Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 53 (1961)
Heft: 8-9

Artikel: Kraftwerkbauten an der Drau
Autor: Königshofer, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920764

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: 13.07.2025

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

Kraftwerkbauten an der Drau

Dr. *E. Königshofer*, Wien

DK 621.29 (436—497.1)

1. Wechselvolles Schicksal der ausgebauten Draustufen, Planungen und Bau an der österreichischen Drau

Interesse für die Drau als Energiespender bestand bereits in der k. und k. Monarchie. Knapp vor ihrem Untergang im Jahre 1918 wurde das Draukraftwerk Faal in Betrieb genommen. Es war hier die Maschinenkapazität von 19 MW aufgestellt, mit der jährlich 130 GWh erzeugt werden sollten. Nach Beendigung des Ersten Weltkrieges fiel das Kraftwerk dem neugeschaffenen jugoslawischen Staat zu und wurde in Fala umbenannt.

Die mit dem Ausbau der Wasserkräfte Österreichs während des Zweiten Weltkrieges betraut gewesene Alpen-Elektrowerke AG (AEW) befaßte sich intensiv mit der Drau. Anregung hiezu gaben die günstigen Abflußverhältnisse, die an diesem Fluß unterhalb Villach bestehen. Bis Villach, somit bis vor der Einmündung des Gailflusses, zeigt die Drau typisch hochalpine Merkmale. Bei der Pegelstelle Villach tritt nach langjährigen Aufzeichnungen das Minimum von 52 m^3/s im Februar, das Maximum von 345 m^3/s im Juni auf. Das sind die bei den meisten österreichischen Flüssen anzutreffenden Abflußverhältnisse. Das Einzugsgebiet des Gailflusses (die karnische Kette) steht unter dem Einfluß des nahen Mittelmeergebietes und ist durch starke Regenfälle im Spätherbst gekennzeichnet. Der Jahresverlauf der Abflüsse ist deshalb durch eine fühlbare Zunahme im Spätherbst, die «Adriaspitze», gekennzeichnet. Nach langjährigen Aufzeichnungen zeigt die Gail ein erstes Maximum im Mai (88 m^3/s) und ein zweites im November, das mit seinen 60 m^3/s an die Abflüsse des Juni heranreicht. Die aus den Karawanken zufließenden Bäche stehen, wenn auch in nur geringem Maße, unter Mittelmeereinfluß.

Es ist somit dem gesamten Lauf der Drau eine erste Spitze im Juni und eine zweite im November charakteristisch. Angeregt durch diese günstigen Abflußverhältnisse plante die AEW eine Kraftwerkkette zwischen Schwabeck und Marburg (Bild 1) und schuf das Kraftwerk Schwabeck (3 × 17,6 MW, 340 GWh) nach den Plänen des nachmaligen Ordinarii für Wasserbau an der TH Wien, Dr. *Grzywienski;* sie stellte ferner das Kraftwerk Lavamünd nach den Plänen des derzeitigen Professors der TH Graz, Dr. *Grengg*, als Pfeilerkraftwerk soweit fertig, daß es 14 MW leisten und rund 90 GWh jährlich erzeugen konnte. Nach Kriegsende wurde Lavamünd für 21 MW (135 GWh) erweitert. Außerdem errichteten die AEW bis Kriegsende das Kraftwerk Unterdrauburg mit zwei Maschinensätzen (22 MW, 158 GWh). Stromabwärts bereitete sie die Stufe Saldenhofen vor und baute unterhalb Faal das Kraftwerk Marburg zum Teil aus. Durch die neue Grenzziehung von 1945 fiel Unterdrauburg an Jugoslawien und erhielt die Bezeichnung Dravograd. Saldenhofen wurde für 49 MW und 282 GWh errichtet und erhielt den Namen Vusenica. Das begonnene Kraftwerk Marburg wurde als Maribor oder Mariborski Otok fertiggestellt (54 MW, 345 GWh), Fala auf 32 MW (220 GWh) erweitert und zwischen Vusenica und Fala das Kraftwerk Vuhred für 60 MW und 370 GWh gebaut. Es verblieben somit nur Schwabeck und Lavamünd bei der neu erstandenen österreichischen Republik. Das Kraftwerk Schwabeck bildete einen Stützpfeiler des österreichischen Netzes als Frequenzhalter und Taktgeber bis zur Fertigstellung von Kaprun (1951). Schwabeck und Lavamünd wurden im Schwellbetrieb geführt, woraus sich für die drauabwärts gelegenen, nunmehr jugoslawischen Werke betriebliche Nachteile ergaben. In freundschaftlichen Auseinandersetzungen verpflichtete sich Österreich, den Wünschen seines Nachbarn im Süden nachzukommen und legte sich die erforderlichen Einschränkungen auf.

