Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 48 (1956)
Heft: 5-6

Artikel: Geschichte und Tatsachen der Donaukaftnutzung in Österreich
Autor: Vas, Oskar
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921488

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: 10.07.2025

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

Geschichte und Tatsachen der Donaukraftnutzung in Österreich

Von Dipl. ing. Dr. *Oskar Vas*, Wien.

DK 621.29(436)

Es mag jeder Leser dieser schweizerischen Fachzeitschrift die Frage stellen, warum sie gerade in ihrem zum Zeitpunkte der 5. Weltkraftkonferenz erscheinenden Hefte einer Abhandlung über die Donaukraftnutzung in Österreich Raum gibt. Dies möge zur Erklärung dienen: Um die Jahreswende 1955/56 ist bei dem die bayerisch-österreichische Grenzstrecke der Donau ausnützenden *Kraftwerk Jochenstein* der Vollstau erzielt worden und in wenigen Wochen wird dieses Werk durch Inbetriebnahme seines vierten und fünften Maschinensatzes seine volle Leistungsfähigkeit nach einer Rekordbauzeit von knapp 44 Monaten erreichen. Dieses Kraftwerk ist das erste, das in der österreichischen Donau fertiggestellt worden ist, fast ein halbes Jahrhundert, seitdem schweizerische Ingenieure die ersten Vorschläge zur Kraftnutzung der Donau in ihrem österreichischen Verlauf erstattet haben. Mit der Ausnutzung dieser rund 350 km langen Strecke soll sich dieser Bericht beschäftigen.

I.

Knapp unterhalb Passau (Abb. 1), dem alten Bischofssitz, tritt die *Donau*, mit dem *Inn* und der *Ilz* vereint, aus der Deutschen Bundesrepublik auf österreichisches Gebiet. Schon ihr Ursprung widerspricht den Regeln der Gewässerkunde. Knapp unterhalb des Abflusses ihrer Quelle in Donaueschingen münden zwei kräftige Schwarzwaldflüsse — Brege und Brigach — in das kleine Rinnsal. Und wenige Kilometer ostwärts «versinkt» dieses Gewässer im Raum von Immendingen und Möhringen, um als kräftige Achquelle wieder zum Vorschein zu kommen, die schließlich dem Bodensee zufließt. Unterhalb von Möhringen sammelt sich wieder Wasser in dem Bachbett der Donau und erst von hier an kann man den Gewässerlauf eindeutig benennen. Noch in Tuttlingen ist er ein kleiner Bach, der nur bei höheren Wasserständen oberirdische Abflüsse aus dem westlichen Gebiete erhält. Ebenso abnormal geht es auch in Passau zu. Der Inn — sein Einzugsgebiet beträgt an der Mündung 26 131 km² — ist viel wasserreicher als die Donau selbst, trotzdem ihr Einzugsgebiet an dem Zusammenfluß 50 500 km² mißt.

Auch das Gefälle des Stromes unterhalb Passau wird größer (mittleres Gefälle zwischen Regensburg und Passau = 0,21‰, unterhalb Passau = 0,48‰, mittleres Gefälle des Inn zwischen Braunau und Passau = 0,85‰).

Und eigenartig ist der Verlauf des Stromes in Österreich. Ein malerischer Wechsel von Durchbruchstrecken und Flachstrecken (Abb. 2) gibt der Stromlandschaft ihren eigenartigen Zauber und Reiz. Die erste Durchbruchstrecke reicht bis zum Aschacher Kachlet — so nennt man im süddeutschen Sprachraum eine seichte Flußstrecke, die, mit Felskugeln und Riffen besetzt, der Schiffahrt manche Schwierigkeiten bereitet — und findet nach Durchtritt durch das Eferdinger Becken eine kurze Wiederholung im Engtal knapp oberhalb Linz. Auf eine Flachstrecke, wo die Donau an die Ausläufer der Alpen herantritt, folgt als zweiter großer Durchbruch der Strudengau, in alten Zeiten eine der gefürchtetsten Schiffspassagen; von Ardagger bis Ybbs, wo sich das Tal weitet, ohne seinen Charakter als Durchbruch zu verlieren, dann auch östlich von Ybbs, greift die hercynische Masse auf das Südufer über.

Freundlichere Gedanken verbinden sich mit dem dritten großen Durchbruch, der Wachau zwischen Melk und Krems, die durch ihre zu den edelsten Österreichs zählenden Weinrieden vielleicht noch weltweiteren Ruhm erworben hat als durch die in romantischen Schloßruinen (Abb. 3) dokumentierte mittelalterliche Geschichte, etwa eines Richard Löwenherz, der hier gefangen saß. Unterhalb der Wachau begleitet den Strom dann ein mehr oder minder breiter Auengürtel, der auch von zwei örtlichen Einengungen kaum unterbrochen wird, nämlich dem Alpenende zwischen Leopoldsberg

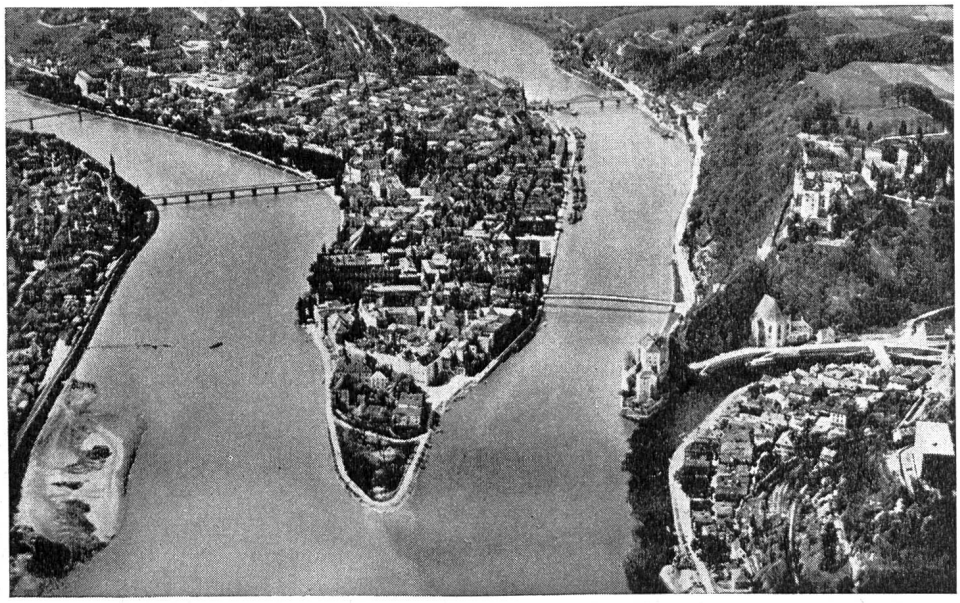

Abb. 1a
Zusammenfluß von Inn, Donau und Ilz bei Passau
(Aufnahme Hamburger Luftbild)

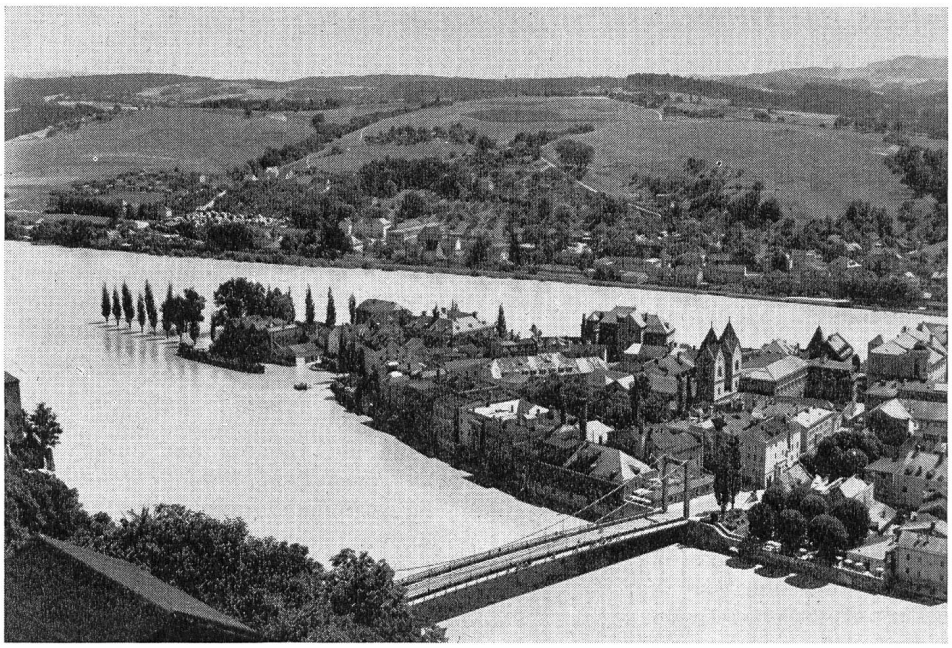

Abb. 1b
Passau mit Donau und Inn beim Julihochwasser 1954
(Photo R. Gutscher, Donaukraftwerk Jochenstein AG, Passau)

und Bisamberg im Weichbild von Wien und der magyarischen Pforte zwischen Hainburg und Theben, dort, wo der Strom das Gebiet Österreichs verläßt.

Die gesamte österreichische Strecke wird mit ihrem ziemlich einheitlichen Gefälle von 0,45‰ zum Oberlauf des Stromes gerechnet (Abb. 4). Erst weiter östlich, im tschechoslowakisch-ungarischen Grenzlauf, liegt bei Gönyü ein deutlicher Gefällsbruch, der diesen Oberlauf vom Mittellauf markant scheidet. Einheitlich ist innerhalb Österreichs auch der Abflußcharakter mit deutlichen Hochgebirgseinflüssen: Wasserfülle im Frühsommer und Niedrigwasser im Winter — ein Charakter, welcher der Donau allerdings erst durch den Inn an Österreichs Grenze deutlich aufgeprägt wird. Die bayerische Donau ist dagegen als Mittelgebirgsfluß anzusehen, wie aus einer Gegenüberstellung der Abflußganglinien (Abb. 5) zu erkennen ist. Man ersieht daraus, wie der Inn in Passau trotz seines nur halb so großen Einzugsgebietes dominiert. Der Flächenzuwachs innerhalb Österreichs bis zur Marchmündung ist mit 28 095 km² bei weitem nicht so groß wie das bayerische Donaugebiet ohne Inn. Interessant ist übrigens, daß das Einzugsgebiet der March, die der Hauptsache nach das ehemalige österreichische Kronland Mähren zwischen der böhmisch-mährischen Höhe, den Sudeten und den Kleinen Karpathen entwässert, 26 658 km² mißt, so daß gebietsmäßig die Donau zu $^2/_5$ aus Bayern-Württemberg, zu $^1/_5$ aus dem Inn, zu $^1/_5$ aus dem österreichischen Gebiet unterhalb von Passau und zu $^1/_5$ aus der March stammt.

Der wenn auch zurückgedrängte Mittelgebirgseinfluß macht sich immerhin in einer ausgeglicheneren

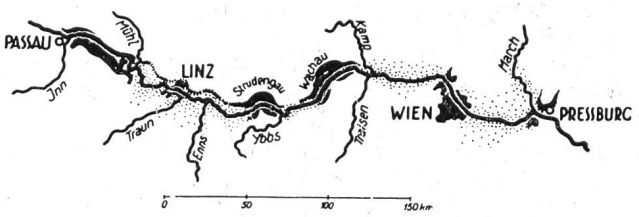

Abb. 2 Die Donau in Österreich

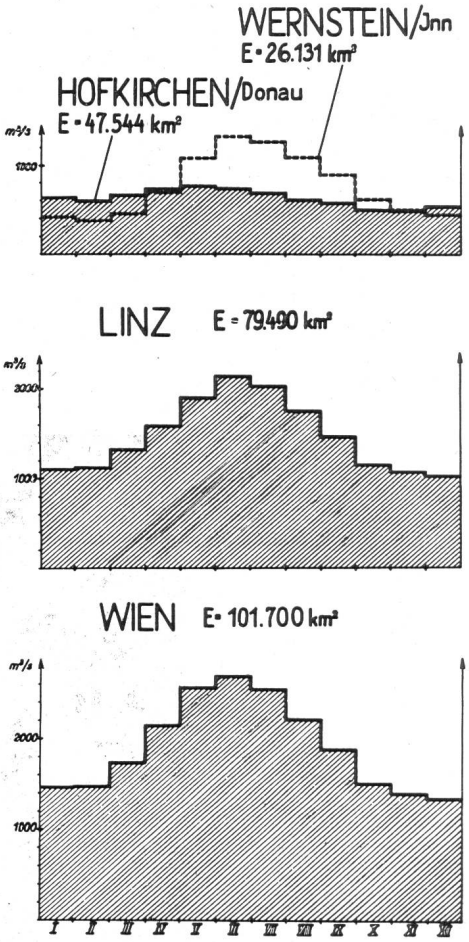

Abb. 5 Charakteristische Abflußganglinien von Inn und Donau

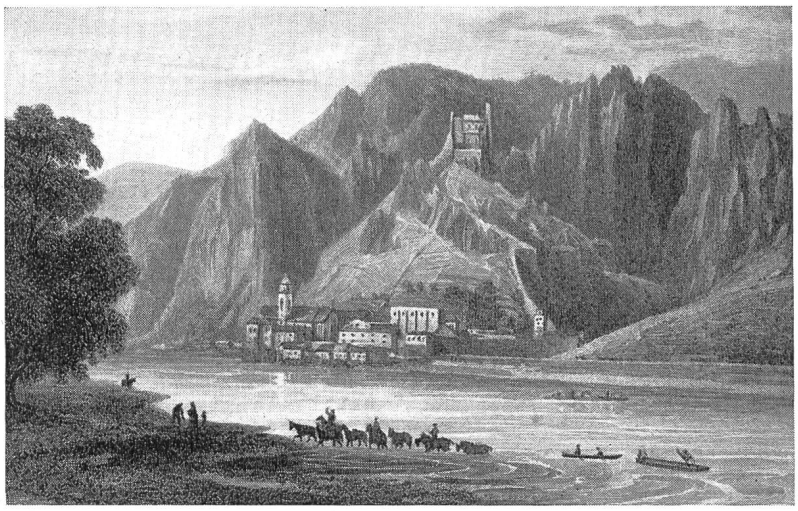

Abb. 3
Dürnstein in der Wachau
(Stich nach Th. Ender)

Verteilung der Abflüsse über das Jahr bemerkbar. Während beim Inn die Schwankung zwischen kleinstem und größtem Monatsmittel 1 : 3,5 beträgt, ist sie an der Donau nur 1 : 2. Im Winterhalbjahr fließen am Inn knapp 30% der Jahresmenge, an der Donau fast 40% ab.

