo A. Sackmann, Birsfelden)



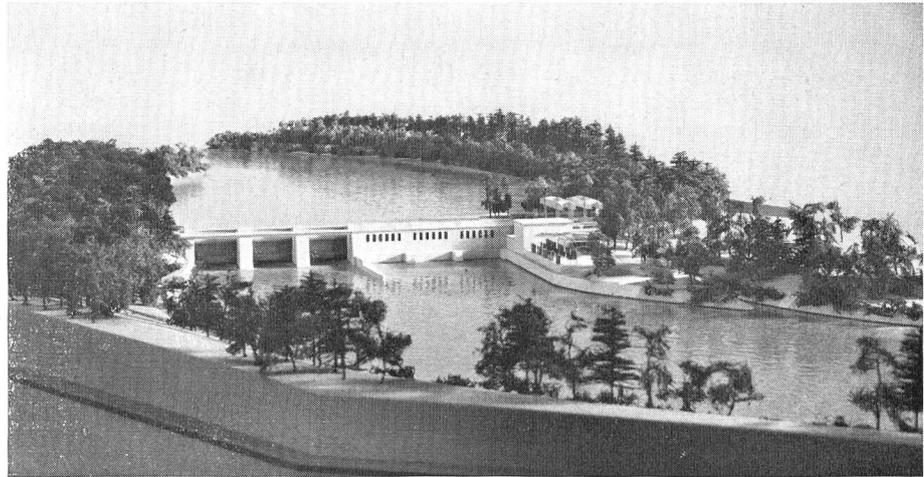
Bild 6 Kraftwerk Stammham am unteren Inn in Bayern (Aufnahme Innwerk AG, Töging)

genden Ausführungen; zudem behandelt die von Prof. R. Tami verfaßte Studie diese Probleme etwas eingehender. Früher war die Kraftwerk-Zentrale fast durchwegs durch einen weithin sichtbaren und dominierenden *H o c h b a u* charakterisiert, dessen Höhe durch die Möglichkeit des Aushebens von Generator oder Tur-

bine aus ihrer normalen Betriebslage zwecks Revision unter geschütztem Dach bedingt ist. Auch heute ist dies bei uns wohl noch die meist angewendete Bauart, die sog. klassische Lösung, bei der aber der architektonischen Einzelgestaltung noch weitgehender Spielraum verbleibt. Als neueste Lösung in der Schweiz sei hier



Bild 7 Innkraftwerk Simbach-Braunau, bayerisch-österreichisches Grenzkraftwerk (Inbetriebnahme 1953)
Ansicht des Kraftwerkes vom rechten Ufer bei einer Durchflußmenge von rund 4000 m³/s
(Aufnahme Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG, Simbach)



Eild 8
Modell für das Grenzkraftwerk
Koblenz am Rhein
(Baubeginn voraussichtlich 1960)

auf die aufgelöste und durchsichtige Konstruktion des bekannten Architekten Prof. Dr. H. Hofmann für das Maschinenhaus des Rheinkraftwerks Birsfelden an der Stadtperipherie von Basel hingewiesen (Bild 5). In Südschweden (Kraftwerk Vargön am Ausgang des Vännernsees) und in den Vereinigten Staaten wurden in den Dreißigerjahren die ersten Kraftwerkzentralen ohne Hochbau in der sog. Flachbauweise erstellt, wobei dann die einzelnen Maschinenaggregate (Turbinen/Generatoren) durch besondere, demontierbare Kuppeln abgedeckt und geschützt sind; diese Lösung bedingt die Aufstellung eines großen fahrbaren Portalkrans im Freien und kann als im Sinne des Naturschutzes günstige Gestaltung gewertet werden. Diese Bauart wurde in den letzten Jahren namentlich in Süd-Deutschland und Österreich (Inn, Enns) angewendet (Bilder 6, 7, 9, 10). In der Schweiz ist man in dieser Beziehung eher zurückhaltend und befürchtet in unserem rauhen Klima betriebliche Nachteile; immerhin sieht man für das neue Kraftwerk Schaffhausen

eine solche Lösung vor, und für die Grenzkraftwerke Säckingen und Koblenz am Rhein eine Bauart, die in dieser Entwicklungsrichtung liegt. Für diese Rheinkraftwerke (Modell Koblenz, siehe Bild 8) ist ein niedriger Maschinenraum geplant, für dessen Höhe die Polradaushebung maßgebend ist; ein Leichtkran von 10 bis 15 t Hubkraft erlaubt die Durchführung sämtlicher normalen Revisionsarbeiten unter Dach. Die Abdeckkuppeln für das Herausheben ganzer Aggregate müssen also nur beim Auswechseln derselben oder bei Havarien, demnach äußerst selten, abgehoben werden. Der gedrungene Raum, der mit dieser Bauart geschaffen wird, ist für das darin arbeitende Personal bestimmt wohnlicher und der üblichen Tätigkeit angemessener als der hohe Saal bisheriger Bauart; man wird zudem versuchen, durch die Fenstergestaltung und besonders durch die Schaffung lichtdurchlässiger Verschluss-Kuppeln über den Maschinengruppen reichliches Oberlicht zu erhalten. Zu den zwei Hauptelementen Wehr und Maschinenhaus kommt bei dieser Bauart