Der 1947 gegründeten Sondergesellschaft «Österreichische Draukraftwerke AG» im Verband des Verbundkonzerns wurde der Ausbau der österreichischen

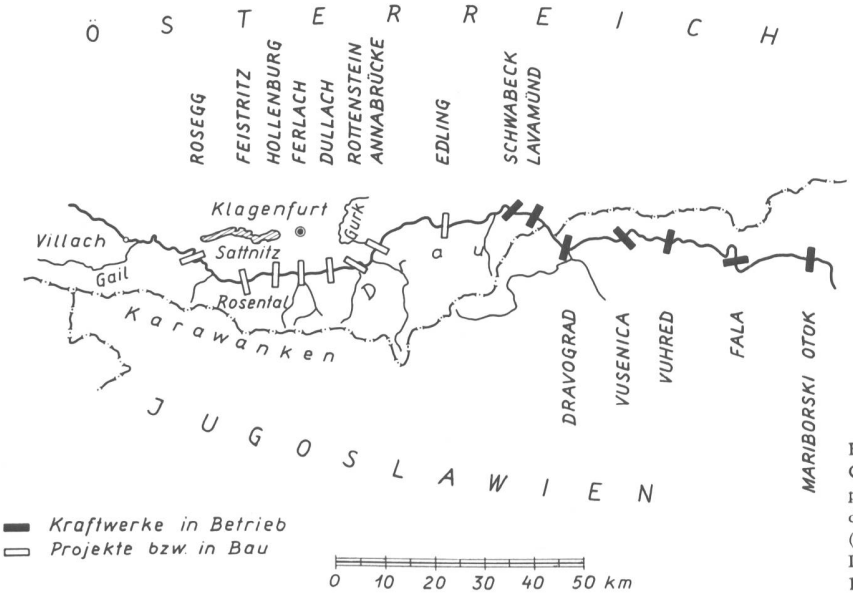

Bild 1
Gesamtübersicht der in Betrieb stehenden und projektierten Wasserkraftanlagen an der Drau von der Gailmündung bis Maribor.
(Österreichische Teilstrecke: Anlagen Rosegg bis Lavamünd; jugoslawische Teilstrecke: Anlagen Dravograd bis Mariborski Otok)

Drau übertragen. Sie befaßte sich eingehend mit der Strecke Villach—Stauwurzel Schwabeck, die durch den Zufluß der Gail und der Bäche, die aus den Karawanken hinzukommen, am ausgeprägtesten die «Adriaspitze» aufweist. In dieser Strecke wurde baureif eine Kraftwerkkette, bestehend aus den Stufen Rosegg, Feistritz, Hollenburg, Ferlach, Dullach, Rottenstein, Annabrücke und Edling (Bild 1) projektiert, die nachfolgend beschrieben werden soll. 1958 wurde mit dem Ausbau der ersten Stufe oberhalb Schwabeck, Edling, begonnen; die Fertigstellung ist für 1962 zu erwarten, worauf die Stufe Rosegg in Angriff genommen werden soll.

2. Die Planung einer Draukette unter Bedachtnahme auf höchste Wirtschaftlichkeit

Zur Topographie des Projektierungsgebietes sei bemerkt: Von Villach bis zur obersten Stufe Rosegg verläuft die Drau entlang der Hauptverkehrslinien, sie biegt hierauf in das Rosental, das durch den hohen Zug der Sattnitz vom Wörthersee getrennt ist und im Süden durch die Karawanken abgegrenzt wird.

Die vorangegangene Schilderung der Abflußverhältnisse im Projektierungsgebiet sei mit der Angabe ergänzt, daß als Jahresmittelwert der Abflußmengen im Regeljahr für die Strecke zwischen Gail- und Gurkmündung 200 bis 215 m^3/s errechnet wurde. Über das Jahr verteilt fließen ab: von Mai bis August 54 %, in den Übergangsmonaten April und September 16 %, von Oktober bis März 30 %.

Diese Zahlen bedürfen einer Überprüfung dahingehend, daß über den Einfluß bestehender Speicherprojekte Klarheit verschafft werden muß. Durch den geplanten Maltaspeicher von 170 Mio m^3 und den durch angelegte Wege bereits zugänglich gemachten Speicher Dorfertal-Huben (100 Mio m^3) wird sich eine nahezu voll ausnutzbare Mehrung des Winterabflusses um 26,7 % und eine nur zum Teil merkbare Minderung der Sommerwasserfracht um 14 % beim Pegel Rosegg ergeben.

Weniger günstig als die hydrologischen Gegebenheiten sind jedoch die geologischen Verhältnisse. Die Formung des heutigen geologischen Bildes erfolgte hier unter der Einwirkung dreier Kräfte, die uneinheitliche geologische und morphologische Verhältnisse an der Drau zwischen Villach und Schwabeck ergeben, und zwar:

a) Die Auffaltung der Karawanken. Durch sie wurde eine Bruchlinie geschaffen, welche in der Form des Rosentals den Nordhang der Karawanken begleitet;

b) der Draugletscher, der weiträumig das Gebiet der Tauern bedeckte und große Beckenlandschaften ausschürfte, wobei an den Rändern Moränen abgelagert wurden;

c) die geologischen Kräfte der neueren Perioden. Durch diese kommen einerseits Verwitterungsgeschiebe in Form von Muren von den Karawanken in das Draubett und anderseits Urgesteingeschiebe aus den Tauern.

