

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 62 (1970)
Heft: 5

Artikel: Wasserbauten in Polen und in der Tschechoslowakei
Autor: Gruner, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921063>

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: 25.01.2026

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

WASSERBAUTEN IN POLEN UND IN DER TSCHECHOSLOWAKEI

Eduard Gruner

DK 656.62 + 627.8 (438) (437)

Internationale Kommission für grosse Talsperren CIGB/ICOLD

AUSSCHUSS-SITZUNG IN WARSCHAU

Die 37. Ausschuss-Sitzung der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren — CIGB/ICOLD — tagte in Warschau vom 8. bis 10. September 1969. Dazu erschienen 140 Delegierte und 50 Begleitpersonen aus 40 Mitgliedstaaten. Als Präsident amtierte Gerald T. McCarthy, dem sieben Vizepräsidenten als Vertreter der Regionen zur Seite standen. Gleichzeitig trafen sich neun Komitees zur Besprechung der Studienergebnisse über Beton in Talsperren,

Erdbebengefährdung, Gründung, Talsperrenbrüche, Fundationsschäden, Ueberwachung von Talsperren und Modellversuche. Zypern und die Niederlande wurden als neue Mitglieder aufgenommen, während sich Iran, Irak und die Dominikanische Republik um die Aufnahme bewarben. Den Teilnehmern wurde hernach in Polen und der Tschechoslowakei noch Wasserbauten gezeigt, worauf die Zusammenkunft am 18. September 1969 mit einem Empfang im Wallenstein-Palast in Prag zu Ende ging. Die 38. Ausschuss-Sitzung und der 10. Kongress CIGB/ICOLD finden vom 27. Mai bis 5. Juni 1970 in Montreal statt.

Polen

WASSERWIRTSCHAFT

Die Volksrepublik Polen, mit einer Fläche von 312 000 km², ist ein niederschlagsarmes, ebenes Land, das etwa zu einem Drittel von der Oder und zu zwei Dritteln von der Weichsel entwässert wird. Durch Krieg und Staatsteilung wurde seine Entwicklung verzögert. Geologisch ist Kreideformation vorherrschend. Der Boden ist mergelig, lehmig und sandig. Durch Ackerbau werden 52 Prozent, durch Wald 26 Prozent genutzt; der Rest ist häufig Sumpfland. Seit alter Zeit wird im Bergbau auch Salz gewonnen. Das Klima ist maritim bis kontinental. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7,4 ° Celsius. An 105 Tagen im Jahr werden Temperaturen unter Null Grad gemessen und die Schneedecke besteht während 60 Tagen. Durch Abholzung und Entsumpfung, die seit dem Mittelalter betrieben wurden, ging die Zwischen-speicherung verloren und die Flutspitzen wuchsen. Die Niederschläge von im Mittel 600 mm liefern 197 km³ je Jahr, wovon 54 km³ abfließen. Davon entfallen 60 Prozent auf die Zeit von November bis April und 40 Prozent auf die Zeit von Mai bis Oktober. Die Flüsse unterstehen zwei Flutperioden, nämlich während der Schneeschmelze und während der Sommerregen. In der Zwischenzeit, besonders im Frühjahr, besteht Wassermangel für Landwirtschaft und Industrie. Für eine Bevölkerung von 32 Millionen Einwohnern ergibt sich eine Quote von 1 800 m³/Jahr, was wenig ist (Schweiz 4 000 m³/Jahr). Die sich entwickelnde Industrie lässt ein Wachstum der Bevölkerung erkennen, die im Jahr 2000 für Hausgebrauch 8,5 Millionen m³, Industrie 17,1 Millionen m³ und für die Landwirtschaft 12,4 Millionen m³, insgesamt 38 Millionen m³ benötigen wird, womit das Dargebot eines Trockenjahres überfordert ist. Im Industriegebiet von Oberschlesien, auf der Wasserscheide von Oder und Weichsel, besteht Wassermangel.