II.

Weder dieser für den Wasserkraftausbau besonders günstige Umstand, noch die Tatsache des sehr beträchtlichen Roharbeitsvermögens von mehr als 18 Mrd. kWh/Jahr vermochten freilich in den Anfangsjahren der Wasserkraft eine gewisse Scheu vor dem großen Strom zu überwinden. Der erste bekannt gewordene Entwurf für eine Ausnützung der Donau, jener von *Söllner* aus dem Jahre 1910 für die Strecke von Wien bis zur ungarischen Grenze (Abb. 6) weist als Kennzeichen das Fehlen jeglicher Einbauten in den Strom selbst auf. Ein Werks- und Schiffahrtskanal sollte mit freiem Einlauf vom Strom abzweigen, die fruchtbare — aber zur Versteppung neigende — Ebene des Marchfeldes mit 53 km Länge durchqueren und hierbei mehrere Kraftstufen mit Schleusen bilden, aber auch einer gewissen Hochwasserentlastung und der Bewässerung dienen; schon vor fast einem halben Jahrhundert also ein Mehrzweckprojekt, wie wir es heute als moderne Errungenschaft preisen! Damals ist es allerdings auf dem Papier geblieben. Man hatte eine unerhörte Scheu vor der Schiffahrt. Nur sie erklärt den «offenen Einlauf», die unzweckmäßigste Art für die Abzweigung eines Triebwassergerinnes.

In der österreichischen Praxis suchten die Wasserkraftwerke Gefällskonzentrationen in meist abgelegenen Bergtälern auf; für die Versorgung der Residenzstadt an der Donau entstanden Dampfzentralen, denen die Kohlengruben im Norden der Donaumonarchie den Brennstoff lieferten.

So ist es vielleicht bemerkenswert, aber nicht so sehr verwunderlich, wenn die ersten Entwürfe für Donaukraftwerke mit Stromwehren von ausländischen Impulsen her kamen. Die Schweiz hatte am Hochrhein schon Erfahrungen mit größeren Stromquerbauten gesammelt und ihre unternehmenden Fachleute wollten

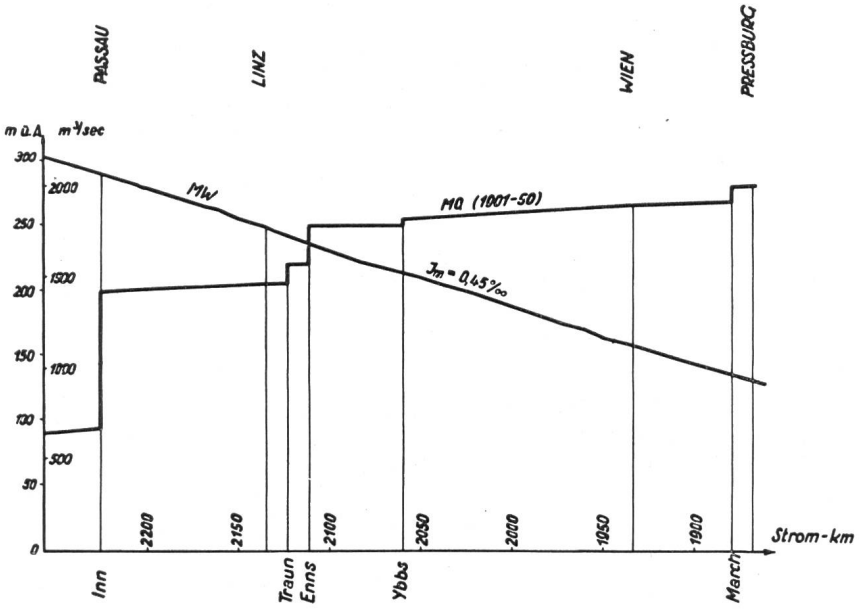

Abb. 4 Talgefälle und Mittelwasser

diese Erfahrungen an der österreichischen Donau verwerten. 1912 wurde von *Fischer-Reinau* in Zürich gemeinsam mit der Firma *Locher & Cie.* ein Entwurf für ein *Kraftwerk Wallsee* (Abb. 7) — in der flachen Landschaft zwischen der Ennsmündung und dem Strudengau — und drei Jahre später vom selben Syndikat ein Entwurf für die Talstrecke unterhalb *Aschach* vorgelegt. Beide Entwürfe sahen, dem damaligen Stand der Technik entsprechend, Ausleitungskraftwerke[1] vor, mit einem mäßigen Aufstau im Strom und mit einem längeren Kanal, der dem Durchfluß des Triebwassers *und* der Schiffahrt dienen sollte (Abb. 8).

Der Entwurf *Wallsee* war der erste, der eine wasserrechtliche Bewilligung erhielt. Der Name des österreichischen Ingenieurs *F. Brock*, damals Direktor der österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, wird für alle Zeiten als der eines Vorkämpfers für die Donaukraftnutzung genannt werden. Der Genehmigungsbescheid für den Entwurf *Wallsee* enthielt neben Vorschreibungen über die Behandlung des Geschiebes und die Verhinderung von Eisstößen auch solche über eine so weit gehende Pflege der Entnahmestrecke, daß die Schiffahrt im Falle einer Kanalstillegung durch das Wehr im ursprünglichen Strombett verbleiben könnte. Zu einer Ausführung dieses Projektes ist es aber nicht gekommen. Die Zeit war doch noch nicht reif für die von der Donau vorgeschriebenen Dimensionen, sowohl bezüglich der energiewirtschaftlichen Notwendigkeit, als auch der technischen Durchführbarkeit. Die von *Brock* gebildete Finanzgruppe zerfiel ebenso wie die österreichisch-ungarische Monarchie.

Seither ist eine große Zahl von Entwürfen für die Ausnützung der Donau zur Diskussion gestellt worden. Die Namen *Bertschinger, Pernt, Schubert, Grünhut, Söllner, Janesch, Fritsche, Hoffmann* und *Deperis*, der Firmen *Mayreder-Krauß, Siemens-Schuckert, Universale, Innerebner & Mayer* sowie *Ast* vermitteln den Eindruck von der Fülle von Planungstätigkeit, der sich auch öffentliche Stellen, wie das Wiener Stadtbauamt und die Donau-Regulierungskommission, anschlossen. Örtlich erstreckte sich die Projektierung auf zahlreiche kürzere oder längere Abschnitte, zeitlich umfaßte sie

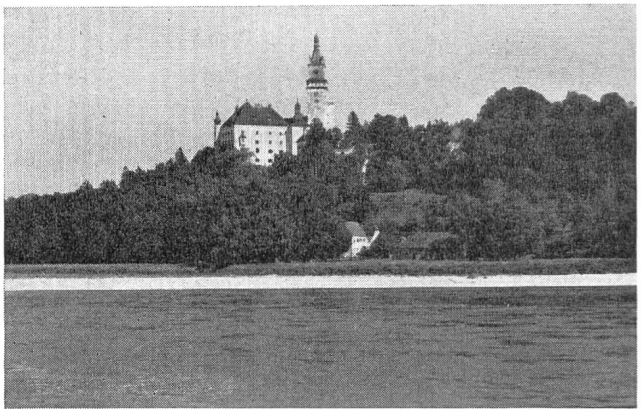

Abb. 7 Schloß Wallsee (Photo P. Ledermann, Wien)

mehr als ein Jahrzehnt nach dem Zusammenbruch der Monarchie und damit auch dem Zusammenbruch der ausreichenden Kohlenversorgung Österreichs; sie kulminierte in den hoffnungsvollen Jahren nach der Inflation, als Österreichs Wirtschaft zu gesunden schien. Doch die lähmenden Auswirkungen der Weltwirtschaftskrise von 1931 und das Angebot billiger Kohle aus Deutschland und den Nachfolgestaaten haben es um die Donau ebenso still werden lassen, wie auch sonst im österreichischen Wasserkraftausbau.

Die zum Teil den zuständigen Behörden vorgelegten, zum Teil auch nur in der Fachpresse zur Diskussion gestellten Entwürfe haben vereinzelt Stau-, zumeist aber Ausleitungsstufen vorgesehen, mitunter — und dies speziell in der Flachstrecke unterhalb der Wachau bis zur Staatsgrenze — längere Seitenkanäle mit Kraftstufen, mit oder ohne Schiffahrt, wie dies eingangs schon beim Projekt Söllner als Beispiel erwähnt wurde. Einige Projekte haben die Laufwasserkraft des Donauwerkes auch mit einer seitlichen Pumpspeicheranlage kombiniert, um eine gewisse Anpassungsfähigkeit des Dargebotes an den Bedarf zu erzielen. Immer wieder reizen die das Donautal in seinen Engstrecken begleitenden Höhenzüge

[1] In der Schweiz in der Regel als «Kanalwerke» bezeichnet.

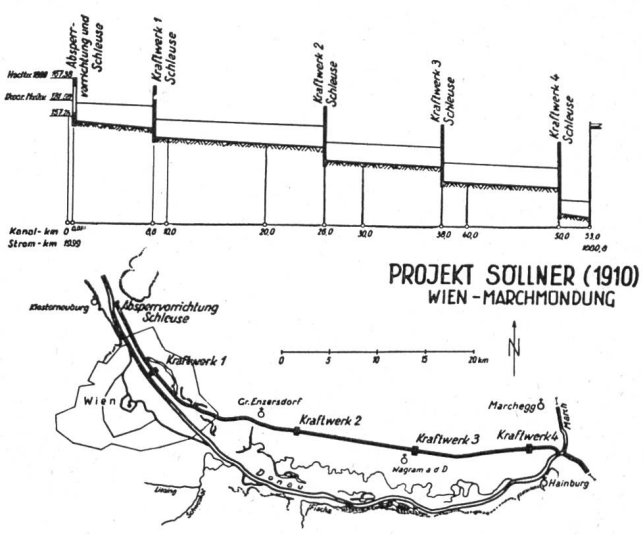

Abb. 6 Projekt Söllner für das Marchfeld

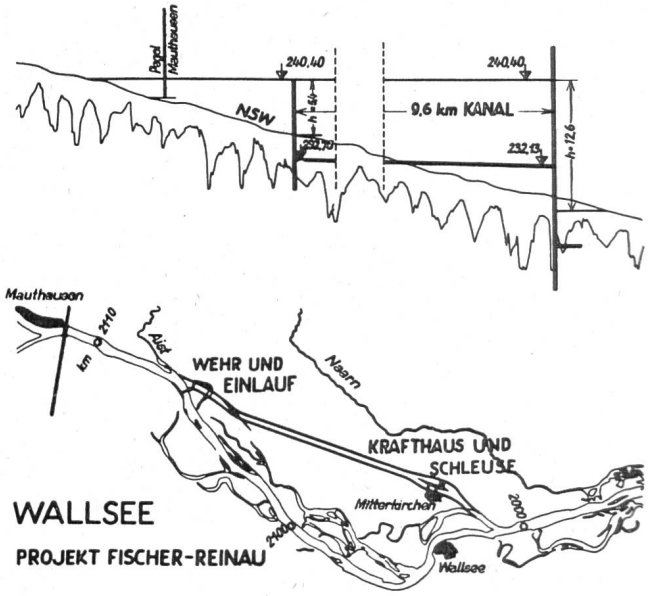

Abb. 8 Erstes Projekt Fischer-Reinau für Wallsee

und die darin meist tief eingeschnittenen Seitentäler zu Untersuchungen in dieser Richtung.

In der Tabelle 1 sind die interessantesten Entwürfe mit ihren kennzeichnenden Größen zusammengestellt.

Nur *ein* in dieser Zeit eingereichter Entwurf erlangte die Bewilligung der zuständigen Behörden: es ist dies der Entwurf für das *Kraftwerk Ybbs-Persenbeug*. Und wieder war es ein Schweizer Ingenieur, *Oskar Höhn*, von dem sowohl der Grundgedanke, als auch der erste Ausführungsentwurf stammt.

Während fast alle österreichischen Entwurfsverfasser wie fasziniert zunächst nur an die Stromversorgung von Wien dachten und fast durchwegs Ausleitungskraftwerke in den weiten Talstrecken vorsahen, lag dem Schweizer nichts näher, als eine tief eingeschnittene Stromstrecke für seine Absichten heranzuziehen, geschult an den Beispielen des Hochrheins, der damals schon mehrere Staukraftwerke trieb. *Höhns* Augenmerk fiel auf den Strudengau, wo durch die Überstauung des *Hößganges* und des *Greiner* Strudels schwere Schifffahrtshindernisse beseitigt werden sollten. Bemerkenswerterweise wählte Höhn im Jahre 1924 aber nicht das Ende der Schluchtenstrecke zur Anlage seines Wehres, sondern er plante seine Staustufe zunächst mehrere Kilometer stromaufwärts beim Dorfe *Weins* (Stromkm 134,3). Erst später (1928) ließ er sich davon überzeugen, daß diese Standortwahl für einen weiteren Ausbau recht schwierige Verhältnisse schaffen würde, und das Kraftwerk wurde an den Ort *Donaudorf* oberhalb *Ybbs* (km 131,3) herangerückt, so zwar, daß die Siedlungen dieser Stadt ebensowenig wie der am linken Donauufer liegende Markt *Persenbeug* von dem Stau mehr betroffen wurden.

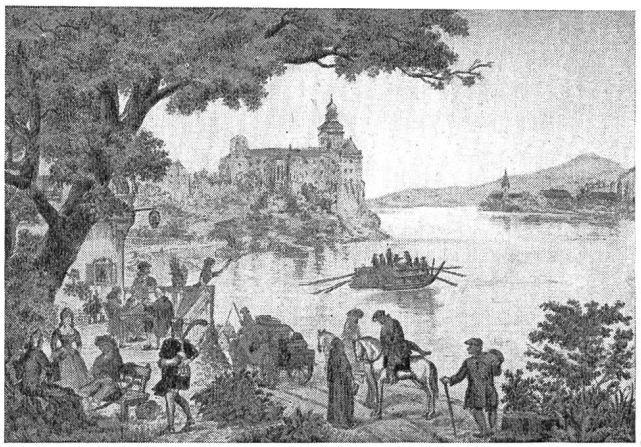

Abb. 9 Schloß Persenbeug (Stich nach Brand)

Der Felsen von Persenbeug (Abb. 9) mit dem Schloß, wo Österreichs letzter Kaiser das Licht der Welt erblickte, ist seit damals gleichsam ein stetes Symbol für eine Baugeschichte, die in ihrer Wechselhaftigkeit kaum ihresgleichen finden wird.