Durch das Zusammenwirken dieser drei Kräfte ist die geologische Gestaltung im Projektierungsgebiet sehr stark differenziert. Das Projektieren in einem solchen Gebiet legt sehr umfangreiche Erhebungen über die kleine Geologie auf. Ebenso differenziert werden sich auch die Gründungsverhältnisse an den in Aussicht zu nehmenden Staustellen, die Dichtheit der Stauräume und die Standfestigkeit der Böschungen ergeben.

Allgemein konnte festgestellt werden, daß sich an allen Staustellen Betonzuschlagstoffe aus den Flußterrassen verhältnismäßig leicht und günstig beschaffen lassen, bloß der Feinsandanteil dürfte unzureichend sein, da die Schotterbänke von den Karawanken her nur einen sehr kurzen Weg hinter sich gebracht haben. Es war zu erwarten, daß die Gründungssohle der zu errichtenden Stufen teils Dolomit, teils Urgestein des Tauernmassivs, aber auch teils Seeton, ein Überbleibsel des Draugletschers, sein wird.

Die Festlegung der Staustellen hat wohl auf Flößerei oder Schiffahrt nicht Rücksicht zu nehmen; im Rosental sind keine bedeutenden Verkehrswege vorhanden, es werden sich somit die Aufwendungen für das Aufstauen auf die Beeinträchtigungen der Landwirtschaft beschränken. Es ist ein rasches Selbstdichten der Stauräume zu gewärtigen, da die Schwebestoffführung der Drau bei Hochwasser hauptsächlich durch die Zuflüsse aus den Tauern bestimmt wird. Es handelt sich hierbei um sehr feinen Lehm, Feinsand und Glimmerbeimengungen, die sich in der durch den Stau beruhigten Strömung absetzen und eine vorzügliche Selbstdichtung der Flußbette bewirken. Im allgemeinen ist bei den Stauhaltungen das südliche Drauufer niedriger als das Stauziel. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, Dämme längs des Flußschlauches zu errichten, um eine stauende Nässe des Grundwassers, das von den Karawanken zuströmt, zu verhindern. Es müssen hinter den Dämmen Pumpwerke errichtet werden, die das angesammelte Grundwasser in die Stauhaltungen fördern (Bild 2).

Das Einzugsgebiet der obersten Stufe Rosegg wurde mit 7090 km^2, das der untersten Projektstufe Annabrücke mit 7590 km^2 errechnet. Stauziel bzw. Unterwasserspiegel waren in Rosegg in 483 bzw. 463,5 m Meereshöhe, in Annabrücke in 400 bzw. 390,8 m. Die Bruttofallhöhe ist in den zwei obersten Stufen (Rosegg 19,5 m, Feistritz 25,7 m) wesentlich größer als in den übrigen Stufen (Dullach 10,2 m, sonst 9,2 m). Die Ausbauwassermengen wurden nur für Rosegg mit 280 m^3/s, für alle übrigen Stufen mit 320 m^3/s ausgelegt.

Zur Ausführung der sieben projektierten Stufen ist zu bemerken: Rosegg wird als Umleitungskraftwerk mit 12 km langem Rückstauraum ausgeführt. Es ist die einzige Stufe mit vier Wehrfeldern von je 16 m l. W., die weiteren sechs Stufen erhalten je drei Wehrfelder von je 16 m l. W.

Installierte Leistung und Energiegewinnung der projektierten österreichischen Draustufen.

Stufen	Ausbau-Leistung	Energieproduktion			
		Winter	Übergang	Sommer	Jahr
	MW	GWh	GWh	GWh	GWh
Rosegg	41,7	74,1	39,4	110,2	223,7
Feistritz	68,6	111,2	58,4	172,1	341,7
Hollenburg	24,9	41,0	21,5	63,0	125,5
Ferlach	24,5	40,2	21,0	62,3	123,5
Dullach	27,5	45,2	23,7	69,1	138,0
Rottenstein	25,0	41,0	21,5	63,5	126,0
Annabrücke	23,8	39,0	20,5	60,5	120,0
Zusammen	236,0	391,7	206,0	600,7	1198,4

3. Das Draukraftwerk Edling im fortgeschrittenen Bauzustand

Der Beschreibung des im fortgeschrittenen Bauzustand befindlichen Kraftwerkes Edling sei vorausgeschickt: Der Stauraum des Werkes wird einen See bilden, der der Größe nach dem mittelgroßen Ossiachersee Kärntens gleichkommt (Bild 2). Die Seen stellen einen der naturgegebenen Reichtümer Kärntens dar, die die Fremden anziehen. Der Reichtum Kärntens wird somit durch diesen Kraftwerkbau gehoben. Der fallweise gemachte Vorwurf, die Kraftwerkanlagen verunstalten die Natur, wird hier widerlegt, denn sie schaffen hier eine neue Schönheit.

Ebenso korrekturbedürftig ist die an Wasserkraftanlagen gemachte Feststellung, daß sie fühlbar teurer seien als die kalorischen Werke. Es sollten die Preise zweier Objekte nicht verglichen werden, ohne ihre Lebensdauer mitzubetrachten. Das Dampfkraftwerk wird nach 25jähriger Benützung zum alten Eisen, die Wasserkraftanlagen hingegen werden praktisch kostenlos Energie weiter erzeugen können.