Die Bilanz verfügbarer Wasserkräfte ergibt brutto 20 Mrd kWh, wovon 60 Prozent erfasst, aber nur 30 Prozent genutzt werden können. Im Jahr 1966 betrug der Verbrauch an elektrischer Energie 47 Mrd kWh, wovon 98 Prozent thermisch, und nur 2 Prozent hydraulisch erzeugt wurden. Zur Veredlung thermischer Abfallenergie sollen in den nächsten 30 Jahren Pumpspeicherwerke mit einer Leistung von 6 Millionen kW errichtet werden. Dazu eignen sich das Vorland der Karpaten und die Sudeten. Gleichzeitig braucht die Industrie Kühlwasser, wozu grosse Becken an der Oder, im Einzugsgebiet der Weichsel, aber auch in den Ebenen an Bug, Pilica, Warta und Prosna gebaut werden sollen. Für

¹ 1 km³=1 Mrd m³

den Wasserbedarf der Landwirtschaft könnten die Masurischen Seen überstaut werden. Der verfügbare Speicher-raum misst höchstens 8 km³, womit ein Ausgleich zwischen den Jahreszeiten nicht möglich ist. Weil die Bedrohung durch Hochwasser bestehen bleibt, müssen die Flüsse eingedeicht werden. Wohngebieten und Industriekomplexen, die fern von Flüssen liegen, muss Wasser zugeführt werden. Die daraus entstehenden Kosten zwingen die Entwicklung von Lodz und Oberschlesien nach Gebieten mit genügend Wasser zu verlagern. Der sich abzeichnende Mangel an Nutzwasser wird zur Wiedergewinnung von Abwasser führen, das darum rein zu halten ist.

SCHIFFFAHRT

Die Schiffahrt ist erst mit Kähnen von 100 bis 300 Tonnen möglich. Es besteht ein System alter Wasserstrassen von der Spree zur Oder, vom Bug zum Dnjepr und in Oberschlesien. Die Oder ist aus der Gegend von Kattowitz bis Stettin für Kähne bis 600 Tonnen schiffbar. Durch Kanäle ist sie auch mit den ostdeutschen Wasserstrassen und der Weichsel verbunden. Auf der Weichsel ist in Ermangelung der Regulierung und wegen der Vereisung die Schiffahrt nur an 110 Tagen im Jahr möglich, im Unterlauf mit Schiffen bis 200 Tonnen und ab Thorn mit solchen bis 300 Tonnen Lade-raum. Die Binnenschifffahrt befördert 6 Millionen Tonnen je Jahr, was nur 2 Prozent der Gesamtfracht des Landes beträgt. Ein neues Netz von Wasserstrassen wird geplant. Es soll als Süd-Nordverbindung von Oberschlesien durch die Weichsel nach Danzig und als Ost-Westverbindung vom Bug zur Weichsel und zur Oder führen. Diese Kanäle werden auch der Wasserversorgung dienen.

DONAU-ODERKANAL

Von der oberen Oder zur Donau soll eine Wasserstrasse für Schiffe von 1 000 bis 1 500 Tonnen erbaut werden. Nach Plänen der Tschechen und Polen, soll diese von Pressburg, der March folgend, nach Prerau gelangen, hernach die Was-serscheide queren und bei Jasnik, südwestlich von Mährisch Ostrau die Oder erreichen. Die Tschechen verlangen von Prerau einen Anschluss über Olmütz zur Elbe bei Par-dubitz. Von der Stauhaltung Wolfsthal in der Donau auf 141 m ü. M. wird der Kanal über 209 km durch dreizehn Staustufen zum Becken Teplice auf 274 m Höhe ansteigen, worauf über 49 Kilometer durch sechs Staustufen der Ab-stieg in das Becken Gleiwitz auf 182 m folgt. Der Anschluss zur Elbe führt über 160 km. Er überwindet in sieben Sta-