Auswahl älterer Donau-Entwürfe für die Wasserkraftnutzung Tabelle 1

Verfasser	Ort	Stromstrecke km	Zahl und Typ[1] d. Stufen	Nutzwassermenge Qn m³/s	Nettogefälle Hn m	Leistung MW[2]	Jahresarbeit GWh[3]	Jahr
Innerebner und Mayer	Grenze-Eferding	2210—2154	3 St	1400	5,1—8,6	179	1250	1928
Fischer-Reinau	Aschach-Ottensheim	2190—2154	1 KE	1230	13,5	120	700	1910
Fischer-Reinau	Wallsee	2126—2091	1 KW	1400	13,5	140	800	1910
Mayreder, Krauß, Univ., SSW	Struden	2097—2075	1 KW	1520	10,5	90	560	1923
Höhn	Ybbs-Persenbeug	2085—2060	1 St	1800	9,5	105	800	1924
Bertschinger	Krems-Korneuburg	1998—1944	3 KE	690	3 × 7	115	700	1920
Schubert	Krems-Korneuburg	1998—1946	4 KE	2000	25	475	2000	1930
Söllner	Korneuburg-March	1939—1880	4 KE	400	3,7—9,2	60	400	1909
Pernt-Redlich u. Berger	Korneuburg-Schönau	1942—1907	2 KE	750	7,3—10,3	90	320	1926
Elin-Grünhut	Schönau-March	1916—1882	1 KE	450	12,8	40	270	1923
Schubert	Korneuburg-Eckartsau	1944—1893	3 KE	2000	5,1—12,1	484	2000	1926
Söllner	Wien-Fischamend	1939—1906	1 KW	1800	10,9	120	740	1928
Hoffmann-Deperis	Wien-Neusiedlersee-Raab	1934—1800	2 KE	400 120	9 36	30 60	100 300	1929

[1] Typenbezeichnung: St = Staukraftwerk; KE = Kanal mit freiem Einlauf; KW = Kanal mit Wehr.
[2] 1 MW = 1000 kW
[3] 1 GWh = 1 Mio kWh

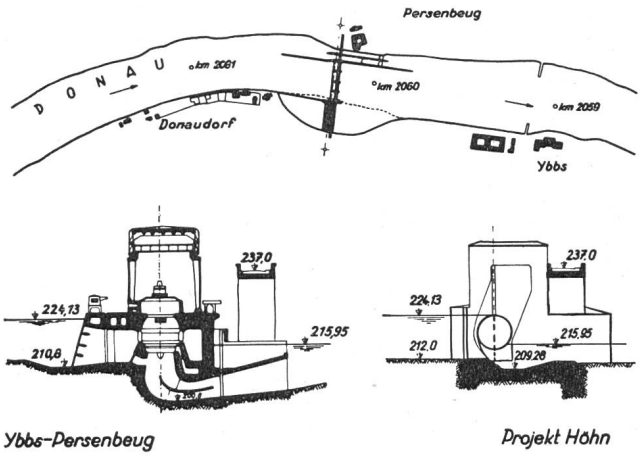

Abb. 10 Projekt Höhn für Ybbs-Persenbeug

Der Entwurf Höhn (Abb. 10) beinhaltete ein echtes Staukraftwerk mit den für den schiffbaren Strom typischen drei Bauteilen Schleuse — Wehr — Krafthaus auf einer Achse, dessen Rückstau bis zu dem oberen Ende der Schluchtenstrecke beim Markt *Ardagger* reichen sollte. Seine Staukote war 224,13 m ü. A. Die Stauwerkachse lag etwa 100 m stromaufwärts vom Schloßfelsen, in der Flucht der Verschlüsse des Oberhauptes der beiden Schiffahrtschleusen. Die Schleusen waren am linken Ufer geplant, wo sie auch heute ausgeführt werden. Das Wehr bestand aus vier Öffnungen von je 48 m lichter Weite mit absenkbaren Walzenverschlüssen. Geplant waren 10 Kaplanturbinen mit je 11 MW[2] bei 180 m^3/s Schluckfähigkeit. Das Jahresarbeitsvermögen hätte 800 Mio kWh betragen. In einer späteren Variante ist die Zahl der Maschinensätze auf sechs reduziert worden, mit je 20 MW Leistung bei 300 m^3/s Schluckfähigkeit. Die Stauhaltung hatte eine Länge von rund 25 km und sollte auf der ganzen Länge die durchgehende zweigleisige Schiffahrt ermöglichen, während bisher diese Stromstrecke je nach dem Wasserstande auf 6 bis 16 km nur einschiffig befahren werden kann.

Höhn gelang es, ein Bankensyndikat für sein Projekt zustande zu bringen, dem zwei österreichische Großbanken (die Creditanstalt und der Wiener Bankverein) sowie die Schweizerische Gesellschaft für elektrische Industrie, Basel, angehörten. Das Syndikat schloß sich dem Genehmigungsverfahren an. Bedauerlicherweise zog sich das behördliche Genehmigungsverfahren über das Jahr 1931 hin. Das Bankensyndikat zog — da es keine Möglichkeit zur Verwirklichung des Projektes mehr sah — zurück, und dem armen Entwurfsverfasser blieb nichts anderes übrig, als zu hoffen und auf bessere Zeiten zu warten. Er wartete aber vergebens.

III.

Als im Jahre 1938 Österreich dem Deutschen Reich einverleibt wurde, brach eine neue Phase im österreichischen Wasserkraftausbau an. Finanzieren war im Dritten Reich kein Problem. Die Donau wurde «Reichswasserstraße» und die Reichswasserstraßenverwaltung sollte den Bau des Kraftwerkes Ybbs beschleunigt in die Wege leiten. Entsprechend ihrer Organisation wurde die Rhein–Main–Donau AG (RMD) in München, die schon das Kachletkraftwerk bei Passau besaß, mit der Baudurchführung beauftragt. Sie erwarb mit «gelindem» Druck die Rechte Höhns, mit dem übrigens auch ein mehrjähriger Konsultationsvertrag abgeschlossen wurde.

Der Entwurf wurde im allgemeinen beibehalten und nur in Einzelheiten abgeändert (Abb. 11), so etwa in der Wehrausbildung, wo 6 Öffnungen mit Hakenschützen von 32 m Lichtweite anstelle der früheren 4 Öffnungen mit 48 m-Walzenverschlüssen vorgesehen wurden, und in der Gestaltung der Krafthausbucht, die aber genau wie bei Höhn zur Gänze im rechten Ufer lag. Der Bau wurde nach diesem Entwurf auch unverzüglich vorbereitet, die Vergebung der Bauarbeiten und Lieferungen aber durch politische Einflüsse behindert. Der RMD hat ihre Gegenwehr nichts genützt. Nach Auswechslung der verantwortlichen Firmenleitung mußte sie vielmehr ihren Ingenieurstab für ein äußerst gewagtes und — wie vorauszusehen war — mit einem gänzlichen Mißerfolg endendes Experiment zur Verfügung stellen. Es sollte nämlich der an Iller und Lech inszenierte und für die dortigen Verhältnisse und Größenordnungen nicht völlig unbrauchbare Typus des Unterwasserwerks nach Arno Fischer (Abb. 12) auch an der Donau zur Ausführung kommen. Daß dieser

[2] 1 MW = 1000 kW.

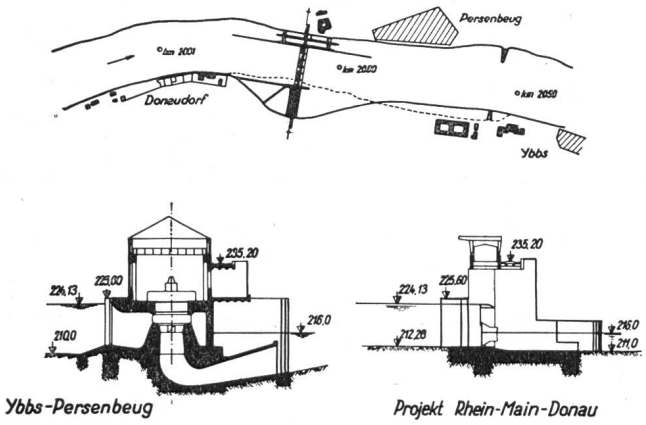

Abb. 11 Ybbs-Persenbeug, Projekt der RMD

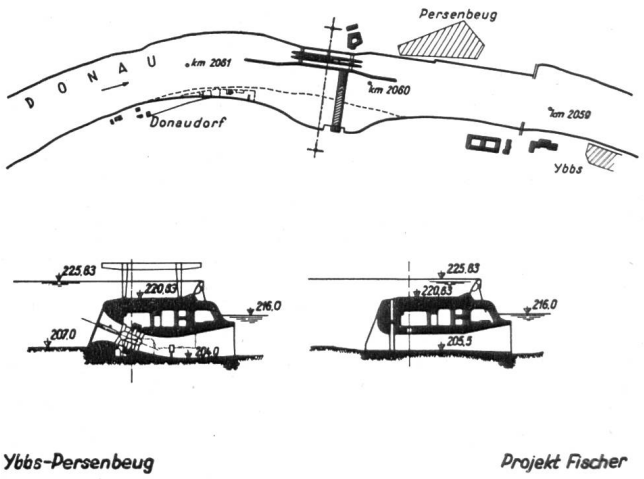

Abb. 12 Ybbs-Persenbeug, Projekt Arno Fischer

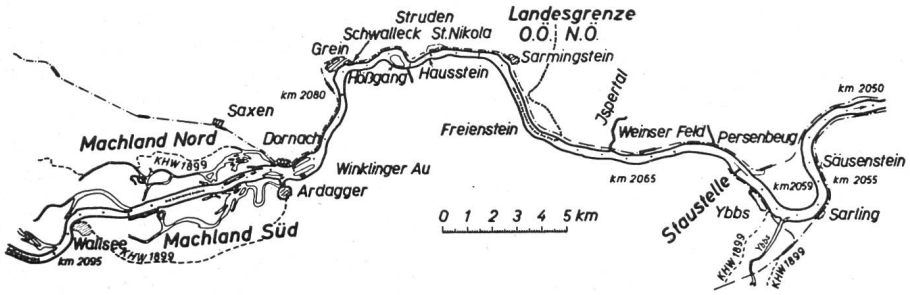

Abb. 13 Ybbs-Persenbeug, Stauraum

Bau ohne Genehmigung der zuständigen Wasserrechtsbehörde ins Werk gesetzt wurde, war in der autoritären Kriegswirtschaft weniger verwunderlich; bemerkenswert war aber, daß die Bauingenieure ihre Ausführungspläne zu konstruieren hatten, ohne jemals auch nur einen Maschinenplan in die Hand zu bekommen. Für maschinelle Einbauten wurden gewisse Hohlräume vorgeschrieben — wie die Maschinen aber tatsächlich aussehen sollten, wußte man nicht. Der Sprung auf die etwa sechsfache Dimension, nämlich von den 20 m^3/s an Lech und Iller auf 125 m^3/s an der Donau gelang nicht. Dazu kamen noch Bedenken wasserwirtschaftlicher Natur, so daß um die Jahreswende 1943/44 die schon begonnenen Bauarbeiten wieder eingestellt wurden.

Die vorhandenen Baueinrichtungen mit den beiden großen Baugruben am linken und rechten Ufer, den Schotterhalden des bereits getätigten Aushubes und einer Aufbereitungs- und Betonieranlage ist von dieser Zeit her erhalten und übte auf nachkommende Projektanten einen mehr oder minder fühlbaren Zwang zur Rücksichtnahme aus.

In noch einem Punkt hat die Ära Fischer einen nachhaltigeren Einfluß erlangt: in der Wahl des Stauzieles. Das Projekt Höhn hatte sich auf die Kote 224,13 m festgelegt; damit erstreckte sich, wie erwähnt, der Staubereich gerade auf die bei Persenbeug endende Steiluferstrecke des Strudengaues (Abb. 13), während das oberhalb liegende flache Machland vom Stau unbeeinträchtigt blieb. Die RMD sah keinen Grund, von der bereits konzessionierten Staukote abzugehen. Für die Hochwasserabfuhr des Unterwasserkraftwerkes aber genügte sie nicht, wie sich im Zuge der Projektierung herausstellte, weshalb man kurzerhand — ohne jede wasserwirtschaftliche Begründung — eine Erhöhung des Stauzieles um 1,50 m auf Kote 225,63 vorsah. Der Gewinn von fast 200 Mio kWh/Jahr wurde dankbar begrüßt. Das Machland war freilich jetzt nicht mehr

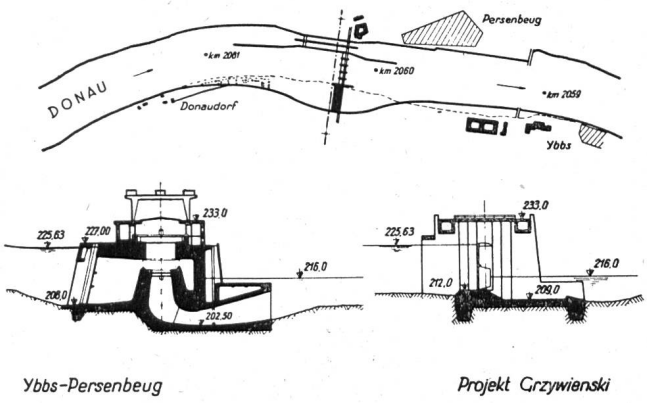

Abb. 14 Ybbs-Persenbeug, Projekt Grzywienski

unberührt; die Stauspiegel hielten sich wohl zumeist noch innerhalb des Strombettes; es waren aber doch häufigere Uferaustritte zu erwarten, die Forderungen nach Abhilfe hervorriefen.