Um nun der fallweise laut werdenden Anregung, die Baukosten des Wasserkraftwerkes durch baukostensenkende Maßnahmen herabzusetzen, zu entsprechen, wurden beim Bau der Anlage Edling solche Maßnahmen weitestgehend ergriffen, wodurch die Bauabwicklung von besonderem Interesse wird und allgemeine Beachtung verdient. Nachfolgend seien einige dieser Maßnahmen aufgezählt:

a) Die Wehrstelle wurde im Anschluß an eine im Flußlauf vorhandene Halbinsel angelegt, wodurch sich eine relativ kurze Länge ergab, so daß das Kraftwerk mit nur zwei Baugruben ausgeführt werden konnte. Die Baugrubenumschließung wurde so ausgelegt, daß zunächst Krafthaus und Wehr mit einem Kastenfangdamm umschlossen wurden (Bild 3). Nach der Fertigstellung der Wehranlage wurde das Krafthaus mit zwei Fangdammstücken, die an den Krafthaustrennpfeiler anschließen, umfangen und der Fluß durch die wohl fertiggestellten, aber mit Abschlußorganen nicht ausgestatteten Wehrpfeiler umgeleitet. Später wurde der alte Wasserweg abgesperrt und eine umschlossene Baugrube für den Staudamm am linken Ufer geschaffen. In dieser Umschließung wird auch die Auslaufstützmauer des Krafthauses errichtet. Die Baudurchführung mit nur zwei Baugruben erbringt nicht nur eine Senkung der Baukosten, sondern auch eine Verkürzung der Baudauer. Die ursprünglich geplante Ausführung mit vier Wehrfeldern wurde aufgegeben, ihre Zahl auf drei herabgesetzt, da die Nachberechnung des Katastrophenhochwassers sein Beherrschen mit nur drei Wehrfeldern erwies.

b) Noch vor der Erteilung des Auftrages wurde die Baustelle erschlossen und jede merkliche Verzögerung im Baubeginn nach gefaßtem Baubeschluß vermieden. Errichtet wurden vor Baubeginn u. a. die 5,2 km lange Nord-Zufahrtsstraße, die in die nach Graz führende Hauptstraße mündet (Bild 2); die 2,1 km lange Zu-