Bild 1 Uebersichtskärtchen von Polen



stufen und einem Hebework 201 m Höhe bis zum Gipfelbekken Ceska Trebova auf 425 m ü. M., dann gelangt er durch ein Hebework und fünf Staustufen über eine Höhe von 207 m zur Elbe auf 217 m ü. M. Die Baukosten werden auf etwa 3 Milliarden Franken geschätzt, nämlich 1 620 Mio Fr. für die Donau-Oderverbindung und 1 380 Mio Fr. für den Anschluss zur Elbe. Die Bauzeit wird auf 7 bis 10 Jahre geschätzt. Der Bau soll 1975 beginnen. Für das schlesische Industriegebiet ergibt sich daraus eine wesentliche Kürzung des Transportweges nach Stettin und Hamburg. Der Ausbau soll der 4. Klasse der internationalen Wasserstrassen entsprechen. Diese fordert für Flussstrecken eine minimale Breite von 50 m bei einer minimalen Tiefe von 2,80 m und für Kanäle 32 m, respektive 3,50 m. Der erwartete Jahrestransport ist 35 Mio Tonnen, wovon 8 Mio Tonnen auf Binnentransporte entfallen. Für den Endausbau sind Schleusen mit Doppelkammern von 170 x 12 m geplant. Als Fahrzeuge sind Motorschiffe oder Schubverbände von 1 500 bis 3 000 Tonnen vorgesehen. Die 280 Kilometer von der Donau zur Oder sollen in 1½ Tagen und die 370 km von der Donau zur Elbe in 2½ Tagen durchfahren werden können. Der Kanalbau bedingt an Aushub 79 Mio m³, Aufschüttung 53 Mio m³, Beton 5,4 Mio m³ und Baustahl 200 000 Tonnen.

Wasserüberführung

Die Staustufen werden mit Pumpturbinen ausgerüstet. Aus dem mittleren Durchfluss der Donau bei Pressburg von 1 410 m³/s sollen in der trockenen Jahreszeit nach Preßburg 30 bis 80 m³/s und von dort zur Elbe 10 bis 40 m³/s, sowie zur Oder 10 bis 60 m³/s gefördert werden. Während in der Donau bei Pressburg die Hochwasser zwischen Juli und September eintreffen, erscheinen sie in der March und der oberen Elbe im Februar. Durch Abflussverlagerung und Pumpen soll deren Durchflussmenge auf 60 m³/s, respektive 50 m³/s gehalten werden. Für die Bewirtschaftung der Donau ist diese Entnahme unwesentlich. Die Pumpenergie wird in trockenen Jahren 600 Mio kWh und in nassen Jahren 200 Mio kWh erfordern.

TALSPERREN

Geschüttete Dämme und Gewichtssperren entsprechen am besten dem Gelände und seiner Geologie. Für Bogensperren fehlen die Voraussetzungen. Bei den grossen Anlagen,

die an der Weichsel geplant sind, ergeben sich schwierige Gründungen, denn der Baugrund ist komplex. Darin finden sich über Ablagerungen von grosser Durchlässigkeit solche mit starker Kohäsion und auch Braunkohlenlager. In den Karpaten finden sich Becken für Speicherzwecke. Dieses Gebirge besteht aus Formationen der Tertiär- und Kreidezeit mit Flysch, Sandstein, Konglomerat und Mergel, die durch Gebirgsfaltung verformt wurden. Dieses Gebiet ist vielerorts rutschgefährdet, was den Wasserbau erschwert. Für den Bau von Erddämmen setzt das Klima Grenzen, denn wegen Frost- und Regentagen ergeben sich nur 150 Arbeitstage je Jahr, während Felsschüttböschungen an 250 Tagen je Jahr erbaut werden können.