Nach 1945 fielen dann die Grundstücke und Anlagen, als deren Eigentümer die Münchner RMD eingetragen war, unter den mehrdeutigen Begriff des «Deutschen Eigentums» und damit unter die sehr schwierige USIA-Verwaltung, wie die Dienststelle der russischen Besatzungsmacht für die beschlagnahmten Betriebe und Vermögenswerte hieß. Dem für bald erhofften Weiterbau des ersten bedeutenden Wasserkraftwerkes in nächster Nähe Wiens türmten sich dadurch Hindernisse unüberwindlicher Natur entgegen. Die Baustelle blieb öde und verlassen, wenn auch glücklicherweise in ihren wesentlichen Teilen ungeschmälert. Die erzwungene Ruhepause wurde jedoch zu einer gründlichen Durcharbeitung des Projektes benützt. Das Unterwasserkraftwerk stand nicht mehr zur Diskussion, aber auch das Projekt der RMD schien in mehr als einem Punkt nicht mehr dem letzten Stande der inzwischen recht stürmisch entwickelten Technik angemessen.

In den ersten Nachkriegsjahren hat ein ministerielles Baukomitee den Zivilingenieur Dr. *Grzywienski* (heute Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule Wien) mit der Neuprojektierung betraut (Abb. 14). Grzywienski verschob gegenüber den klassischen Vorprojekten die Wehrachse etwas stromab und entwickelte die Schleusenanlage ganz ins Oberwasser, um den auf den Arno-Fischer-Plan abgestimmten Baugruben gerecht zu werden. Das Kraftwerk saß wieder ganz im rechten Ufer, doch war die Uferbucht durch größere Baggerungen wesentlich gestreckter, womit die Zuströmung zweifellos eine Verbesserung erfahren hatte. Das Stauziel wurde auf der Fischerschen Kote 225,63 belassen.

Im zweiten Verstaatlichungsgesetz vom März 1947, durch das die österreichische Energieversorgung neu organisiert wurde, ist die Obsorge um die Baustelle Ybbs-Persenbeug einer der neuen Sondergesellschaften, der Österreichischen Donaukraftwerke AG (DoKW) übertragen worden. Das Bemühen dieser Gesellschaft, sofort zu einem Anfangserfolg zu kommen, scheiterte freilich am «njet» der Russen. Das hat auch seine guten Seiten gehabt, denn es hat Muße gegeben, die Frage des Stauzieles neu und gründlich zu untersuchen.

IV.

Ein grundsätzlicher Mangel der bisherigen Projektierungen an der Donau war das Fehlen eines Rahmenplanes für den Gesamtausbau. So gut wie jeder Projektant hat sich irgendeine Strecke aus irgendwelchen besonderen Erwägungen heraus zum Gegenstand seiner Studien gewählt, aber wenig Rücksicht auf andere und

auf einen richtigen Zusammenhang der Werke genommen. Mir ist schon bei den ersten Diskussionen mit Ing. Höhn — ich stand damals im Baudienst des Bundeslandes Niederösterreich, dem ebenso wie dem Lande Oberösterreich und der Stadt Wien die grundsätzliche Ausnützung der Donauwasserkräfte durch die sogenannten Legalkonzessionen gesetzlich zugesprochen worden war — als Leitgedanke für jede Planung von Donaukraftwerken die *restlose* Ausnutzung der dem Strom innewohnenden Wasserkräfte vorgeschwebt. Aus der Talbildung, dem Wechsel zwischen Strecken mit Steilufern und solchen mit Flachufern, ergab sich dem damaligen Stand der Technik nach schon in groben Umrissen eine Aufteilung der Stufen, entweder als Ausleitungskraftwerke mit Wehr und mit einem Seitenkanal, oder als Flußkraftwerke mit hohem Stauwehr und ohne Ausleitung. Diesem Gedanken entsprach die Verschiebung der Wehrstelle nach Ybbs, die Höhn im Jahre 1928 seinen weiteren Planungen zugrunde legte. Der Stau seines Projektes reichte bis zum Unterwasserkanal des alten Projektes Wallsee, dessen Stau selbst wieder knapp in die Ennsmündung und bis zur Stadt Mauthausen reichte, wodurch bereits ein lückenloser Ausbau einer 66 km langen Donaustrecke gewährleistet schien. Wichtige, bei einer solchen lückenlosen Planung zu berücksichtigende Festpunkte und Örtlichkeiten sind:

a) Der Austritt aus der ersten Durchbruchstrecke oberhalb Aschach;
b) die Ortslage Aschach mit dem Aschacher Kachlet;
c) die Stadt Linz am Beginn einer Talweitung;
d) die Talweitung von Ybbs bis Melk, mit der bevorzugten Lage des Klosters Melk;
e) die berühmte Kulturlandschaft der Wachau;
f) die Flachstrecke von Stein a. d. Donau am Ausgang der Wachau mit der Stadt Tulln etwa in der halben Länge und dem Endpunkt beim Durchbruch zwischen Leopoldsberg und Bisamberg nördlich von Wien;
g) der hochwassergefährdete Durchstich von Wien;
h) die anschließende offene Talstrecke von Wien bis zur Marchmündung, und
i) anschließend daran der kurze Durchbruch bei der magyarischen Pforte, hinter der die Donau in die breite ungarische Tiefebene austritt.

Die von mir damals (1929) entwickelte Skizze für einen Rahmenplan sah vor:

a) drei Staukraftwerke zwischen Passau und Aschach;
b) ein Ausleitungskraftwerk mit niedrigem Wehr unterhalb Aschach bis oberhalb Linz;
c) ein Ausleitungskraftwerk zwischen Linz und Mauthausen;
d) die Stufen Wallsee (Ausleitungskraftwerk) und Ybbs (Staukraftwerk) nach den bekannten Entwürfen;
e) ein Ausleitungskraftwerk mit Rückstau bis Ybbs und Kanal bis Melk;
f) ein Staukraftwerk in der Wachau oberhalb Dürnstein;
g) ein Ausleitungskraftwerk mit drei Stufen im Seitenkanal von Krems bis oberhalb Wien;
h) ein Ausleitungskraftwerk, etwa entsprechend den Projekten Söllner, Schubert und Pernt, von Wien bis zur Marchmündung.

Daß der Gedanke der restlosen Ausnützung dazumal noch keineswegs Allgemeingut war, kann aus der tabellarischen Gegenüberstellung von Stufenplänen aus vier Jahrzehnten ersehen werden (Tab. 2). In der ersten Zeile sind die Rohfallhöhe und das Roharbeitsvermögen der österreichischen Stromstrecke verzeichnet. Das Bestreben muß sein, einen möglichst hohen Ausnützungsgrad zu erzielen. Bei den Hochdruckanlagen der Alpenregion bemühen wir uns, jeden Wassertropfen zu erfassen und die Stollen und Rohrleitungen so zu dimensionieren, daß die Energieverluste in ihnen ein wirtschaftliches Minimum ergeben. Hiebei erreicht man Ausnützungsgrade von 90 %. Im Niederdruckbereich kann man im allgemeinen nur bedeutend niedrigere Ausnützungsgrade erreichen (etwa 65 bis 80 %).

Der erste Donauwerkeplan von *Fischer-Reinau* aus dem Jahre 1917 hat noch mehrfach Lücken zwischen den aufeinanderfolgenden Werken aufgewiesen und die Rohfallhöhe nicht einmal zur Hälfte herangezogen mit dem Ergebnis einer nur 28%igen Ausnützung der dargebotenen Bruttoenergie. Im nächsten Stufenplan von 1930 hat *Grünhut-Bartoletti* zwar keine Lücken mehr geduldet, die untersten 6 seiner 13 Stufen aber in einem Donau-Seitenkanal angeordnet, der mit freiem Einlauf nur einen Teil der Nieder- und Mittelwässer aufnehmen und dem Strom selbst die für die Schifffahrt nötige Wasserführung belassen sollte. Hier resultiert die Unvollkommenheit der Ausnützung nicht von der Fallhöhe, sondern von den Betriebswassermengen her. Ein Ausnützungsgrad von 32% ist aber

Donau-Rahmenpläne Tabelle 2

	Jahr	Zahl der Stufen	Fallhöhe m	Arbeitsvermögen[1] GWh	Ausnützung der Rohenergie %
Natürlicher Strom	—	—	156	18260	100
Davon ausgenützt:					
Fischer-Reinau	1917	9	71	5 137	28
Grünhut	1930	13	110	5 845	32
Wasserstraßen-Direktion	1942	17	110	11 965	65
Alpen-Elektrowerke	1945	11	110	12 200	67
Donau-Kraftwerke	1955	15	131	14 460	79

[1] mit ausländischem Anteil in Grenzstrecken

letzten Endes ebenso wenig befriedigend wie der erstgenannte.

Dem von mir propagierten Leitgedanken kam 12 Jahre nach Grünhut, mit dem ich den konsequent durchzuführenden Stufenplan wiederholt erörtert hatte, der Stufenplan der Wiener Wasserstraßendirektion erstmals nach, als ich bereits an maßgeblicher Stelle für die Aufstellung von wasserkraftwirtschaftlichen Generalplänen — wie man damals sagte — wirken konnte. Er enthielt, entsprechend den gewandelten Anschauungen, 17 lückenlos aneinandergereihte Staustufen im Strom ohne Ausleitungen, ließ also theoretisch weder Fallhöhen noch Wasser ungenützt, wenn man von der Begrenzung des Einzuges durch eine angemessene Ausbaufließe [3] und von den Fallhöhenverlusten infolge des Verlaufes der Staukurven absieht. Die Turbinenschluckfähigkeit war von der Wasserstraßendirektion im Durchschnitt mit der 110tägigen Wasserführung angenommen worden, wodurch sich rund 90% des Wasserdargebotes als verwertbar und nur 10% als Überschußwasser ergaben — eine Lösung, die zweifellos als angemessen betrachtet werden darf. Wenn hier trotzdem nur ein Ausnützungsgrad von 65% erscheint, so muß der Grund in einem unzulänglichen Verlauf der Staukurven gesucht werden. Man hat sich bei der Wasserstraßendirektion zum Grundsatz gemacht, möglichst wenig in die Ufer einzugreifen und das Stauziel möglichst nicht über den natürlichen höchsten Hochwasserspiegel zu heben. So kam es zu Stufen bis zu 4 m Fallhöhe herunter; in diesen niedrigen Stufen betragen die Fallhöhenverluste 40% und mehr, weil der geringe Stau verhältnismäßig kleine Durchflußflächen und damit große Durchflußgeschwindigkeiten mit sich bringt. Diese niedrigen Stufen sind aber auch relativ teurer, weil mehr Wehrfelder und mehr Turbinen erforderlich sind, um die Bedingungen des Hochwasserabflusses zu erfüllen und die genügende Schluckfähigkeit zu erreichen. Die größeren Einzelkosten sind noch dazu öfter, nämlich 17 Male aufzuwenden, und schließlich bestehen 17 Betriebsstätten, weshalb die Energiewirtschaft an dem Plan der Wasserstraßendirektion lebhaft Kritik übte.

Als Gegenentwurf entstand gegen Kriegsende der Generalplan der Alpenelektrowerke (AEW), der im Herbst 1945 zum Abschluß kam. Er reduzierte die Zahl der Stufen auf nur 11 und ging damit bewußt in ein anderes Extrem, das der Fallhöhenkonzentration, über, in dem Bestreben, mit dem Rahmenplan das Höchstmögliche zu erzielen. Wenn trotz der geringeren Zahl größerer Stufen nur die gleiche genutzte Fallhöhensumme erreicht wurde und der Ausnützungsgrad mit 67% wenig höher ist als bei der Wasserstraßendirektion, so liegt das nicht etwa am Prinzip, sondern an dem Faktum, daß die Wasserstraßendirektion ihre Stufen bis an die ungarische Grenze erstreckt hat, die AEW jedoch schon 13 km weiter oben endete. Dadurch gehen etwa 3% verloren; durch die Reduktion der Stufenzahl ist also tatsächlich ein Gewinn von etwa 5% erzielt worden.

Kurz nach Kriegsende habe ich gemeinsam mit dem für die Wasserwirtschaft zuständigen Vertreter der Landesregierung, Hofrat Dipl.-Ing. *F. Rosenauer*, eine zweckmäßige Stufeneinteilung für den Kraftausbau der Donau von Passau bis Ybbs untersucht. Wir sind damals — im Jahre 1945 — schon zu der Überzeugung gekommen, daß das Stauziel für das Kraftwerk Ybbs sowohl von Höhn als auch von Fischer falsch gewählt worden sei. Von Höhn nur deswegen, weil jetzt kein Ausleitungskraftwerk zwischen Ennsmündung und Ardagger in Frage kommen könne, und von A. Fischer deswegen, weil das Rückstauende mitten in eine Flachstrecke fiel, wo ein Anschluß an ein oberes Kraftwerk mit vernünftigen Anschlußverhältnissen unmöglich schien.

Nicht nur, um diese Frage zu klären, sondern überhaupt mit dem Ziele, einen modernen Rahmenplan für den Ausbau der Donau zu erstellen, wurde im Jahre 1946 im Österreichischen Wasserwirtschaftsverband der sogenannte «Donau-Ausschuß» gegründet, in dem sowohl die drei an der Donau beteiligten österreichischen Bundesländer, als auch die Bundeswasserbauverwaltung vertreten waren. Der Donau-Ausschuß nahm unter meinem Vorsitz seine Arbeiten unverzüglich auf.

[3] Als «Fließe» wird nach dem österreichischen Normvorschlag die in der Zeiteinheit durchfließende Wassermenge bezeichnet, in Übereinstimmung mit dem englischen «flow», dem französischen «débit» und dem italienischen «portata». Die «Fließe» verhält sich zur «Menge» so, wie Geschwindigkeit zu Weg oder Leistung zu Arbeit.