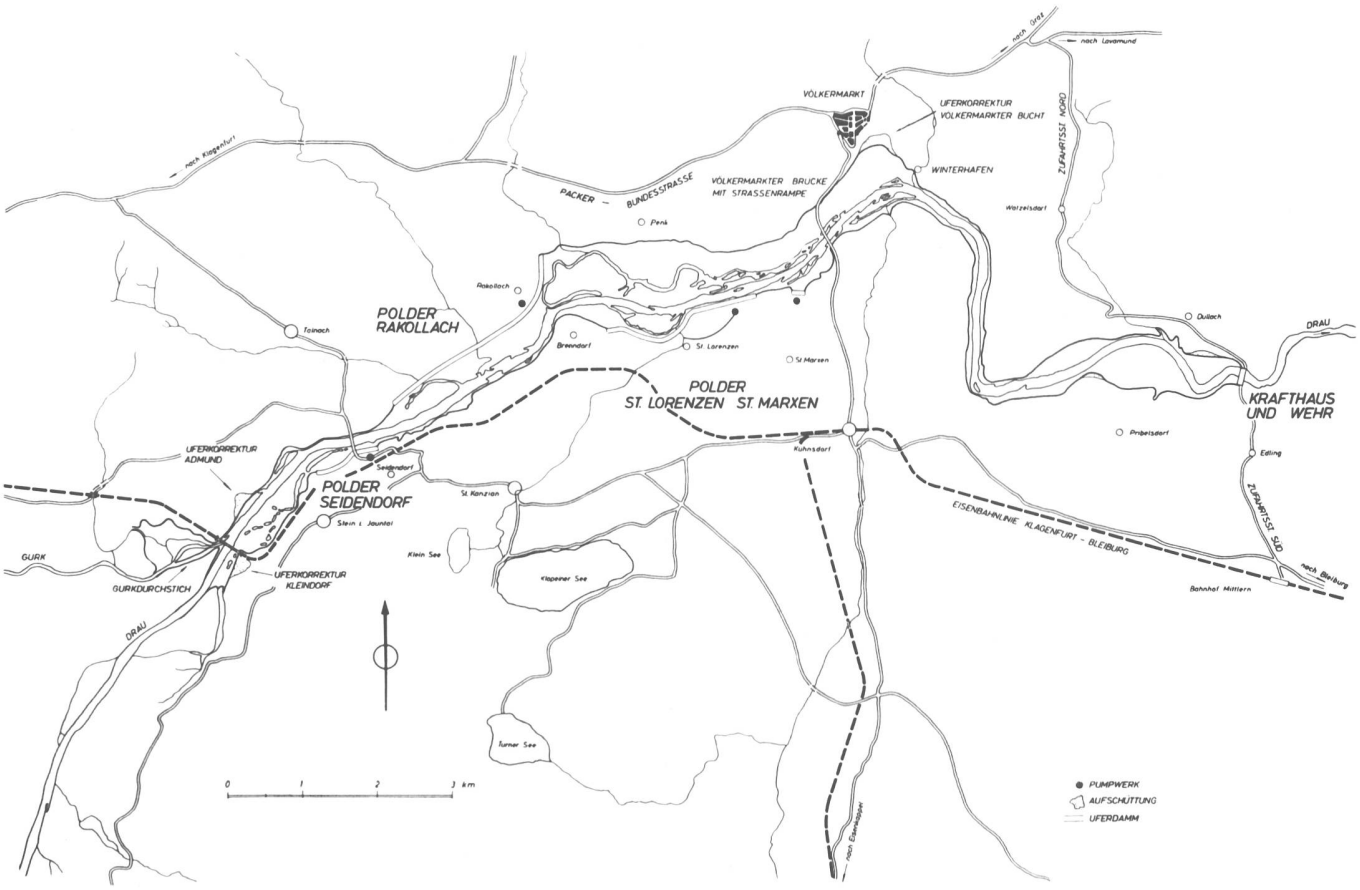

Bild 2 Lageplan des Stauraumes Edling

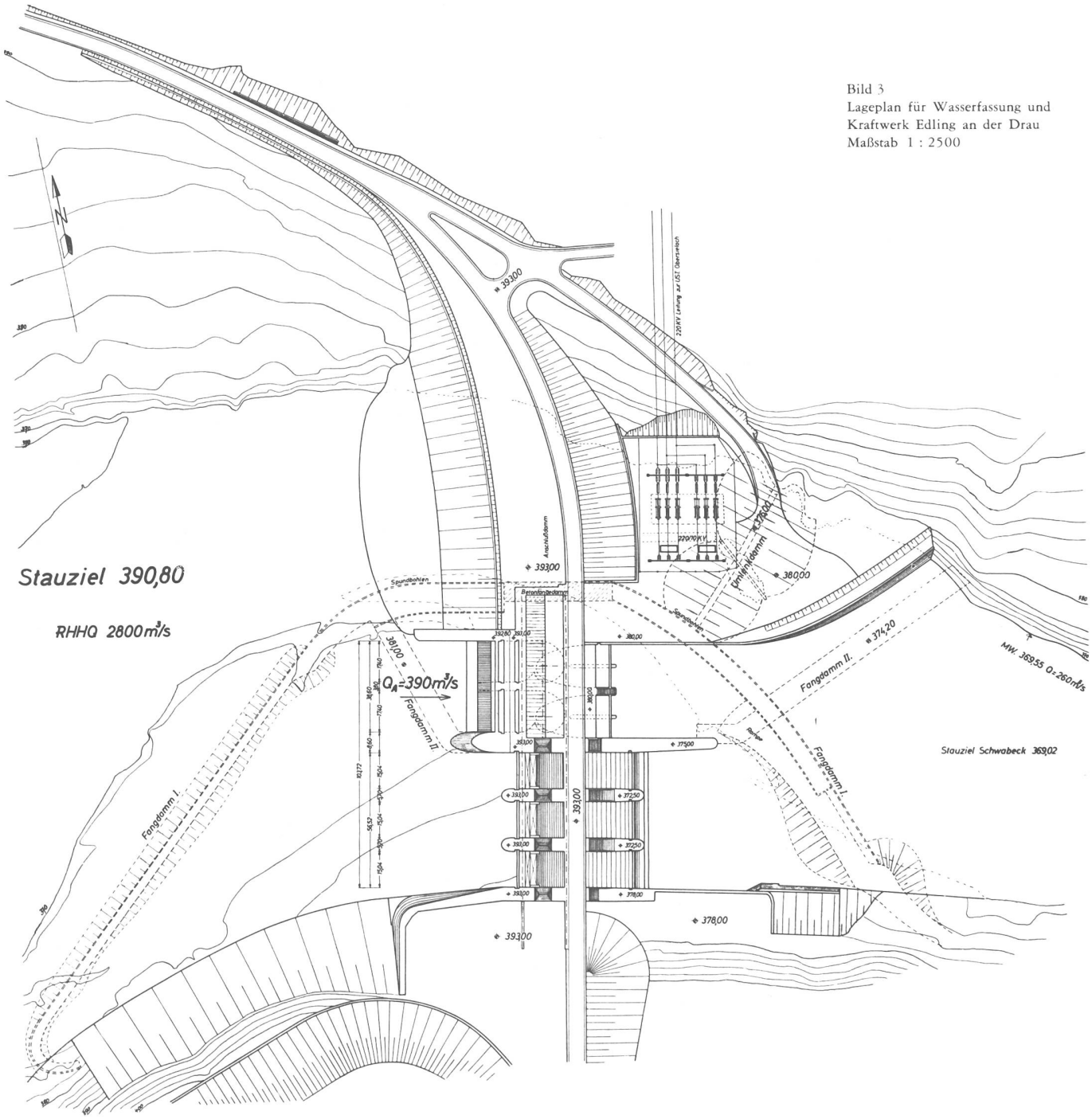

Bild 3
Lageplan für Wasserfassung und Kraftwerk Edling an der Drau
Maßstab 1 : 2500

fahrtsstraße, die zu dem ebenfalls vor Baubeginn errichteten Anschlußgleisbahnhof führt. Errichtet wurde ferner eine zweibahnige Transportbrücke über die Drau für den Baustellenverkehr vom rechten Ufer zu den Deponien des Aushubes am linken Ufer; es wurden Arbeitslager vorbereitet, die Baustromversorgung sowie Trinkwasserversorgung und Abwasserkanalisation mit Kläranlage vorbereitet und die geeignetsten Larssen-Spundwände bereitgestellt.