GRÜNDUNG DER WASSERBAUTEN

Der alluviale Boden enthält Grundwasser in mehreren Lagen, indem Mergelbänke wasserführende Sande überlagern. Große Gründungen bedingen darum Grundwassersenkungen. Für die Stauanlage Debe am Narew im Ausmass von 43 000 m², deren Sohle 12 m unter dem Flusspiegel lag, war ein Abschluss mit Spunddielen vorgesehen. Wegen erratischen Blöcken und fossilem Eichenholz gelang dieser nur teilweise. Zur vollen Absenkung mussten noch 18 Schächte erstellt werden, aus denen 31 l/s gefördert wurden. Nach dieser Erfahrung wurde in der Baugrube der Wasserkraftanlage Włocławek an der Weichsel auf Spundwände verzichtet und die Wasserhaltung mit 155 Pumpschächten durchgeführt. Ihre Gründung bedeckt eine Fläche von 240 000 m², die 20 m unter dem Flusspiegel lag. Der Baugrund bestand aus Ablagerungen des Quartär und des Tertiär, nämlich glazialen Lehmen, Flusskiesen, Sanden, sowie pliozänen Mergeln und pliozäner Braunkohle. Es wurden Schacht- und Saugpumpen eingesetzt, die bis zu 160 l/sec. förderten. Dabei ergab sich nur ein Grundbruch, der durch Einbau eines Filters stabilisiert werden konnte. Seit 1957 wurden auch Schlitzwände verwendet. Eine solche dient als Herdmauer des Erddamms Glebinow an der Neisse, die eine Länge von 5 750 m und eine Höhe von 13 m hat. Für die Sperre von Koronowo für 385 000 m³ und Przeczyce für 284 000 m³ wurde das Schüttgut hydraulisch gefördert, wozu 4 bis 7 m³ Wasser pro m³ Schüttgut benötigt wurden. Diese Förderung ist billiger als die konventionelle und bedingt weniger Geräte.

ODER, ODRA

Die Oder, der zweitgrösste Strom Polens, entwässert ein Gebiet von 118 000 km² und hat eine Länge von 866 km. Sie dient seit langem als Wasserstrasse zwischen dem Kohlerevier von Oberschlesien und Stettin, denn in ihrem Bereich liegen die alten Industriegebiete von Ostrau, Opole, Breslau und die neuen Komplexe für Braunkohle von Turoszow, für Kupfer von Glogow-Lubin und für Aluminium von Konin. Bereits besteht dort ein fühlbarer Mangel an Wasser. Ihre Wasserwirtschaft bedarf einer Anpassung an die Entwicklung. Der Abfluss beträgt im Mittel 15 700 Mio m³/Jahr, wovon ein Drittel aus der Warta zufließt. Es wird erwartet, dass sich bis 1980 der Bedarf der Industrie verdreifacht und derjenige der Landwirtschaft sich verfünffacht. Bei einem Verbrauch von 8 400 Mio m³/Jahr, wird dann ein Mangel von 900 Mio m³ bestehen. Ihm soll durch Ueberleitungen von 800 Mio m³ aus dem Oberlauf der Weichsel und durch Abflussverlagerung in Speicherbecken begegnet werden. In der oberen Oder erscheinen Hochwasser nach heftigen Niederschlägen im Sommer und in der unteren Oder bei der Schneeschmelze. Deshalb ist der Fluss weitgehend eingedeicht. Im Sudetengebirge wurden 33 Speicherbecken von insgesamt 30 Mio m³ Inhalt und im übrigen Flussgebiet noch vier Becken zum Flutschutz für 37 Mio m³ erbaut. Wegen chemischer Verunreinigung ist auf einer Strecke von 40 Prozent des Flusslaufes das Wasser als Trinkwasser unbrauchbar. Darum sollen bis 1980 einige Hundert Kläranlagen gebaut werden. Zur dosierten Abgabe von versalzenem Wasser sollen Rückhaltebecken von 70 Mio m³ Inhalt bereitgestellt werden. Auf der kanalisierten Oder werden Schifffrachten von 10,5 Mio Tonnen je Jahr erwartet. Auf der oberen Oder liegen 23 Stauhaltungen mit Schleusen von je 187 m Länge. Viele dieser Anlagen sind veraltet und im Betrieb unwirtschaftlich. Die Tiefe der Schiffahrtrinne und die Erstreckung der Befahrungszeit auf 6 Monate bedingt eine Abflussverlagerung durch Speicherbecken. Dazu dienen das Becken von Otmuchow auf der kleinen Neisse mit einem Inhalt von 143 Mio m³, das Becken von Malapane mit einem Inhalt von 107 Mio m³ und das Becken von Dzierzno auf der Kłodnica mit einem Inhalt von 96,5 Mio m³. Beim Vergleich zwischen einer Neuanlage der Oderkaskade und einer Modernisierung der bestehenden Stufen ergab sich, dass durch den Bau von vier modernen Schleusen die Leistung auf 11 Mio Tonnen je Jahr gesteigert werden kann. Als Fernziel soll die Schiffahrt auf 295 Tage im Jahr ausgedehnt werden, wozu weiterer Speicherraum für 500 Mio m³ erforderlich ist.