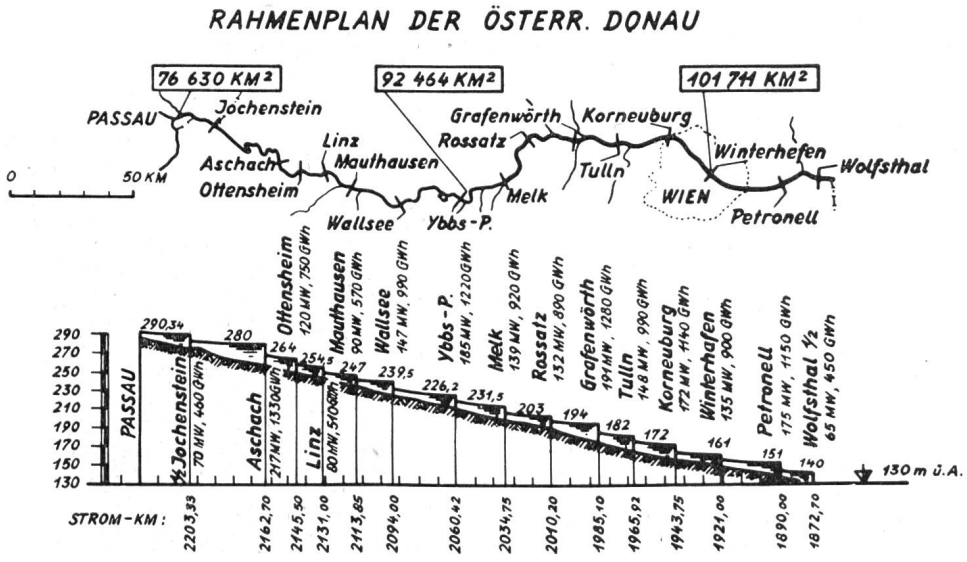

Abb. 15 Stufenplan der Donaukraftwerke AG

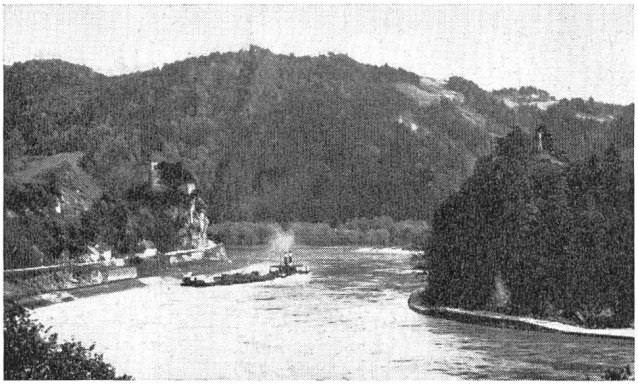

Abb. 16 Schiffahrtshindernis Struden
(Photo Franz Flamm's Wwe., Spitz an der Donau)

Nach der Neuorganisation der österreichischen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1947 traten dazu noch Vertreter der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts-AG und der Österreichischen Donaukraftwerke AG. Die letztere übernahm sodann die technischen Arbeiten für die Rahmenplanung, deren Ergebnis in der letzten Zeile der Tabelle 2 angeführt ist. Trotz wieder größerer Stufenzahl wurde die Nutzfallhöhe auf 131 m und der Ausnützungsgrad auf 79% gebracht, ein gewiß außerordentlich zufriedenstellendes Ergebnis.

Wie dieser Plan im einzelnen aussieht, zeigt Abb. 15. Im Gegensatz zu den Intentionen der früheren Wasserstraßendirektion wurden die Stauspiegel, soweit dies nur nach den vorgegebenen Randbedingungen zulässig war, aus dem Strom herausgehoben, um die Durchflußflächen zu vergrößern und die Fließverluste zu verkleinern. Eintiefungen im Unterwasser — durch eine angestrebte Ausbaufolge von oben nach unten begünstigt — sollen diese Tendenz noch verstärken. Damit ist der Energiewirtschaft bestens gedient, aber auch der Schiffahrt entgegengekommen, die in den Stauhaltungen überall ausreichende Flottwassertiefen, geringste Fahrwiderstände und durchwegs Zweibahnverkehr vorfindet.

Diese unbestreitbaren Vorteile kommen der Bergfahrt wie der Talfahrt zugute, und ich bin der festen Überzeugung, daß sie, in Summe gesehen, jene Verbesserung der Schiffahrtsbedingungen bedeuten, welche bei Kanalisierung eines schiffbaren Stromes neben den energiewirtschaftlichen Vorteilen gewahrt werden muß (Abb. 16). Bedauerlicherweise wird in Schiffahrtskreisen an dieser Tatsache gerne vorbeigesehen und nur von Schädigungen gesprochen — z. B. wegen der Verzögerung der Talfahrt durch die Schleusungsaufenthalte, als ob diese durch die erleichterte Bergfahrt nicht weitaus kompensiert würde. Man schreibt der Elektrizitätswirtschaft Auflagen vor, die darin gipfeln, daß alle Schiffahrtsanlagen auf Kosten der kWh in einem weit über die Erfordernisse hinausgehenden Umfange — wie z. B. zwei Schleusen nebeneinander u. a. m. — gebaut werden müßten, die Anlagen nach ihrer Fertigstellung zwar ins Eigentum der Schiffahrtsverwaltung übergehen, aber sämtliche Betriebs- und Erhaltungskosten wieder von dem Kraftwerk ersetzt werden müssen. Das letzte Wort über diese wohl weit übers Ziel schießenden Forderungen ist noch nicht gesprochen.

Es ist vom Standpunkt der Elektrizitätswirtschaft untragbar, daß ihr Kosten für Herstellungen und Manipulationen auferlegt werden, die lediglich den Interessen der Schiffahrt dienen; dies gilt übrigens ganz gleich auch für die vielfachen Bestrebungen, den Kraftwerkunternehmen Aufwendungen zugunsten anderer Wirtschaftsgruppen aufzuerlegen.

Die Bearbeitung des Rahmenplanes im Donau-Ausschuß des Wasserwirtschaftsverbandes hat sich also recht fruchtbringend erwiesen. Da in diesem Ausschuß Seite an Seite mit den energiewirtschaftlichen Initianten die Vertreter jener Mittelbehörden sitzen, denen die Pflege des Stromes und die Wahrung der Gesamtheit der wasserwirtschaftlichen Interessen obliegt, ist dieses Forum in der Lage, zu allen im Zusammenhang mit einer Veränderung des natürlichen Stromes auftauchenden Fragen Stellung zu nehmen. Die Annahmen des Rahmenplanes haben also begründete Aussicht, im Stadium der Verwirklichung auch tatsächlich Anerkennung der entscheidenden Behörden zu finden — womit die Arbeit des Projektanten wie der Behörde natürlich wesentlich unterstützt und vereinfacht wird.

Zwei Donaukraftwerke haben dieses Stadium der Verwirklichung bisher erreicht: Jochenstein und Ybbs-Persenbeug. Darüber soll nun berichtet werden.

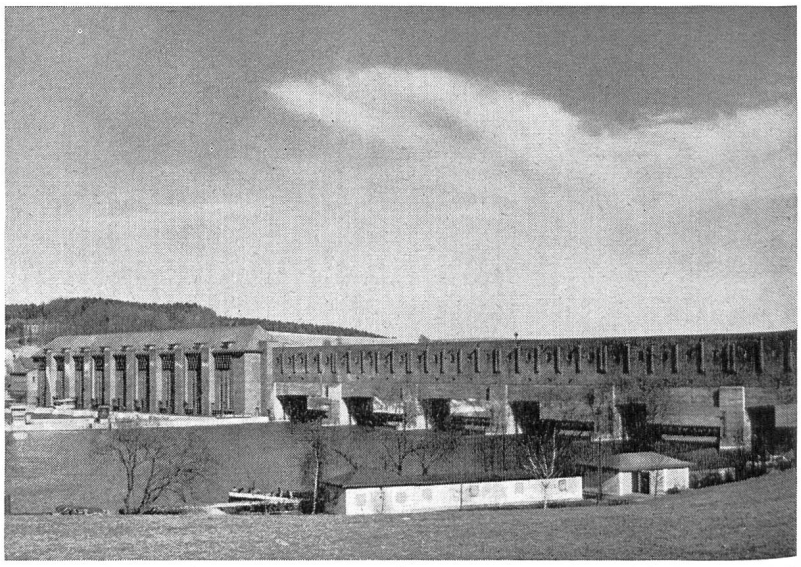

Abb. 17 Kachletwerk bei Passau
(Photo R. Gutscher, Donaukraftwerk Jochenstein AG, Passau)

V.

Das erste Kraftwerk im Donaustrom war das «*Kachletwerk*» (Abb. 17), das die Rhein-Main-Donau AG in den Zwanzigerjahren oberhalb Passau, also im bayerischen Strom, errichtete. Als reines Flußstauwerk mit 9 m Fallhöhe, einer Leistung von 42 MW in 8 Aggregaten und einem Jahresarbeitsvermögen von 270 Mio kWh zeugt diese Stufe von einem wasserbaulichen Pioniergeist, dem wir unsere hohe Achtung zollen müssen, wenn die Technik seither auch weiter fortgeschritten ist und wir heute schon an größere Einheiten gewöhnt sind.

Aus der gleichen Zeit wie das Kachletwerk stammt ein Projekt der Rhein-Main-Donau AG für die Ausnützung der rund 21 km langen Grenzstromstrecke zwischen Passau und Jochenstein. Über anderen, für die Verwirklichung der Kanalidee wichtigeren Bauabschnitten im Main ist die bloße Verbesserung einer an sich schon schiffbaren Strecke verständlicherweise zurückgestellt worden; sie war obendrein Grenzstrecke. Als dann im Jahre 1938 durch Entfall des Grenzcharakters in diesem Stromabschnitt, ähnlich wie dies am Unteren Inn der Fall war, ein neuer Impuls hätte entstehen können, war infolge der Betrauung der RMD mit dem Projekt Ybbs-Persenbeug die Stunde der Realisierung für Jochenstein noch nicht gekommen. Sie brach erst an, als nach Wiedererstehen der Grenze die günstige Möglichkeit wieder verloren ging. Da hat nämlich echter Ingenieurgeist nicht das Trennende, sondern die gemeinsame Aufgabe in den Vordergrund gestellt. Die von mir wiederholt geäußerte Ansicht, wir Techniker hätten in unseren Konzepten zuerst die Sache und dann erst eine Grenze ins Auge zu fassen, hat hüben wie drüben zustimmendes Echo gefunden. RMD und Österreichische Verbundgesellschaft haben seit 1950 in einem gemeinsamen Projektierungsbüro die technische Aufgabe der Entwurfsverfassung gelöst (Abb. 18), ihrer Zusammenarbeit war aber auch auf der politischen Ebene Erfolg beschieden, indem das angestrebte Regierungsübereinkommen zwischen den beiden Bundesrepubliken Deutschland und Österreich vom 13. Feber 1952 die Gründung der paritätischen *Donaukraftwerk Jochenstein AG* zwei Tage später ermöglichte. Der Aufsichtsrat dieser Gesellschaft mit je 8 Mitgliedern aus den beiden Partnerländern hat noch im Herbst des Gründungsjahres den Baubeginn nach dem hier gezeigten Projekt beschlossen. Es ist ein echter Gemeinschaftsentwurf, der sich in den Rahmenplan für die österreichische Donau voll einfügt.

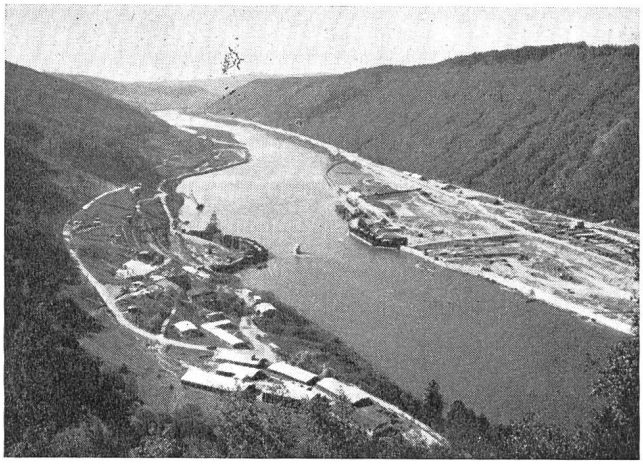

Abb. 19 Jochenstein, Bauzustand April 1953
(Photo R. Gutscher, Donaukraftwerk Jochenstein AG, Passau)

Die bewährte Bauform eines Staukraftwerkes mit einer geräumigen Krafthaushalle wurde auf Grund von Modellversuchen an der Grazer Technischen Hochschule im Grundriß leicht gekrümmt. Einen höheren Aufstau in rein bayerisches Gebiet bis zum Kachletwerk hinauf kompensierte Österreich durch eine Eintiefung unterhalb der Stufe auf beidufrig österreichischem Gebiet. Für die Bauarbeiten — sie begannen im November 1952 (Abb. 19) — wie für die Lieferung der maschinellen, stahlbaulichen und elektrischen Ausrüstung wurden gleicherweise deutsche wie österreichische Firmen herangezogen.

Ich muß es mir hier versagen, in die mit äußerster Präzision abrollende und auch durch das säkulare Hochwasser des Juli 1954 (Abb. 20) nicht aufgehaltene Baugeschichte näher einzugehen, und mich damit begnügen, einige ganz wesentliche Details zu erwähnen.

So erhielten die Wehröffnungen kräftige Höcker (Schwellen), die nach den Modellversuchen einen nur sehr geringen Einfluß auf den Hochwasserstau ausüben. Die Wehrböden wurden nun in einzelnen Feldern mit Quadern, zum Teil aber mit Vakuumbeton verkleidet, wodurch wesentliche Kosten erspart wurden. Das aufgehende Mauerwerk der Pfeiler, des Krafthauses und auch der Schleusen erhielt aus künstlerischen Motiven Quaderverkleidung.