c) An den Beton, der als Pumpbeton zur Verwendungsstelle gelangte — eine Baubrücke konnte dadurch eingespart werden —, wurden wohl hohe Ansprüche gestellt, so daß die Granitverkleidung der Wehrpfeiler eingespart werden konnte, seine Kosten jedoch durch Zusatz von Flugasche als Bindemittelersatz zum Zement herabgesetzt. Es wurde das besonders preiswerte und für die Bindemittel und Zuschlagstoffe bestens geeignete Betonzusatzmittel Planasit entwickelt, durch das der Beton mit Flugaschezusatz pumpfähiger und frostbeständiger wurde.

d) Die Wahl der Wehrverschlüsse erfolgte durch einen allgemeinen Wettbewerb. Als billigster und zweckmäßigster Verschluß erwies sich der Segmentverschluß, bestehend aus drei Segmentschützen mit Aufsatzklappen von je 15,04 × 17 m (Bild 4).

e) Es wurde auf die allgemein übliche Dichtung der Staudämme durch Stahlspundwände verzichtet und ein durch vorangegangene Untersuchungen als geeignet befundenes erdbaumechanisches Dichtschlußverfahren angewandt, und zwar das Verfahren der Etudes et Travaux de Fondation Toulouse-Blagnac (E. T. I. L.), das sich bei den Staustufen der Rhein-Main-Donau AG in Ober-Elchingen bestens bewährte.

Im Zuge der Bauarbeiten erwies es sich als zweckmäßiger, die Völkermarkter Draubrücke — eine zweibahnige Bundesstraßenbrücke — zu heben, statt sie