WEICHSEL- WISLA

Die Weichsel entspringt in den Beskiden auf 1 100 m ü. M. Ihr Einzugsgebiet misst 194 000 km² und ihre Länge ist 1 068 km. Sie empfängt als Zuflüsse aus den Karpaten Sola, San und Dunajec, die grosse Hochwasser bis in ihren Mittellauf zwischen der Mündung von San und Bug-Narew verursachen. Im Unterlauf bis zu ihrer Mündung in die Baltische See ist sie ein Flachlandstrom. Weil das Flussbett in feinem Sand liegt und der Eistrieb Stauungen verursacht, ergeben sich bei Hochwasser grosse Ueberschwemmungen und häufig Aenderungen des Talweges. Die Wasserführung schwankt bei Krakau zwischen 14 und 3 400 m³/s und beträgt im Mittel 84 m³/s, in Warschau zwischen 111 und 8 300 m³/s und erreicht im Mittel 591 m³/s. Es wird erwartet, dass der Bedarf an Brauchwasser bis 1985 im Becken der Weichsel 16 000 Mio m³ erreicht, was der Hälfte des Jahresabflusses entspricht. Von nationaler Bedeutung ist die geplante Wasserstrasse von 250 km Länge von der oberen Weichsel in das Industriebecken von Oberschlesien. In den Nebenflüssen der oberen Weichsel können Speicherbecken für 2 190 Mio m³ angelegt werden, wovon die Hälfte der Abflussverlagerung und ein Viertel dem Flutschutz in der oberen Weichsel dienen wird. Bis zum Jahre 1985 soll eine durchgehende Schiffahrtsrinne für das Mittelwasser durch Deichbauten geschaffen werden. Hernach ist der Ausbau einer Kaskade von 11 Stufen zwischen San und Bug-Narew geplant, wovon zwei im Bereich von Warschau bereits festgelegt sind. Für Brauchwasser sind an der Pilica die Becken Sulejow, südlich von Lodz mit einem Inhalt von 109 Mio m³, und Nowe Miasto, südlich von Warschau mit 333 Mio m³ vorgesehen. An der unteren Weichsel ist der Ausbau einer Kaskade von acht Stufen geplant. Sie erlauben die Erzeugung von 3 500 Mio kWh je Jahr. Die Wasserstrasse soll Schubtransporte von 2 x 500 oder 4 x 500 Tonnen Kähne zulassen. Die optimale Bewirtschaftung der Weichsel und ihrer Nebenflüsse sind für ein Land, dessen Wasserdargebot beschränkt ist, eine wesentliche Entwicklungsaufgabe, weil einerseits die darin liegende Energie gewonnen wird und anderseits eine Wasserstrasse entsteht, die von der Sowjetunion bis zur Deutschen Demokratischen Republik reichen wird.