Über die Wehrbrücke läuft kein großer Kran — ein Hauptangriffspunkt der Landschaftsschützer —, sondern zur Bedienung der Dammbalken usw. dient ein

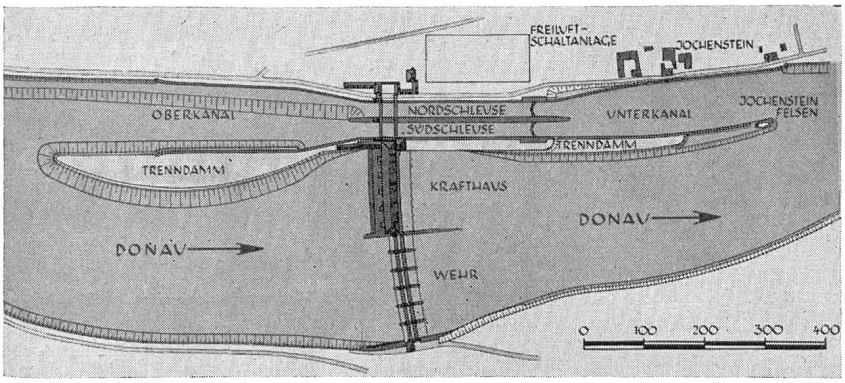

Abb. 18 Jochenstein, Lageplan

Abb. 20 Jochenstein, Hochwasser Juli 1954
(Photo R. Gutscher, Donaukraftwerk Jochenstein AG, Passau)

Kranschiff, das auch während des Baues schon sehr vielseitig verwendet wurde, z. B. beim Setzen der Kreiszellen für die Fangdämme der Baugrubenumschließung, die hier wohl zum ersten Male in Mitteleuropa — und das mit so durchschlagendem Erfolg — angewendet worden sind, daß man auch in Ybbs-Persenbeug zum größten Teile solche Zellenfangdämme ausführte. Die Schleusen werden zur Hochwasserabfuhr plangemäß herangezogen, — ein solcher Vorschlag ist schon von Höhn beim ersten Entwurf Ybbs-Persenbeug gemacht worden. Deshalb mußten die Untertore besondere Verankerungen erhalten und die Obertore heb- und senkbar ausgeführt werden.

Die «Österreichische Wasserwirtschaft» veröffentlicht anläßlich der 5. Weltkraftkonferenz ein Sonderheft, in dem Planung und Bau des Kraftwerkes Jochenstein von den führenden Ingenieuren der Donaukraftwerk Jochenstein AG eingehend beschrieben werden.

Es soll hier festgestellt werden, daß die Harmonie der österreichisch-deutschen Zusammenarbeit in den schönen Bauerfolgen sich offenbarte: nach knapp zwei Baujahren konnte die Südschleuse im Oktober 1954 für den Schiffsverkehr freigegeben, nach einem weiteren halben Jahre die Stromerzeugung aufgenommen werden, und in diesen Tagen geht das Werk, 3½ Jahre nach Baubeginn, seiner Vollendung entgegen (Abb. 21). Die Gemeinsamkeit setzt sich sogar noch in der 70 km langen 220 kV-Leitung fort, die mehrmals die österreichisch-bayerische Grenze querend von Jochenstein zu dem Umspannwerk St. Peter führt, einem der wichtigsten Leitungsknotenpunkte in Österreich, wo erst die Aufteilung der 140 MW Leistung und der 920 Mio kWh Arbeitsvermögen auf die Netze der beiden Partner erfolgt, die gemeinsam die Leitung errichtet haben: die Bayernwerk AG und die Österreichische Elektrizitätswirtschafts AG.

VI.

Wenn der schon besprochene neue Rahmenplan für die österreichische Donau, dem zeitlichen Ablauf der Planung zufolge, Jochenstein als Fixpunkt so enthält, wie es heute vor uns steht, so hat er im Falle des zweiten österreichischen *Donaukraftwerkes Ybbs-Persenbeug* einen erheblichen Einfluß auf die Projektgestaltung genommen.

Die auf das Stauziel dieser Anlage bezüglichen Überlegungen und Bedenken wurden schon im Abschnitt IV erwähnt. Mit dem Fischerschen Stauziel von 225,63 m ü. A. war ein Anschluß nach oben nicht befriedigend, denn erst die Örtlichkeit Wallsee schreibt eindeutig die Werklage vor und läßt Variationen nicht zu. Von hier aus wird eine weitere Erhöhung des Ybbser Stauzieles diktiert.

Eingehende bauwirtschaftliche Untersuchungen, die für den Entwurf Ybbs angestellt worden sind, haben klar ergeben, daß ein Optimum für die gewonnenen kWh sich bei einer Stauhöhe um 226,20 m ü. A. ergibt. Sie bringt zusammen mit einer aus technischen Gründen vorgesehenen Eintiefung im Unterwasser einen

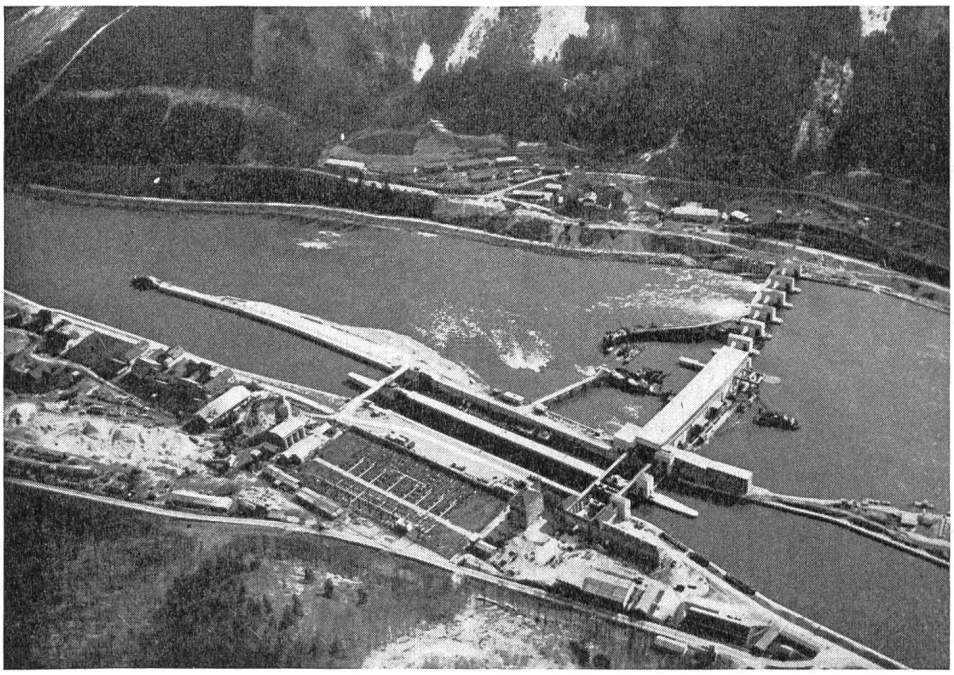

Abb. 21
Jochenstein, Bauzustand März 1956
(Photo R. Gutscher,
Donaukraftwerk Jochenstein AG,
Passau)

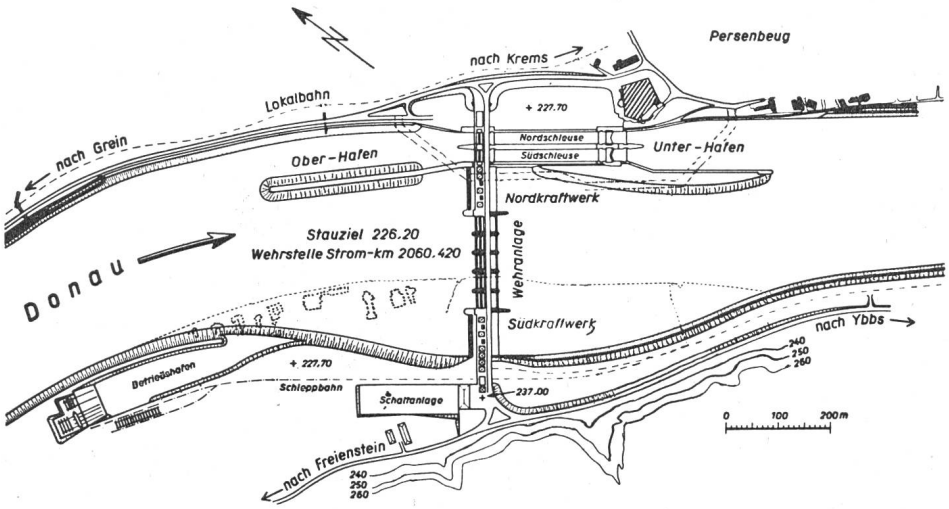

Abb. 22 Ybbs-Persenbeug, Lageplan

neuerlichen Gewinn von mehr als 200 GWh[4] und somit das Regelarbeitsvermögen auf rund 1270 GWh, bei Gesamtbaukosten von 2300 Mio S. (nach dem Kostenstand vom 1. Januar 1956). Die Kosten der kWh werden daher zwischen 17 und 18 Groschen liegen.

Das daraufhin entwickelte Konzessions- und Ausführungsprojekt (Abb. 22) hat anfänglich viele Diskussionen hervorgerufen und durchaus nicht einhellige Zustimmung gefunden, insbesonders deshalb, weil die Kraftwerkachse mit dem Oberhaupt zusammenfällt und daher die lange, hohe Schleusenmauer knapp vor dem Schloß Persenbeug dessen Anblick beeinträchtigt. Der Bauherren Überzeugung, aus den gegebenen Verhältnissen das bestmögliche herausgeholt zu haben, ist durch die Diskussionen jedoch nicht erschüttert worden; insbesondere konnten Bedenken der Landeskonservatoren zerstreut werden, die eine Schmälerung des Eindruckes von Schloß Persenbeug durch das technische Bauwerk fürchteten (Abb. 23). Gerade aus solchen Rücksichten heraus ist man mit der Werkachse vom Schloß stärker abgerückt; für die Lösung der Schleusenmauern im Unterwasser ist ein Architekturwettbewerb ausgeschrieben und Baumbewuchs auf der Insel zwischen Nordkraftwerk und Schleusenplattform vorgesehen worden. Auch die Zweiteilung des Krafthauses, die das Modell zeigt, hat ihre architektonische Begründung neben der

[4] 1 GWh = 1 Mio kWh.