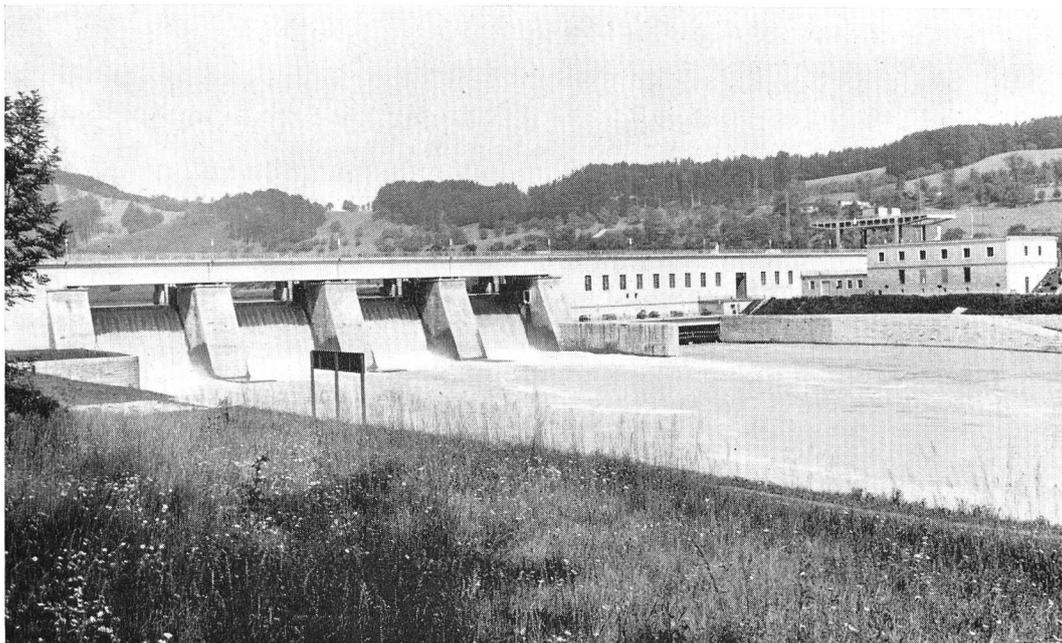


Bild 9 Kraftwerk Rosenau an der Enns in Österreich (Inbetriebnahme 1953)
(Aufnahme Ennskraftwerke AG, Steyr)

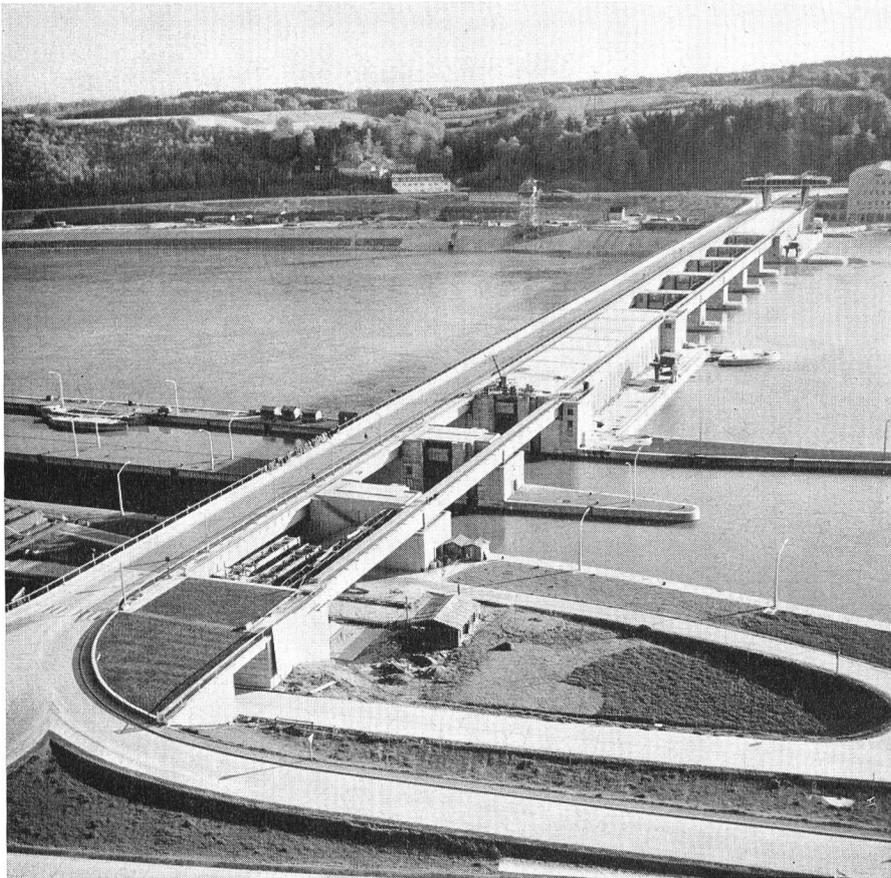


Bild 10
Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug in Österreich (Inbetriebnahme 1958).
Im Vordergrund die zwei Schiffsschleusen; die beiden Zentralen werden vom Stauwehr unterbrochen. Über die gesamte Anlage, die von dem im Hintergrund sichtbaren großen Portalkran bedient wird, führt eine öffentliche Straße.
(Photo Österreichische Donaukraftwerke AG)

als drittes Element die durchgehende Fahrbahn für den im Freien sich bewegenden Portalkran, der das ganze zu einer Einheit verklammert und damit wohl die ästhetisch so günstige Wirkung hervorbringt. Diese, eine lange Entwicklung umfassende und wohl durchdachte, am Hochrhein zur Anwendung gelangende Lösung für die kombinierte Gestaltung von Maschinenhaus und Stauwehr mit durchgehendem horizontalem Bauwerkabschluß findet ihre Bestätigung in den vorzüglichen Beispielen des Ennskraftwerkes Rosenau und des kürzlich in Betrieb genommenen großen Donaukraftwerks Ybbs-Persenbeug in Österreich (Bilder 9 und 10) und muß ästhetisch als ausgezeichnet gewertet werden, besonders auch im Hinblick auf die Eingliederung in die Landschaft eines großen Flusses oder breiten Stromes.