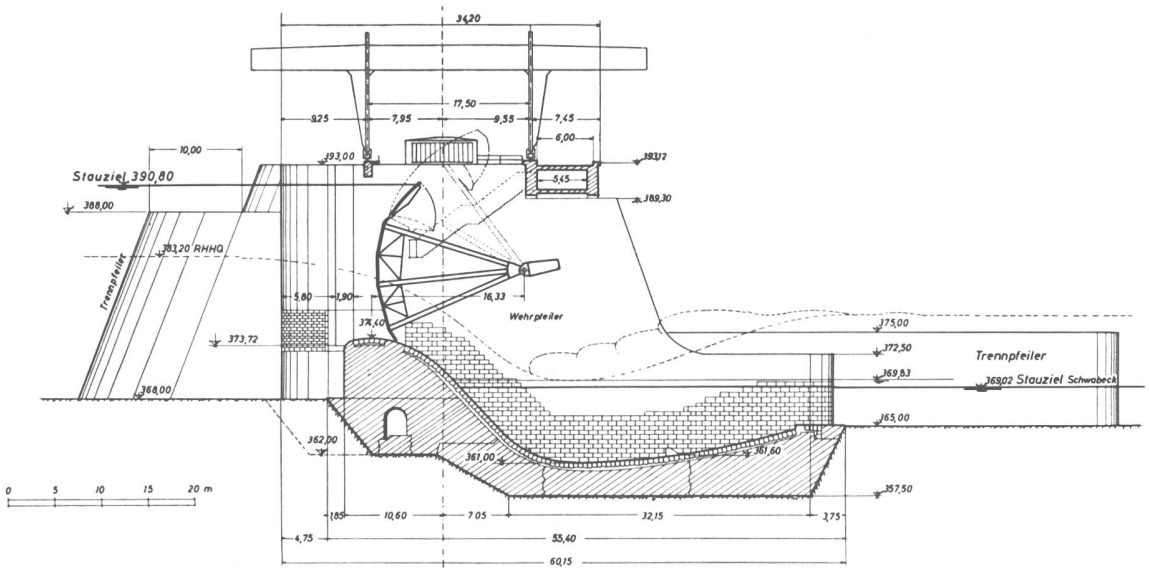

Bild 4 Querschnitt durch das Stauwehr Edling

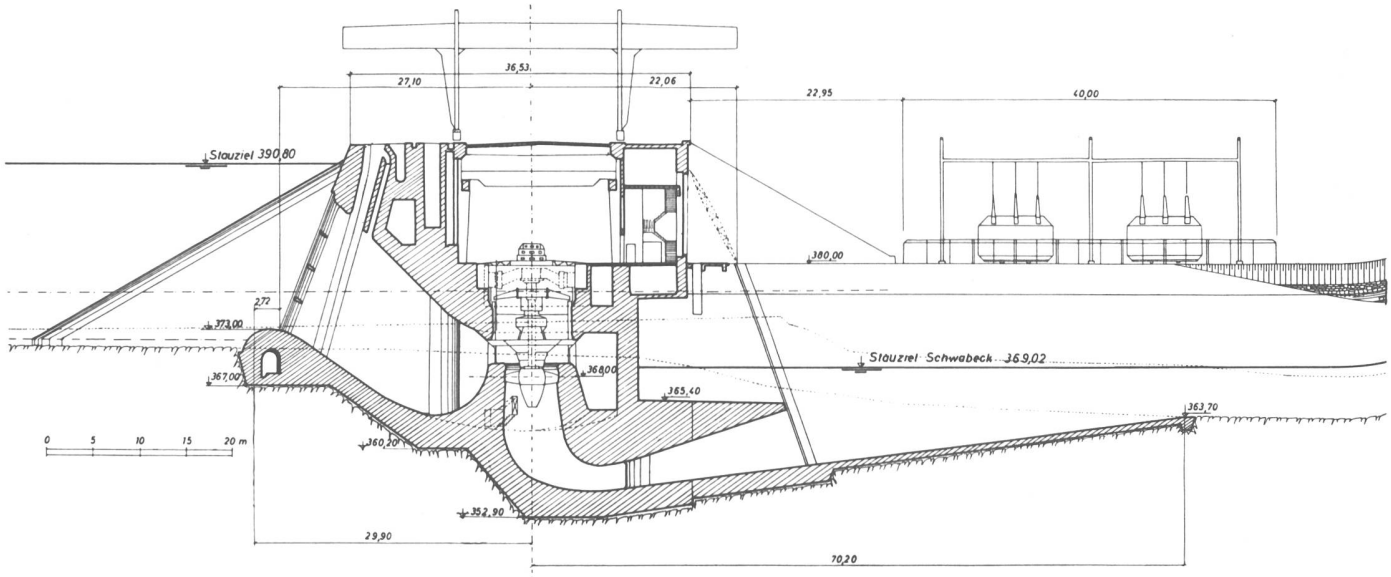

Bild 5 Querschnitt durch eine Maschinengruppe des Kraftwerks Edling

einzustauen. Sie ist eine Stahlbeton-Gerberträger-Brücke und muß am rechten Drauufer um etwa 4 m, am linken Ufer um etwa 1 m gehoben werden. An die gewiß sehr schwierigen Hebearbeiten wird im Herbst nach Ablauf der Sommerfrischenperiode geschritten werden.

f) Zur Herabsetzung der Betriebskosten wird das Kraftwerk Edling von Schwabeck aus weitgehend fernbedient. Ebenso wird die Wehrstelle weitgehend ferngesteuert und -bedient, so daß nur wenig Personal an der Wehrstelle bereitstehen wird.

Einige interessante, an den meisten Baustellen nicht erforderliche Arbeiten, waren oder sind am Kraftwerk Edling zu leisten:

— Es müssen etwa 550 ha Auwälder geschlagen werden. Hier mußten Arbeiter aus den benachbarten Bundesländern herangezogen werden. Die Österr. Draukraftwerke AG ist bestrebt, entlang des Stauraumes einen Uferstreifen von der Verbauung freizuhalten, um einerseits Erhaltungsarbeiten durchführen zu können, anderseits um ein fremdenverkehrförderndes Erholungsgebiet zu schaffen. Sie ist auch bestrebt, den häßlichen Anblick zu vermeiden, der sich bei starken Stauspiegelabsenkungen durch das Verschlammen der Ufer ergeben kann.

— An der Einmündung der Gurk in die Drau wird ein Durchstich notwendig.

— Die Verlandung des Staues Edling muß für alle Fälle verhindert werden, um einen wirkungsvollen Durchlaufspeicherbetrieb führen zu können, um so mehr als, wie erwähnt, die Stauräume der Kraftwerke Schwabeck und Lavamünd bereits weitgehend verlandet sind. Die Baggerung des Stauraumes wird solcher Art erfolgen, daß ein enger Flußschlauch durch die zu errichtenden Leitdämme aus Baggergut geschaffen wird. Der reiche Schwebestoff der Hochwässer wird sich bei der ausreichenden Schleppkraft des Flusses in dem geschaffenen tiefen Bett nicht absetzen.