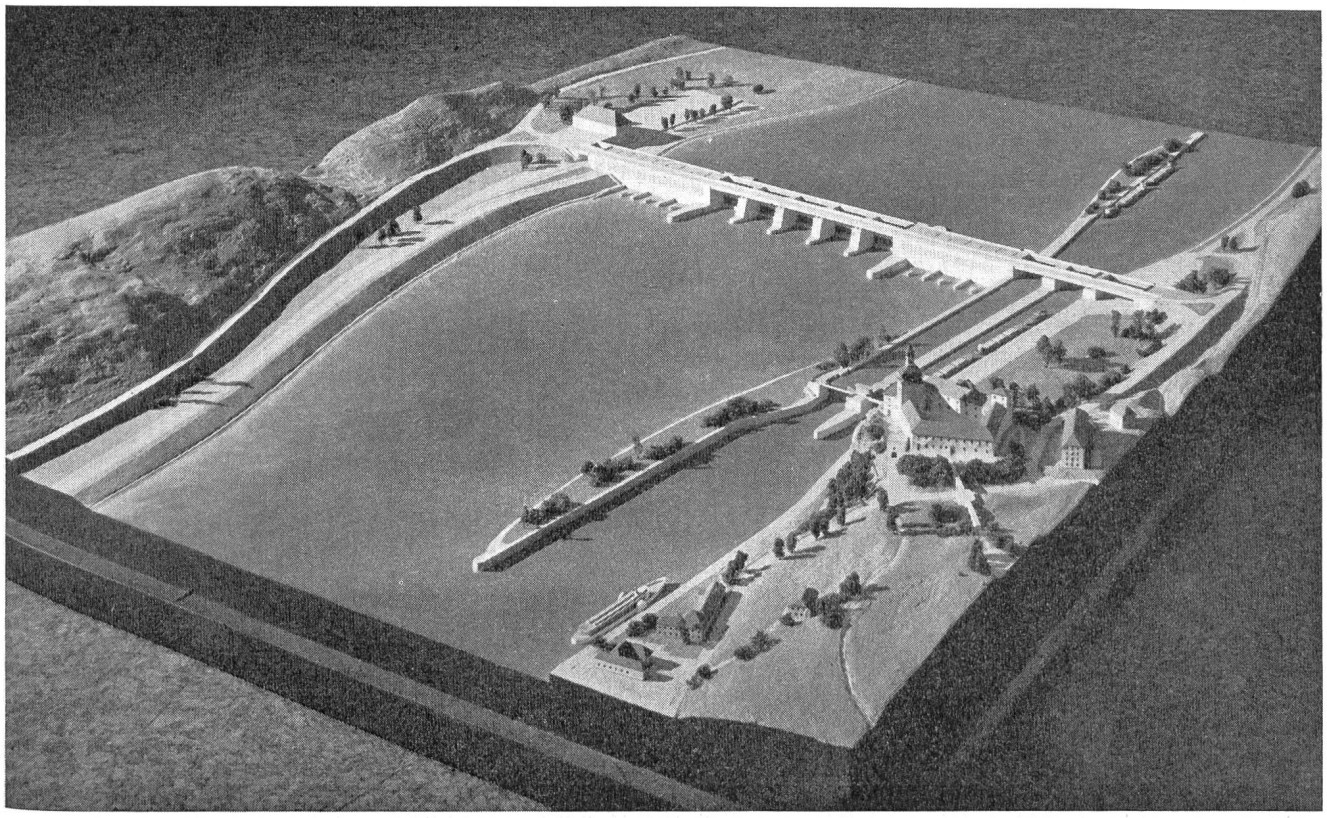

Abb. 23 Ybbs-Persenbeug, Modell

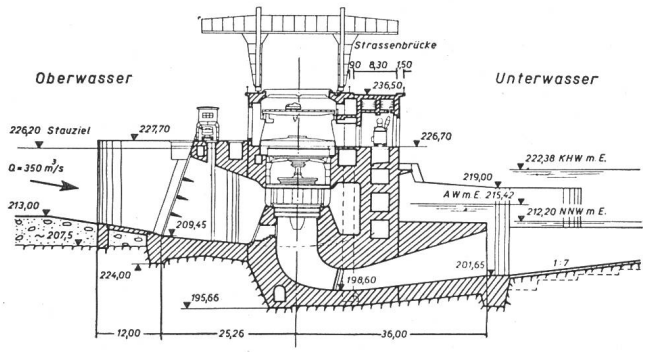

Abb. 24 Ybbs-Persenbeug, Krafthausschnitt

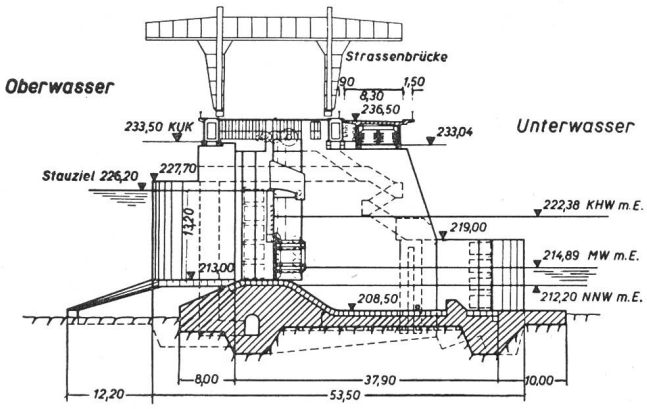

Abb. 25 Ybbs-Persenbeug, Wehrschnitt

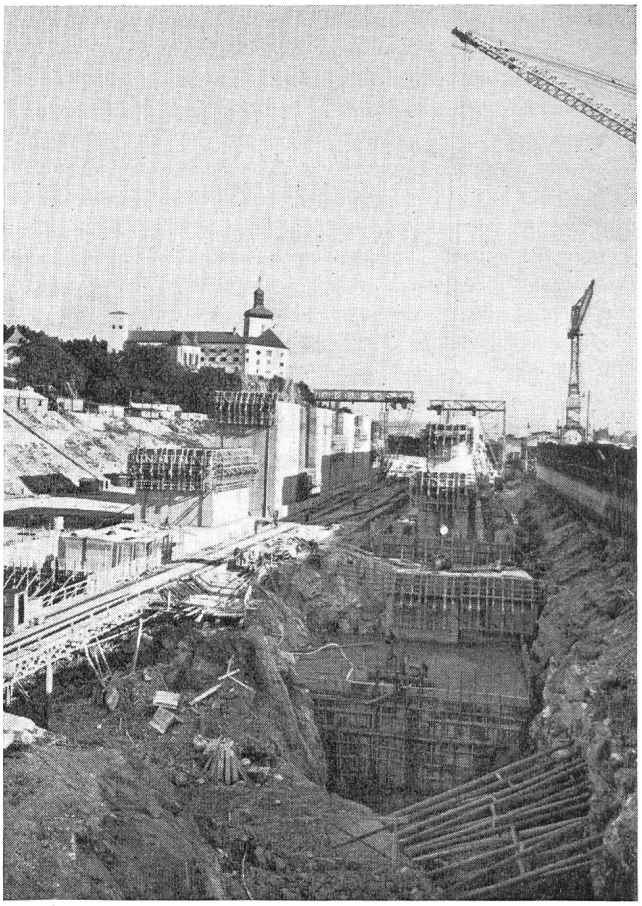

Abb. 27 Ybbs-Persenbeug, Schleusenbau
(Photo R. Weber, Österreichische Donaukraftwerke AG, Ybbs-Persenbeug)

besseren Hochwasserabfuhr durch ein Wehr, welches von der langen Schleusenmauer getrennt günstiger im Stromstrich liegt, und dem günstigen Einfluß auf den Bauvorgang.

Die Hochwasserabfuhr hat übrigens eine sehr lebhafte Debatte erregt; denn gerade zur Zeit der entscheidenden Verhandlungen im Juli 1954 ist nämlich ein säkulares Hochwasser in der Donau eingetreten, das an das bisher als Berechnungsgrundlage angenommene HHW vom September 1899 mit 10 000 m³/s heranreichte. Das Hydrographische Zentralbüro hat dies zum Anlaß einer sehr gewissenhaften Studie genommen, um zur leichthin auftauchenden Forderung nach Abfuhrvermögen eines mutmaßlich um 40 % höheren KHW[5], das sich im Jahre 1501 ereignet hat, Stellung nehmen zu können. Die Studie kam zum Schluß, daß die Projektannahme der Abfuhr von 10 000 m³/s bei *einer* blockierten Öffnung und der Nachweis, daß bei Freigabe *aller* Öffnungen 13 500 m³/s ohne Überstau abzuführen seien, genüge, und eine Umprojektierung des Wehres nicht nötig sei.

[5] Katastrophenhochwasser

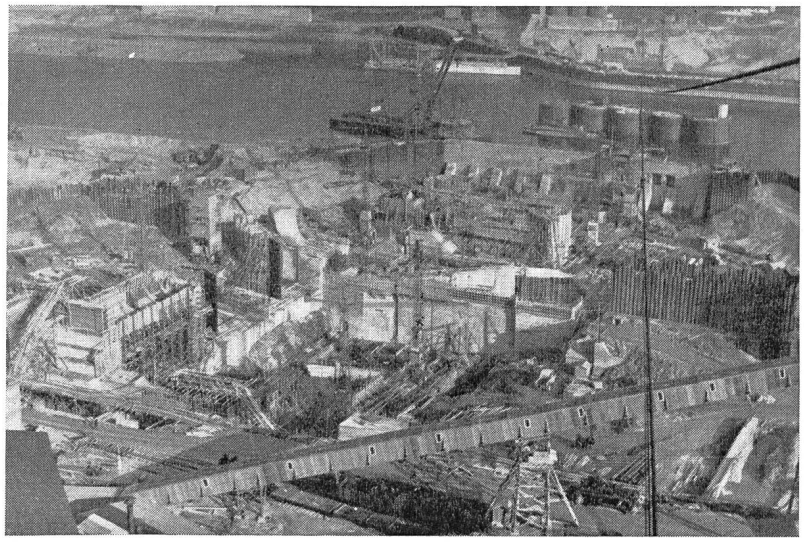

Abb. 26 Ybbs-Persenbeug, Krafthausbau
(Photo R. Weber, Österreichische Donaukraftwerke AG, Ybbs-Persenbeug)

Selbstverständlich werden nach den guten Erfolgen in Jochenstein auch hier die Schiffschleusen zur Hochwasserabfuhr herangezogen werden.

Ein Jahr nach der 1953 überraschend erfolgten Freigabe der Baustelle durch die USIA war die Wasserrechtsverhandlung soweit abgeschlossen, daß die Behörden den sofortigen Baubeginn genehmigten. Dieser erfolgte unverzüglich. Die Bilder 24 bis 27 geben charakteristische Schnitte des Projektes und einige Bauphasen. Die Betriebsaufnahme im Südkraftwerk mit drei von den sechs Maschinen bei einem Teilstau ist für 1957 vorgesehen, 1959 wird der Vollstau errichtet werden und das Nordkraftwerk mit den drei restliche Maschinen in Betrieb gehen. Mit 185 MW und 1270 Mio kWh wird Ybbs-Persenbeug dann das größte Niederdruckwerk in Österreich sein.

VII.

In Filmen, Operetten und Liedern wird viel gesungen vom Wien an der blauen Donau. Ich kann mir vorstellen, daß der so präparierte Fremde sich einer Enttäuschung nicht erwehren kann, wenn er dann einmal nach Wien kommt, die Stadt vielleicht schon gut kennengelernt hat, aber von der gerühmten blauen Donau bestenfalls den eher schmutzig-grauen Donaukanal zu sehen bekommt, den westlichsten Arm des Wildstromes der Donau, an dessen vielfach verästeltem Lauf sich das Castrum Romanum der X. Legion, die mittelalterliche Stadt der Babenberger und Habsburger, ja noch die vom breiten Glacis und ihren Festungswällen umgürtete Metropole der glänzenden Donaumonarchie einst anlehnte (Abb. 28). Erst die profunde Neugestaltung der Haupt- und Residenzstadt in der franzisko-josefinischen Epoche hat dem Stadtplan mit der Ringstraße an Stelle des Glacis und dem «Donau-Durchstich» sein heutiges Gepräge gegeben (Abb. 29). Nur der Donaukanal blieb erhalten und berührt wie ehedem den Stadtkern. Aus dem breiten Auengürtel mit seinen vielen Donauarmen indessen ist eine Insel mit zwei dichtbebauten Stadtbezirken geworden, die östlich von dem fast geradlinig gezogenen «Durchstich»-Gebiet begrenzt wird. Dieses fast 1 km breite und bei Hochwasser gefüllte Gerinne trennt die aufstrebenden Siedlungsgebiete der Stadtbezirke im Nordosten vom eigentlichen Stadtgebiet unbarmherzig ab, dem im Kranz der Wienerwaldberge zwar Geborgenheit, aber nicht mehr viel Ausbreitungsmöglichkeit gegeben ist (Abb. 30). Kein Zweifel, daß dieser Durchstich, der aus dem 300 m breiten Stromschlauch und einem fast 500 m breiten linksufrigen Überschwemmungsgebiet besteht, als großartige Ingenieurstat der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts angesehen werden muß. Über die städtebauliche Ästhetik dieser Lösung ist man aber schon geteilter Meinung. Und auch vom Standpunkt des Hochwasserschutzes ist man nicht ganz sorgenfrei. Zwei große Hochwässer mit rund 10 000 m³/s sind 1899 und 1954 gerade noch glimpflich verlaufen. Ein zu erwartendes Hochwasser mit 12 000 m³/s kann ohne Überflutung der Stromufer nicht mehr abgeführt werden. Die Lösung eines ausreichenden Hochwasserschutzes für Wien steht aber in engster Wechselbeziehung zur Kraftnutzung.

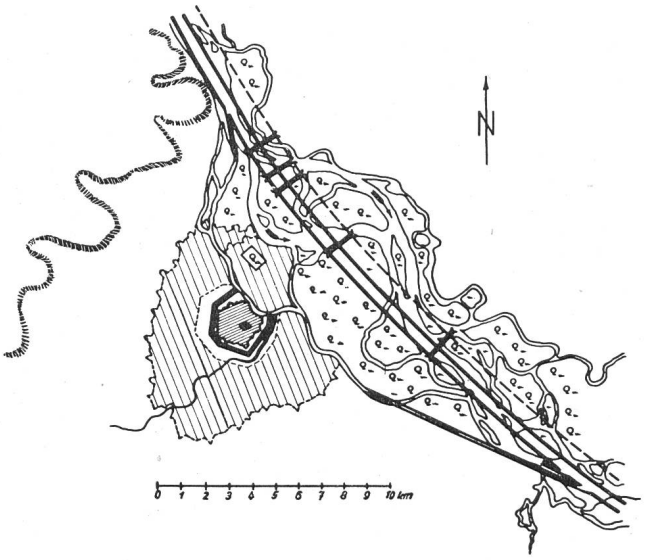

Abb. 29 Donaudurchstich

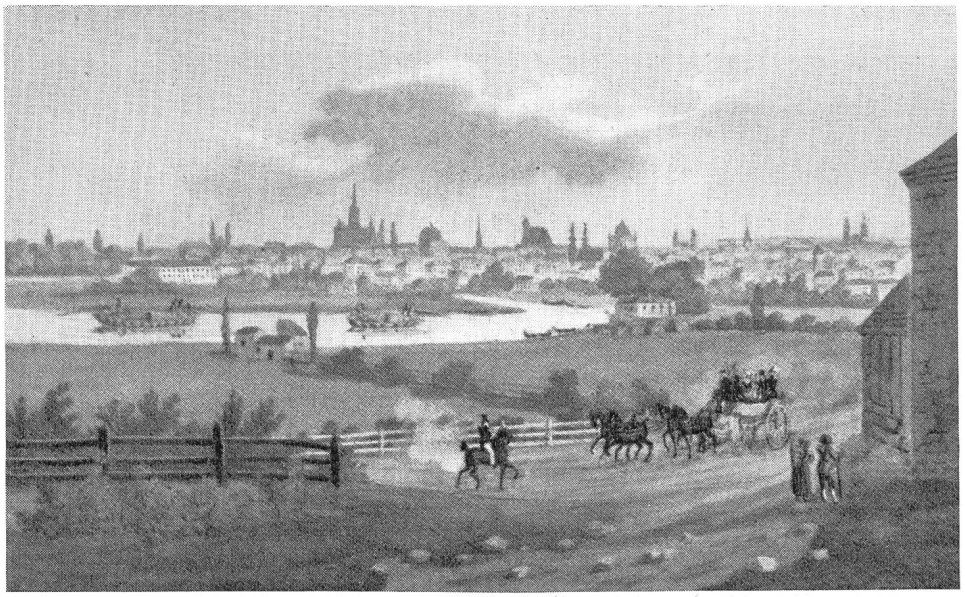

Abb. 28
Alt-Wien, von der Donau gesehen
(Reproduktion nach
Balthasar Wigand)

Hochwasserdaten Tabelle 3

Örtlichkeit	1899	1954	1955	1956
Braunau/Inn	5 700 m³/s (15. Sept.)	5 280 m³/s (9. Juli)	2 830 m³/s (9. Juli)	∾ 3000 m³/s (4. März)
Jochenstein	8 200 m³/s (15. Sept.)	9 100 m³/s (10. Juli)	4 600 m³/s (11. Juli)	6000 m³/s (4. März)
Ybbs-Persenbeug	∾ 10 000 m³/s (16. Sept.)	∾ 10 000 m³/s (11. Juli)	6 200 m³/s (11. Juli)	6500 m³/s (6. März)
Wien	10 500 m³/s (17. Sept.)	9 600 m³/s (13. Juli)	6 300 m³/s (12. Juli)	6300 m³/s (7. März)

In ihrem Donau-Generalplan hat die AEW deshalb besondere Lösungen für Wien untersucht und einen Vorschlag gemacht (Abb. 31), dessen Kennwort «Wien an der Donau» die verfolgte Tendenz schon andeuten soll: Das Überschwemmungsgebiet sollte auf hochwasserfreie Höhe angeschüttet und locker städtisch verbaut werden; vom rechten Donauufer sollten die Umschlaganlagen und Kleinindustrien in das neue Hafengebiet verwiesen und durch Geschäfts- und Wohnbauten ersetzt werden, damit Wien wieder näher an den Strom rückt. Für die Hochwasserabfuhr war statt des Überschwemmungsgebietes ein breiter Kanal weiter östlich vorgeschlagen, der mit einer stärkeren Krümmung als der Hauptstrom reizvollere Veduten bieten sollte, wie sie etwa am bestehenden Donaukanal angenehm empfunden werden. Und schließlich sollten Strom und Kanal durch Einstau von einer Kraftstufe bei der Ostbahnbrücke her dauernd bordvoll gehalten werden. Die schweren Zerstörungen, welche die letzten Kriegstage im Donauuferbereich hinterließen, haben den Plan begünstigt, der beim Stadtplanungsamt sehr wohlwollende, ja fast begeisterte Aufnahme gefunden hat. Nach dem ersten Überschwang der Wiederaufbaufreude trat freilich der nüchterne Rechenstift seine Herrschaft an und da glaubte man, sich doch das Glück einer schöpferischen Neugestaltung versagen zu müssen. In dem neuen Stufenplan ist daher eine Lösung aufgenommen, die sich wohl dem heutigen Bestand unterordnet, aber die Möglichkeit offen läßt, durch einen Hochwasserentlastungskanal östlich des verbauten Gebietes die Hochwassersicherheit zu erreichen.