Eine bis heute m. W. nur selten, beispielsweise an der Drau in Österreich und Jugoslawien angewendete Bauweise, das Pfeilerkraftwerk, bei dem Wehr und Maschinenhaus so kombiniert werden, daß die Maschinenaggregate einzeln in den Pfeilern untergebracht sind, muß sowohl in flußbaulicher als auch in ästhetischer Hinsicht günstig beurteilt werden (Bild 11).

Als im Landschaftsbild unaufdringlichste Bauweise ist wohl das überflutbare Rohrturbinen-Kraftwerk zu bezeichnen, das vorerst in Deutschland entwickelt wurde und besonders bei zahlreichen Stauhaltungen an Lech und Iller und auch an der Saalach bei Salzburg zur Ausführung kam (Bilder 12a und b). Für den Moselausbau wird auch diese Bauart zur Anwendung kommen, und die ersten französischen

Kraftwerke für die Ausnützung von Ebbe und Flut beruhen ebenfalls auf diesem Prinzip. Die durch die Charakteristik der Rohrturbine bedingte Bauart, die anfänglich auf großen Widerstand stieß und der man in weiten Kreisen auch heute noch ablehnend gegenüber steht, ist gekennzeichnet durch ein niederes Stauwehr, in dem die in Flußrichtung liegenden Rohrturbinen mit konzentrisch eingebautem und umströmtem (anfänglich durchströmtem) Generator untergebracht sind; die ganze Bauanlage wird bei größeren Wassermengen als der Nutzwassermenge überflutet. In der Schweiz wurde bis heute erst eine sehr kleine Anlage dieser Art gebaut (EW Bürglen), doch nimmt das Interesse hierfür zu, insbesondere für Kraftwerke mit nicht zu großen Nutzwassermengen, da bis heute solche Rohrturbinen erst für Wassermengen von etwa $100 \text{ m}^3/\text{s}$ pro Einheit (maximal 6000 PS) gebaut werden.

In der letzten Zeit hat man bei uns bei einigen Niederdruckanlagen, beispielsweise beim Aarekraftwerk Wildegg-Brugg und beim Grenzkraftwerk Rheinau am Rhein, mit großem Aufwand Stauwehre gebaut, die nur dem Zweck dienen, in den nicht in die Wasserkraftnutzung einbezogenen Flußlaufstrecken einen bestimmten Wasserspiegel zu halten, im erstgenannten Fall zum Schutz der Thermalquellen des Bades Schinznach und zur Erhaltung des Landschaftsbildes im Schachengebiet, bei Rheinau allein aus ästhetischen Gründen in Berücksichtigung der Umgebung der Rheinfluß-Schleife mit dem schönen Barock-Kloster Rheinau (Bilder 13 und 14).

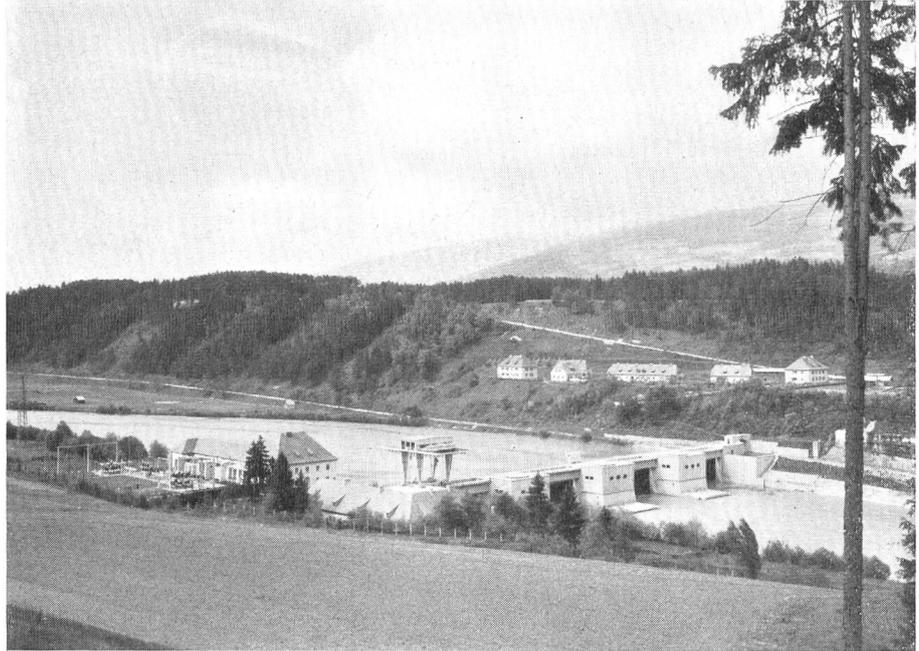


Bild 11
Pfeilerkraftwerk Lavamünd an der
Drau in Österreich
(Inbetriebnahme 1944)
(Photo W. Wagner, Wien)