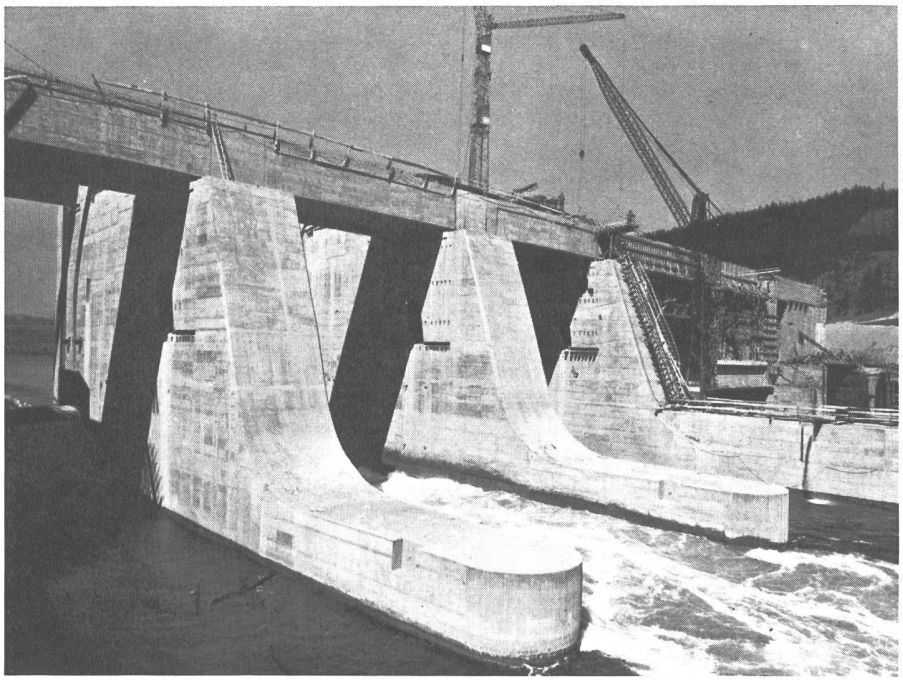

Bild 6
Stauwehr Edling an der Drau, Bauzustand 14. März 1961 (Werkphoto Österreichische Draukraftwerke Aktiengesellschaft)

— Die Stauzielhaltung erfolgt in Abhängigkeit vom Drauniveau bei der Eisenbahnbrücke an der Stauwurzel, an welcher Stelle die Gurk in die Drau mündet.

Das Einzugsgebiet des Draukraftwerkes Edling beträgt 10 656 km². Das maximale Stauziel ist 390,80 m, die Jahresmittelwassermenge 260 m³/s, die Ausbauwassermenge 390 m³/s, bzw. mit Überöffnung bis 420 m³/s. Die mittlere Fallhöhe beträgt 21,10 m, die Nutzfallhöhe 20,6 m. Eingebaut werden zwei Kaplanturbinen direkt gekuppelt mit Drehstromgeneratoren für je 44 MVA und 10,5 kV. Ausbauleistung des Kraftwerkes Edling 70 MW; jährlich mögliche Energieproduktion 360 GWh, davon 131 GWh im Winter. Bild 5 zeigt den Krafthausquerschnitt. Die im Freien aufzustellenden zwei Transformatoren für je 45 MVA spannen von 10,5 auf 220 kV auf.

Im Hauptbauwerk wurde mit den Bauarbeiten im September 1959 begonnen; die Inbetriebnahme soll im Sommer 1962 erfolgen. Der Bau soll somit in weniger als drei Jahren durchgeführt werden. Die Bilder 6 und 7 zeigen den Bauzustand am 1. April 1961.

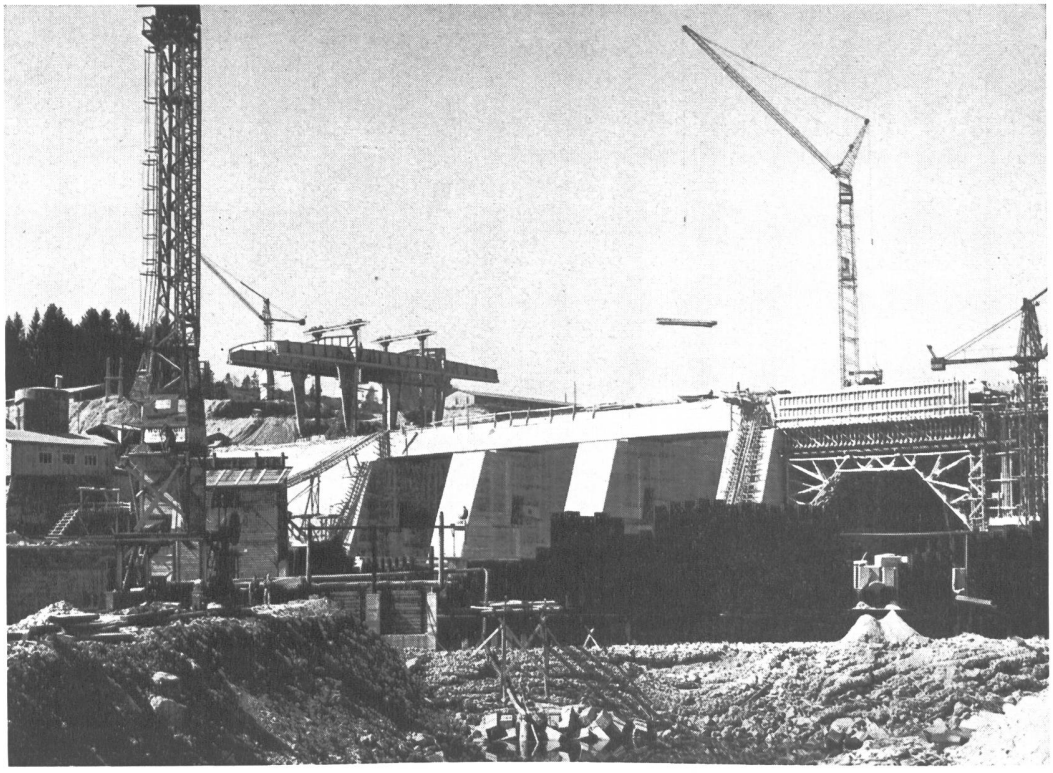

Bild 7
Bau des Kraftwerkes Edling an der Drau, aufgenommen am 14. März 1961 (Werkphoto Österreichische Draukraftwerke Aktiengesellschaft)