Wloclawek

An der unteren Weichsel wird Wloclawek als Pilotanlage für Flusskraftwerke gebaut. Die Anlage besteht aus einer Schiffschleuse mit einer Kammer zu 10 x 100 m für Schiffe bis zu 1 600 Tonnen, einem Krafthaus mit 6 Kaplan-turbinen

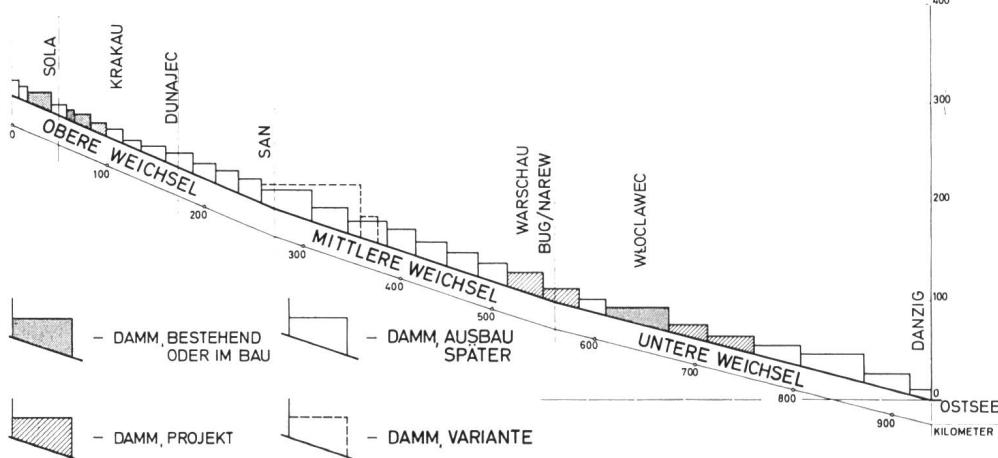


Bild 2
Kraftwerkskette an der
Weichsel
(Weichsel-Kaskade)

und Generatoren zu 27 MW, total 162 000 kW; einem Wehr zu 10 Öffnungen, sowie einem Erddamm von insgesamt 1 020 m Länge. Der mittlere Abfluss beträgt 930 m³/s. Die Ausbauwassermenge beträgt 2 200 m³/s. Die Stauhöhe schwankt zwischen 12,8 und 5,5 m. Die mittlere Elektrizitätserzeugung beträgt 840 Mio kWh pro Jahr. Der Bau erfolgte in offener Baugrube mit Wasserhaltung nach dem Wellpoint System, wobei vorerst das Wehr, dann das Krafthaus, die Schiffschleuse und hernach der Erddamm von 1,1 Mio m³ hydraulisch eingebrachten Schüttgutes erstellt wurden. Polen hofft, dass bei dieser Anlage ein Industriegebiet und Zentrum des Tourismus entstehen wird. Der Bau dauerte von 1962 bis 1970. Die mechanisch-elektrische Ausrüstung wurde von der Sowjetunion geliefert.

HYDROENERGETISCHE KOMPLEXE

Die thermischen Energiequellen bedingten eine späte Nutzung der Wasserkräfte und zeitigten einen Bauplan mit Jahresspeichern, denen im Unterwasser ein Ausgleichsbecken beigegeben ist. Weil die hydraulische Energie der Spitzendeckung dient und die Wasserführung der Gebirgsflüsse grossen Schwankungen unterliegt, wird mit diesen Becken der Abfluss zu Gunsten der Industrie geregelt. Neuerdings dienen diese Becken auch dem Pumpbetrieb.