4. Hochdruck-Anlagen

Solche Wasserkraftwerke umfassen Anlagen mit Fallhöhen des genutzten Wassers, die bei uns von einigen 100 m bis zu 1622 m Nettogefälle reichen, und wir unterscheiden zwei verschiedene Nutzungsarten: **Laufwerke**, die das Wasser im Moment des natürlichen Abflusses nutzen müssen, und **Speicherwerke**, die mit Stauseen und Ausgleichbecken verbunden oder kombiniert sind und die Energieproduktion dem Elektrizitätsbedarf anpassen können, was besonders wichtig ist für die Abgabe der stärker gefragten Winterenergie zu einer Zeit, da unsere natürlichen Flüsse wenig Wasser führen. Zu diesen kommen neustens noch die **Pumpspeicherwerke**, einzeln oder in Kombination mit andern Anlagen; diese haben die Aufgabe, mit billiger Laufenergie (Nacht-, Wochenend- und Überschussenergie) Wasser in höher gelegene Speicherbecken zu pumpen, damit dieses gespeicherte Wasser zu Zeiten größeren Energiebedarfs genutzt werden kann (Veredelung der Energie).

Bei den Hochdruckanlagen in unserer Berglandschaft wird das zur Nutzung herangezogene Wasser im Fluß- oder Bachbett gefaßt, wobei es sich bei den Wasserfassungen in der Regel um eher bescheidene Bauten handelt, die das Landschaftsbild nicht oder kaum beeinträchtigen; das Wasser wird dann meistens durch Freilauf- oder Druckstollen im Berginnern — für das Auge also unsichtbar — zum Wasserschloß geführt, von wo es in möglichst konzentriertem Gefälle zur Kraftwerkzentrale geleitet wird.

Früher wurde die Wasserleitung vom Wasserschloß zur Zentrale durchwegs mittels einer ein- oder mehrsträngigen eisernen **Druckrohrleitung** geführt, die mancherorts allerdings mit Erde eingedeckt wurde. Diese Bauweise bedingt in der üblichen Vegetationszone unserer Bergtäler und unseres Mittellandes meist einen weithin sichtbaren Eingriff in das Landschaftsbild: Waldschneisen u. dgl. (Bild 15). Mit der Weiterentwicklung im Stollen- und Schachtbau und dem Einsatz Menschenkraft und Geld sparerer Baumethoden

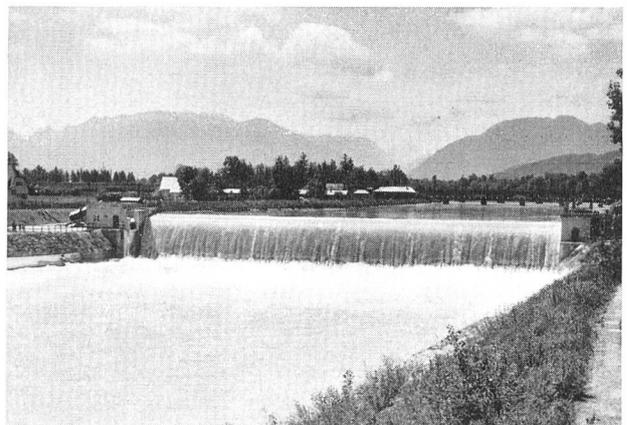


Bild 12 Saalachkraftwerk der Salzburger Stadtwerke in überflutbarer Bauweise mit Rohrturbinen (Inbetriebnahme 1951)
a) bei Turbinenbetrieb ohne Überflutung

b) mit Überflutung

(Photos Salzburger Stadtwerke und O. Stibor, Salzburg)



Bild 13 Grenzkraftwerk Rheinau mit Rheinschleife (Inbetriebnahme 1956). Rechts Hauptstauwehr mit Überlauf zur Dotierung der durch die Kraftnutzung abgeschnittenen Rheinschleife (der Auslauf des Unterwasserstollens des Kraftwerkes ist im Vordergrund sichtbar). Die beiden Hilfswehre (links) sorgen für die gewünschte Wasserhaltung im abgeschnittenen Flußarm. (Fliegeraufnahme Swissair AG, Zürich)

ist man, wo die Felsbeschaffenheit es erlaubt, seit 15 bis 20 Jahren mehr und mehr zur Konstruktion von, dem Auge ebenfalls unsichtbaren stahlgepanzerten Druckschächten im Bergesinnern übergegangen.