VIII.

So wie die Donau bei Eintritt auf österreichisches Territorium rund 25 km lang Grenze ist, so ist sie es auch beim Verlassen des österreichischen Staatsgebietes, dort aber nur auf etwa 8 km Länge. Am linken Donauufer trug der an der Marchmündung hochragende Thebener Kogel bis 1918 die nordwestliche der vier Grenzsäulen des heiligen magyarischen Stephansreiches. Das Denkmal eines Herrenvolkes ist nach dem Ende der Monarchie von tschechoslowakischen Nationalisten geschleift worden — der Marchfluß aber ist Grenze geblieben. Am rechten Ufer hingegen schiebt sich österreichisches Land ostwärts bis zu den Vororten von Bratislava (Pressburg, Pozsony).

Für die flußbauliche Betreuung der Grenz-March und -Donau arbeiten die zuständigen Behörden Österreichs und der Tschechoslowakischen Republik trotz Eisernem Vorhang kollegial zusammen. Der bestehenden zwischenstaatlichen Kommission ist nun im Vorjahr von tschechischer Seite die Absicht mitgeteilt worden, unterhalb Bratislava ein Donauwehr zu errichten (Abb. 32) und die Donau bis zum 1,2 fachen Mittelwasser in einen 60 km langen linksufrigen Seitenkanal abzuleiten, der der Schiffahrt, der Bewässerung und

Abb. 30
Donau bei Wien mit Überschwemmungsgebiet
(Photo G. A. Töndury)

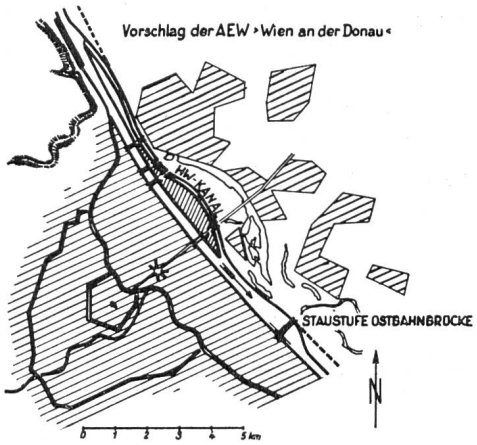

Abb. 31 Vorschlag der AEW «Wien an der Donau»

in zwei Stufen der Energiegewinnung dienen soll. Der Stau dieses Wehres reicht etwa 12 km auf österreichisches Gebiet und ist mit unserem Rahmenplan nicht vereinbarlich. Dieser sieht eine Stufe bei Petronell und sodann eine Stufe in der Grenzstrecke bei Wolfsthal vor. Der tschechische Vorschlag fußt auf dem alten Generalplan der AEW, der mit einer Stufe bei Hainburg endete.

Derzeit sind Verhandlungen mit den ausländischen Partnern eingeleitet worden, die das Ziel haben, die zweckmäßigste, wasserwirtschaftlich beste Lösung zu finden, und auch die beiderseitigen Interessen auszugleichen. Vermutlich wird der tschechische Vorschlag auch ein Einvernehmen mit Ungarn erforderlich machen, da die berührte Donaustrecke die Grenze zwischen diesen beiden Staaten bildet, und es ist anzunehmen, daß auch die anderen Donauuferstaaten wegen der Donauschiffahrt einem Unternehmen nicht gleichgültig gegenüberstehen werden, das große Ähnlichkeit mit dem *Grand canal d'Alsace* der Franzosen hat. Österreich hat an allen seinen Grenzen intensive wasserwirtschaftliche Berührungspunkte mit seinen Nachbarn und, wie die seit 1951 ausgeführten Kraftwerkbauten am Inn und an der Donau beweisen, die besten Erfahrungen mit seiner Methode gemacht: zunächst die wasserwirtschaftlich beste Lösung zu suchen und dann erst die entsprechenden formellen Abmachungen zu treffen, die sowohl dieser Lösung, als auch den staatlichen Interessen gerecht werden. Der österreichische Vorschlag für ein gemeinsames Kraftwerk Wolfsthal liegt auf dieser bewährten Linie.

IX.

Etwa ein Drittel unseres ausbauwürdigen Wasserkraftpotentials ruht in der Donau, die erst am Beginn ihrer Erschließung steht. Dieser Beginn erheischt aber konsequente Fortsetzung, denn jedes einzeln im Strom stehende Kraftwerk bringt empfindliche Störungen des Gleichgewichtes mit sich. Fragen der Geschiebeführung, der Eistrift, der Schiffahrt und des Hochwasserschutzes sind heute ebenso wichtig wie in jener ersten Konzession von 1919 für das Wallsee-Werk. In einer geschlossenen Stufenkette darf man aber eine bessere Beherrschung der Probleme erwarten als in Einzelwerken. So ungeheuer die Bauaufgabe auch ist, noch weitere 13 Donauwerke zu errichten, von denen jedes an 2 Mrd. Schilling kostet — sie wird doch ins Auge gefaßt werden müssen. Und sie wird auch durchgeführt werden können, denn der Bedarfszuwachs an elektrischer Energie hält in allen Staaten Mitteleuropas unentwegt an. Vor kurzem hat erst A. Winiger die in der Schweiz zu erwartende Zuwachsquote mit 5 % pro Jahr angegeben.

Der österreichische Bedarfszuwachs, der in den letzten zwei Jahren 12 % erreicht hat, wird wohl einige Jahre noch beträchtlich über dem für die Schweiz erwarteten Wert liegen. Er erfordert rund 1 Mrd kWh Energiezuwachs jährlich. Es kann daher kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß der konsequente Ausbau der Donauwasserkräfte den österreichischen Wasserkraftausbau der nächsten Jahrzehnte beherrschen wird. Es besteht in Österreich die Anschauung, daß dadurch auch die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft gefördert werden kann, und die Überzeugung, daß dabei auch vom Ausland Unterstützung zu erhalten sei, sei es durch Mitwirkung bei der Finanzierung im Wege von Anleihen, sei es durch Abnahme gewisser Strommengen, die den Inlandbedarf übersteigen.

Noch bevor eines der beiden in Bau befindlichen Donaukraftwerke fertig ist, wurden bereits zwei Strom-

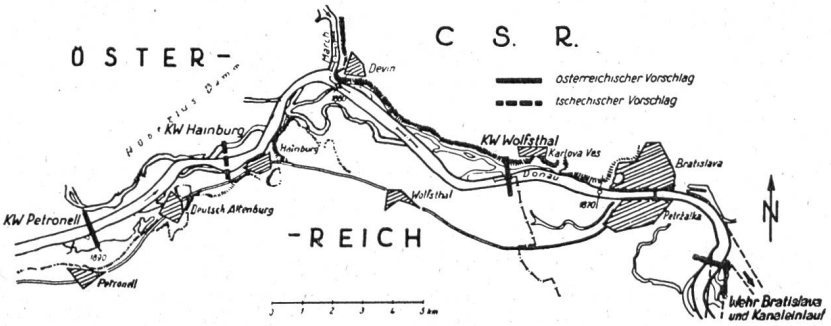

Abb. 32 Österreichisch-Tschechoslowakisches Grenzkraftwerk

lieferungsverträge abgesprochen, die sich auf die Donau stützen. Der eine ist ein Vertrag mit der *Electricité de France*, die einen bestimmten Stromanteil aus der Donau abnehmen will, — der andere einer mit der Tschechoslowakei, die Sommerstrom beziehen und dafür Dampfstrom in der Übergangszeit liefern will. Beide Verträge werden erst nach Fertigstellung von Ybbs-Persenbeug aktuell.

Seit jeher hat die Donau — wie jeder große Strom, an dessen Ufer mehrere Staaten Anteil haben — ihre völkerverbindende Aufgabe gehabt und erfüllt. Die Donaumonarchie war ein historisch gewordener, natürlich-harmonischer Wirtschaftsraum, dessen Zerschlagung im Zeichen des Nationalbewußtseins heute vielleicht jene am meisten beklagen, die seinerzeit die ersten beim Zerstören waren. Hoffen wir, daß neue Wirtschaftsformen die Sünde der Väter wieder gutzumachen vermögen. Vielleicht wird dann auch die Kraftwasserstraße Donau einer der Wege zu Europa werden.

Literaturverzeichnis

Bertschinger H.: Donaukraftwerk im Tullnerfeld. Wasserwirtschaft, H. 14, Wien 1927.
Böck H.: Wasserkraftnutzung und Schiffahrt. Wasserwirtschaft, H. 18/19, Wien 1930.
Brandl L.: Donau-Wasserkraftnutzung bei Wien. Zt. Österr. Ing. u. Arch. Ver., Wien 1927.
Dantscher K.: Die Kachletstufe an der bayr. Donau. Bauing., Berlin 1926.
Grünhut-Bartoletti C.: Die Wasserkraftnutzung der österr. Donau. Wasserwirtschaft, H. 3, Wien 1929.
Grzywienski A.: Donauwerk Ybbs-Persenbeug. Verl. Springer, Wien 1949.
Hoffmann F. u. Deperis G.: Wasserkraftwerk a. d. Donau und am Neusiedlersee. Wasserwirtschaft, H. 35, Wien 1929.
Kresser W.: Das Juli-Hochwasser 1954 im österreichischen Donaugebiet. Österr. Wasserwirtschaft, H. 3, Wien 1955.
Schubert A.: Donau-Großkraftwerk Wien. Wien 1927.
Söllner K.: Ausnutzung der Donauwasserkraft bei Wien. Wasserwirtschaft, H. 1, 2 und 11, Wien 1930.
Sonderheft: Ybbs-Persenbeug. ÖZE, H. 9, Wien 1955.
Vas O.: Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Wien, Julius Springer. I. Band 1930, II. Band 1933.
Vas O.: Zum Rahmenplan Donau. Österr. Wasserwirtsch.-Verband, Wien 1955.

Ein internationaler Ausbau österreichischer Wasserkräfte

Von Dipl. Ing. Dr. *Rudolf Partl*, Wien

DK 621.29 (436)

Im Juli 1954 haben sich Energiewirtschafter aus Frankreich, Italien, Westdeutschland und Österreich an den Gestaden des gastlichen Zürichsees in Rapperswil getroffen, um über einen von Österreich angeregten Ausbau gewisser ostalpiner Wasserkräfte zu verhandeln. Die Besprechungen haben durch die zeitweise Teilnahme des Europaexperten der Weltbank, Mr. *Hoar*, ein besonderes Gewicht bekommen. Über das Konzept, auf welches damals vielleicht nur ein kleiner Teil der Schweizer Öffentlichkeit aufmerksam wurde, soll hier berichtet werden.

Das Konzept «Interalpen»

Für die Stromerzeugung hat Österreich sowohl Wasserkraft als auch Wärmekraft zur Disposition. Die kalorische Basis ist freilich durch die geringe Menge einheimischer Brennstoffe und die hohen Preise für Importkohle beschränkt. Daran ändert auch die neu gewonnene Verfügbarkeit über Erdöl und Erdgas nichts Grundsätzliches. Der bisherige kalorische Anteil von rund 25 % der gesamten Stromerzeugung wird durch diese neuen Quellen vielleicht noch länger aufrecht zu halten, kaum aber zu vergrößern sein.

Wasserkraft hingegen ist in Österreich reichlich vorhanden. Ihrer Nutzung in einem Ausmaß, wie es in der Schweiz erreicht wurde, standen früher neben historisch gewordenen wirtschaftlichen Überlegungen (die alte Donau-Monarchie verfügte über große Kohlenvorkommen) vor allem die hohen Investitionskosten bei allgemeiner Kapitalknappheit gegenüber. In der Zweiten Republik sind die Verhältnisse erfreulich günstiger als früher. In den zehn Jahren ab 1946 sind Wasserkraftwerke neu hinzugekommen, deren Arbeitsvermögen fast doppelt so groß ist als das hydraulische Arbeitsvermögen nach dem Kraftwerkstand von 1937. Ungefähr ebensoviel Kapazität befindet sich im Bauzustand. Die Finanzierung ist bisher durch Eigenmittel, Marshallhilfe und Innenanleihen gelungen, doch ist die Aufbringung von rund 2,5 Mrd Schilling jährlich — so viel ist nötig, um den Ausbau dem unentwegt stark steigenden Bedarf anzupassen — nicht einfach.

Besonders kapitalintensiv sind die großen alpinen Speicherwerke. Zahlreiche Speicherprojekte in allen Stadien von der generellen Planung bis zur Baureife liegen vor, haben aber nicht so bald Aussicht auf Durchführung, weil der entsprechende Inlandbedarf an Spitzenstrom nur langsamer zuwächst, für einen Einsatz zur winterlichen Bandlieferung allein aber der Strom aus den Speicherwerken zu teuer kommt.

An diese Tatsache knüpft nun der Gedanke der «Interalpen» an, ausländisches Kapital für einen Ausbau von Speicherwerken zu interessieren und dem Geldgeber Strom aus den finanzierten Werken langfristig zur Verfügung zu stellen. Wenn mit Hilfe der zusätzlichen Auslandskredite die Erschließung der österreichischen Wasserkräfte rascher vorangeht als es der Steigerung des Inlandbedarfes entspricht, so bedeuten die Stromexporte keine Beeinträchtigung der heimischen Versorgung. Die Wasserkräfte liegen aber nicht länger brach, sondern können einer europäischen Energiewirtschaft zugute kommen.

Projekte für die «Interalpen»

Die bedeutenden österreichischen Speichermöglichkeiten konzentrieren sich auf die westlichsten Bundesländer Tirol und Vorarlberg [1]. Sie liegen dort in etwa gleicher Entfernung zu den Verbrauchszentren Ober-

[1] Siehe auch «Wasser- und Energiewirtschaft» 1953 S. 163/173, betr. «Die Bedeutung der österreichischen Wasserkräfte für Mitteleuropa» von Dr. O. Vas, Wien.