Die Kraftwerkzentralen oder Maschinenhäuser, die man früher vielfach glaubte in irgendeinem barocken, klassizistischen, oder sonstwie phantasievollen Stil bauen zu müssen, hat man später versucht, in einem der bestimmten Region angepaßten Stil zu errichten, und schließlich entwickelte man den einfachen Zweckbau. Die strenge Einfachheit eines unaufdringlichen Zweckbaues harmoniert wohl auch am

besten mit der großzügigen Gebirgslandschaft. Parallel mit der oben erwähnten Entwicklung im Bau von Druckschächten ist man seit etwa 20 Jahren auch oft zum Bau unterirdischer, sogenannter Kavernenzentralen, geschritten, von denen man von außen meist nur das mehr oder weniger repräsentativ gestaltete Eingangsportal und Akzessorien sieht (Bild 16). Diese Bauart hat bestimmte Vorteile, vor allem denjenigen der freieren Dispositionsmöglichkeit in der Anlage einer Kraftwerkstufe oder ganzen Werkgruppe, den eines Schutzes gegen Lawinen und sonstige Naturkatastrophen und gegen Kriegseinwirkungen; dabei kann

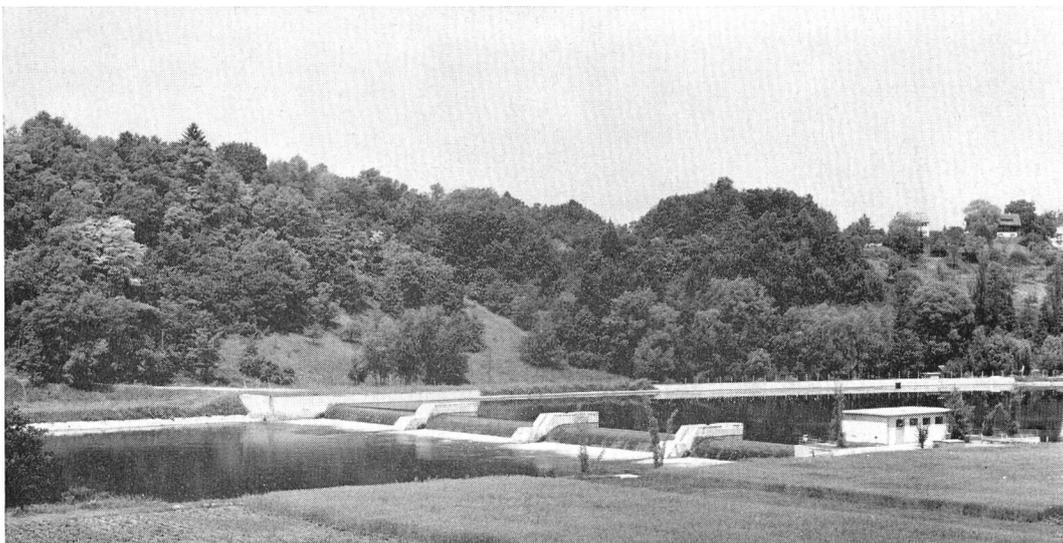


Bild 14 Oberes Hilfswehr in der großen Rheinschleife bei Rheinau. (Photo Wolf-Bender's Erben, Zürich)

eine solche Lösung auch wirtschaftlicher sein, als die Anlage eines Maschinenhauses im Freien. Alle diese baulichen Entwicklungen liegen in der Richtung eines vermehrten Naturschutzes.

Auch beim Bau der Wohnsiedlungen für das Werkpersonal berücksichtigt man heute weitmöglichst die regionale Bauart oder schafft einfache und unaufdringliche Zweckbauten.

Einen grundsätzlich bedeutend schwereren Eingriff in das Landschaftsbild als die Niederdruckwerke bringen die Hochdruckanlagen deshalb mit sich, weil das Nutzwasser dem Bach- und Flußbett entzogen und in Stollen geleitet wird, während es bei Niederdruckanlagen in Flußwerken und Kanalwerken in der Regel nur eine verminderte Fließgeschwindigkeit erhält. Die heutige Tendenz des sehr weitgehenden Wasserentzugs zur wirtschaftlich günstigen Erfassung eines Flusses oder ganzer Flußgebiete bringt in dieser Hinsicht immer heiklere Probleme, die nicht nur mit den Wünschen zur Erhaltung einer lebendigen Fluß- oder Bachlandschaft, sondern auch mit den immer kategorischer werdenden, aber berechtigten Forderungen des allgemeinen Wasserhaushalts, des Gewässerschutzes und der Hygiene im Widerspruch stehen, so daß hier nur weitblickende Entscheide der zuständigen Konzessionsbehörden über das Ausmaß einer Wasserkraftnutzung für das allgemeine Wohl auf lange Sicht richtig lösen

können. Über diese wichtigen und dornigen Fragen äußern anerkannte Fachleute verschiedener Interessengebiete in den nachfolgenden Artikeln ein ausführlicheres Urteil, und es sei besonders auch auf die ausgezeichneten Ausführungen des Forstwirtschafters hingewiesen.

5. Talsperren und Stauseen

Wie im vorigen Abschnitt bereits angedeutet, ist es erforderlich, an unseren Bächen und Flüssen, und zwar möglichst hoch oben, durch den Bau von Talsperren an geologisch und topographisch günstigen Stellen **Stauseen** und **Ausgleichbecken** zu schaffen, um dem Konsum angepaßte elektrische Energie, insbesondere Winterenergie, erzeugen und liefern zu können. Diese in der Regel großen Bauten und künstlichen Seen stellen wohl von sämtlichen Wasserkraftanlagen die am weitesten gehenden Eingriffe in die Natur dar — sie können die Charakteristik einer Landschaft stark verändern ohne daß damit eine nachteilige Auswirkung verbunden sein muß — man denke beispielsweise an das wilde, früher eher öde Oberhasli, heute durch Stauseen, die sich bis zu den Gletscherzungen ausdehnen, bereichert, an den prächtigen, von Wald umsäumten blau-grünen Stausee von Marmorera, der bestimmt eine gegenüber früher schönere Landschaft geschaffen hat, an den lieblichen, in den Voralpen gelegenen großen

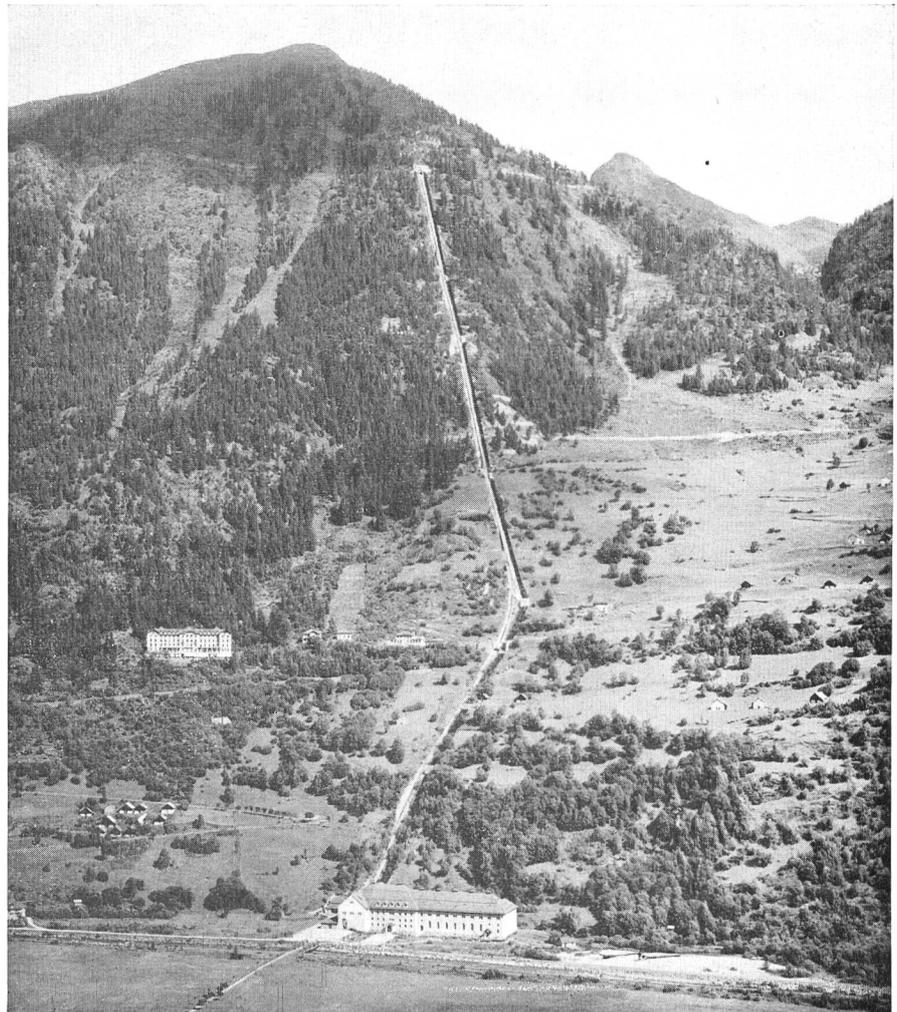


Bild 15
Offen verlegte Druckleitung und Zentrale
Ritom/Kanton Tessin der Schweizerischen
Bundesbahnen (Inbetriebnahme 1920)



Bild 16
Eingang zur Kavernenzentrale Verbanò
der Maggiakraftwerke am Lago Maggiore/
Kanton Tessin
(Inbetriebnahme 1953)
(Photo Maggiakraftwerke AG,
Locarno)

Sihlsee und an manche andere Beispiele in unserem Lande.

Auch beim Bau von Talsperren hat die technische Entwicklung immer größere und kühnere Bauwerke gebracht, die durch ihre Form und Kühnheit der Konstruktion — insbesondere Bogenmauern — zu einem schönen und eindrucksvollen Element einer Landschaft, ja zu erstklassigen Kulturwerken werden können (Bilder 17/18, 20); in weitabgelegenen Hochgebirgstälern des Kantons Wallis ist vor Jahresfrist im Val de Bagnes mit der 237 m hohen Staumauer von Mauvoisin

die höchste Bogenstaumauer der Welt geschaffen worden (Bild 18), und im hochgelegenen Val des Dix ist seit Jahren mit der 284 m hohen Gewicht-Staumauer Grande Dixence, die überhaupt höchste Staumauer der Welt im Bau begriffen. Aber auch anderswo sind, namentlich in den letzten Jahren, große und kühne Talsperren errichtet worden, die unseren Ingenieuren und Baufirmen ein Zeugnis großen Könnens ausstellen. Von der Entwicklung in den Vereinigten Staaten beeinflusst, werden nun auch bei uns hohe Staudämme gebaut, die vom Standpunkt des Landschaftsschutzes betrachtet, weniger harte und in der Natur hervortretende Bauwerke darstellen, wie der heute schon gut bewachsene hohe Staudamm von Marmorera eindrucklich zeigt (Bild 19).

Die vielen in unseren Gebirgstälern und im Mittelland geschaffenen Stauseen bilden, wenn sie nicht stark getrübbtes Gletscherwasser speichern, mancherorts eine Zierde der Landschaft, sobald ein gewisser Füllungsgrad erreicht ist. Unsere Gebirgsbäche und Flüsse haben bekanntlich die großen Abflüsse in den Frühlings- und Sommermonaten, und in den Stauseen werden diese reichlichen Abflüsse aufgespeichert zur Nutzung während des Winters; die Stauseen haben demnach zu Beginn der Schneeschmelze ihren tiefsten Stand, und die groß dimensionierten werden erst gegen den Herbst hin gefüllt. Bei manchen Stauseen schreibt man nun aus Naturschutzgründen oder andern Erfordernissen frühere Auffüllungstermine vor und stipuliert dann meistens gewisse Konventionalstrafen, falls diese Bedingungen nicht eingehalten werden — eine Maßnahme, die allerdings nur einen Sinn hat, wenn die Konventionalstrafe so hoch ist, daß sie nicht zur Übertretung des erstrebten Zieles reizt!

6. Hochspannungsleitungen

Die Energieerzeugung unserer Wasserkraftanlagen geschieht zum Teil weitab der großen Konsumzentren und dichten Wohnsiedlungen. Der Transport der immer größeren Energiemengen erfolgt über das unser ganzes Land überspannende Hochspannungsnetz, heute in Spannungen bis zu 220 000 Volt, in allernächster Zeit sogar bis 380 000 Volt. Von den Umformerstationen

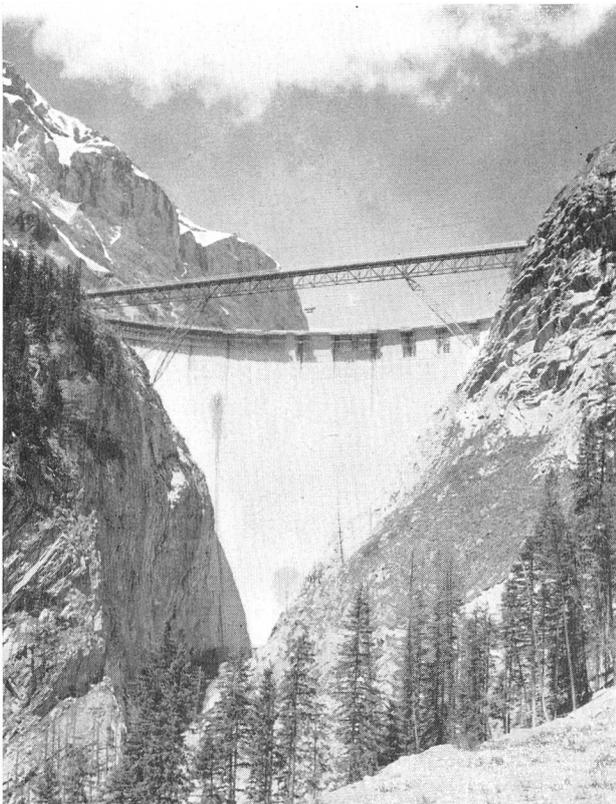


Bild 17 Bogenstaumauer Zeuzier der Lienne-Kraftwerke / Kanton Wallis
(Bauperiode 1954/57) (Photo E. Brügger, Zürich)



Bild 18
Bogenstaumauer Mauvoisin
im Val de Bagnes/Kanton Wallis
(Bauperiode 1951/58)
(Photo Elektro-Watt, Zürich)

wird dann die Energie in niedrigeren Spannungen bis zu den einzelnen Verbrauchern, oft bis zu einsamen Höfen verteilt. Dieses weit ausgedehnte Leitungsnetz wird vielfach als störend empfunden, läßt sich jedoch nicht vermeiden, übt es doch als Transportmittel eine ähnliche Funktion aus wie unser Straßen- und Eisenbahnnetz, das meistens einen bedeutend größeren Eingriff in die Natur darstellt. Durch den Bau immer größerer Kraftwerke und Werkgruppen in den Alpen

vermehrt sich allerdings die Zahl der großen Alpenleitungen, und immer mehr bisher einsame und abgelegene Täler und Hochgebirgspässe werden von einer großen oder sogar von mehreren Leitungen durchzogen. In gewissen Tälern und Engpässen häufen sich die Leitungen beängstigend, und an solchen Schwerpunkten des Energietransports wird man in Zukunft um die Eliminierung weniger leistungsfähiger Leitungen wohl nicht herumkommen. Störender als große Übertragungs-



Bild 19
Staudamm Marmorera im Oberhalbstein Kanton Graubünden
(Bauperiode 1949/55)
(Photo Hans Steiner, St. Moritz)

leitungen können Leitungen geringerer Spannung wirken, die vorerst vielleicht als Provisorium für die Bau-
stromversorgung gebaut, dann aber definitiv der Energieversorgung einer wenig besiedelten Talschaft dienstbar gemacht und aus wirtschaftlichen Gründen mit plumpen und weithin sichtbaren Holzmasten erstellt werden; leider fehlt es auch bei neuesten Anlagen nicht an schlechten Beispielen dieser Art, wo man wenigstens durch geeigneten Tarn-Anstrich der Holzmasten die begangenen Sünden etwas mildern sollte! Es muß aber festgehalten werden, daß man heute in der Regel bemüht ist, formschöne und elegante Leitungsmasten zu bauen, deren Erscheinen im Landschaftsbild durch geeigneten Anstrich zurücktreten kann. Besonders elegant und feingliedrig sind, wie wir kürzlich konstatieren konnten, die Masten der Hochspannungsleitungen in Schweden und Finnland konstruiert, wo offenbar weniger strenge Sicherheitsvorschriften als bei uns dieses erstrebenswerte Ziel erreichen lassen. Sehr wichtig ist die intensive und bis ins Detail gehende Tracierung einer großen Leitung; bei gutem Willen lassen sich dann wohl annehmbare Lösungen finden. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür ist die vorzügliche Lösung für die Tracierung der 150-kV-Leitung, die vom Puschlav über den Berninapaf ins Oberengadin und über den Julierpaß in das Oberhalbstein führt, wo sehr heikle Talquerungen (Morteratsch, Val Roseg, Oberengadin) nötig waren; hier ist durch eine enge Zusammenarbeit zwischen den Erbauern der Leitung und den örtlichen Natur- und Heimatschutzkreisen Erfreuliches geleistet worden.

7. Ausblick

Diese knappen Ausführungen und Hinweise mögen zeigen, daß die gegensätzlich gerichteten Anliegen von Wasserkraftnutzung und Naturschutz durch verschiedene Maßnahmen und insbesondere durch die techni-

sche Entwicklung der Bauweisen für die Anlageteile im Kraftwerkbau eine Annäherung erlauben.

Ferner ist auch zu beachten, daß bei allen technischen Bauten, auch bei sorgfältigster Gestaltung der Anpassungs- und Aufräumungsarbeiten, Bepflanzung und dgl., eine gewisse Zeit verstreichen wird, bis durch Vernarbung, Pflanzenwuchs und Verwitterung eine naturverbundene Anpassung erreicht wird, was an älteren Bauten besonders gut aufgezeigt werden kann, insbesondere wenn man Bilder aus der Zeit der Fertigstellung der Bauten und nach etlichen Jahren vergleicht.

Es ist zu hoffen, daß durch eine wohlwollende und ersprießliche Zusammenarbeit zwischen Elektrizitätsunternehmungen sowie projektierenden und ausführenden Ingenieuren einerseits und Naturschutzkreisen andererseits für die in Zukunft noch zu verwirklichenden Wasserkraftanlagen und zugehörigen technischen Bauten günstige Lösungen getroffen werden mögen, die das schöne Antlitz unserer Heimat möglichst schonen ohne diesem wichtigen Wirtschaftszweig zu einschneidende Maßnahmen aufzuerlegen. Von verschiedener Seite wurde nach der Aufstellung eines schweizerischen Gesamt-Ausbauplanes der noch verbleibenden Wasserkräfte gerufen, um die besonders zu schützenden Zonen auszuscheiden. Die Entwicklung in der Projektierung und besonders in der Erteilung der Wasserrechtsverleihungen ist aber heute so weit gediehen, daß ein solches Vorhaben gar nicht mehr realisierbar ist; zudem fehlen für eine zentralistische Planung und Regelung die gesetzlichen Bestimmungen, da sowohl die Wasserhoheit als auch Natur- und Heimatschutz in unserem Lande fast durchwegs föderalistisch geregelt sind. Es wird daher vernünftiger und zweckmäßiger sein, von Fall zu Fall zu entscheiden und das Für und Wider einer Anlage oder eines Anlageteils in wohl-durchdachter, verantwortlicher Abwägung aller Gegebenheiten festzulegen.

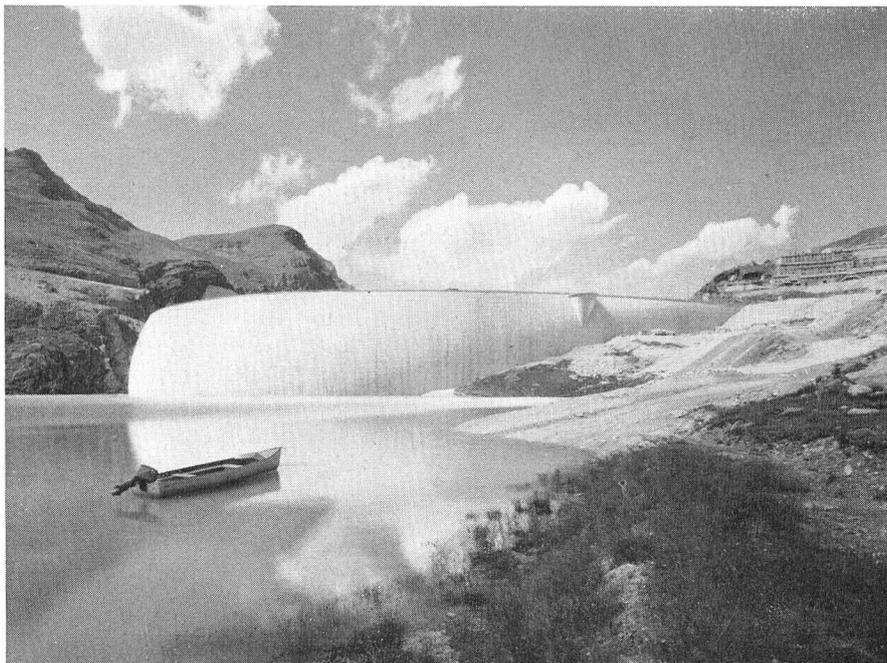


Bild 20 Bogenstaumauer Moiry der Gougrawerke/Kanton Wallis (Bauperiode 1954/58)
(Photo E. Brügger, Zürich)