Dunajec

Als erste grosse Wasserkraftanlage dieser Art wurde der Komplex Roznow-Czchow an der Dunajec 1935 in Bau genommen, der aber durch den Krieg verzögert wurde, so dass Roznow 1943 und Czchow erst 1954 den Betrieb aufnehmen konnten. Der Pionier dieser Werke war Professor Zbigniew Zmigrodzki, der Sohn des ehemaligen Kustos des Polen-Museums Rapperswil. Zur Prüfung der Gründung auf Flysch und der maschinellen Ausrüstung wurden damals Fachleute aus der Schweiz zugezogen. Das obere Becken fasst 184 Mio m³ und das untere 12 Mio m³. Darin ist ein fruchtbare Talboden untergegangen, aus dem 800 Bauerngewerbe ausgesiedelt werden mussten. Im einen Krafthaus stehen vier vertikal-achsige Kaplan-turbinen mit einer installierten Leistung von 50 000 kW, im andern zwei, die 8 000 kW leisten. Die Energie wird in das 110 kV-Netz gespiesen.

An der mittleren Dunajec plant das Studienbüro Hydroprojekt des Zentralamtes für Wasserwirtschaft in Warschau den Komplex Czorsztyn-Niedzica und Sromowce Wyzne. Ihr oberes Becken wird 235 Mio m³ fassen und ihr unteres 6,4 Mio m³. Eine Gewichtsmauer von 40 m Höhe ist vorgesehen. Sie wird auf klüftigem Kalkstein stehen, der wasserseits mit einem Injektionsschirm gedichtet wird und dessen Kopfplatte durch eine elastische Dichtung mit der Mauer verbunden sein soll. Der Wasserwirtschaftsplan bezieht den Mindestabfluss im Sommer von 2,2 auf 12 m³/s, sowie im Winter von 1,5 auf 9,0 m³/s zu erhöhen und die Hochwasserspitze von 1 320 auf 570 m³/s zu vermindern. Im oberen Krafthaus werden eine Kaplan-turbine von 38 000 kW und eine Dériaz-Pumpturbine von 36 400 kW stehen und im unteren Krafthaus eine Rohrturbine von 1 730 kW. Die Regionalbehörde von Krakau besorgt die Eindeichung von zwei Dörfern und die Gestaltung der Landschaft beim Schloss Czorsztyn neben der Sperrre.



Bild 3 Talsperre Roznow an der Dunajec in Polen; Hochwasserentlastung und Grundablass

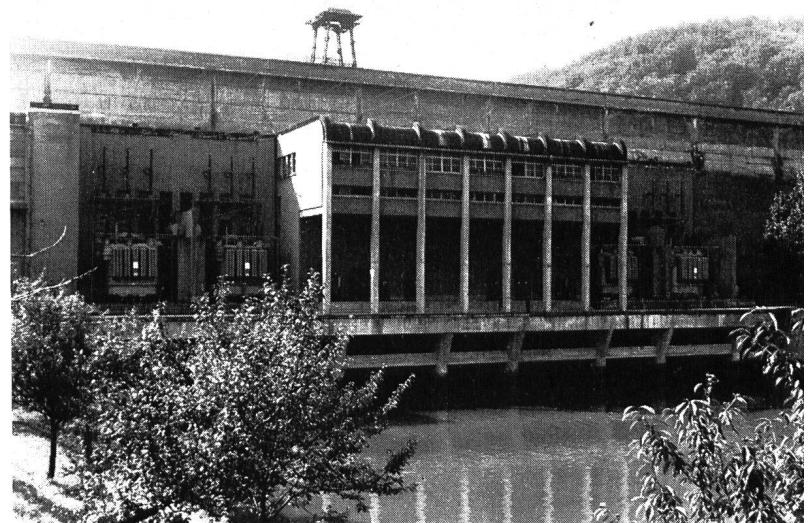


Bild 4 Krafthaus Roznow an der Dunajec



Bild 5 Flossfahrt auf der Dunajec bei Niedzica, Polen, am 13. Sept. 1969: Mr. and Mrs. Erkki S. Salmivaara/Helsinki, Mr. Prof. Ladislav Votruba/Prag, Mr. and Mrs. Wendell E. Johnson, Mr. Eduard Gruner/Basel, Mr. and Mrs. F. Stewart Brown/Washington DC, Mr. and Mrs. Wilson V. Binger/New York USA, Mr. Masanori Nose/Kobe, Vizepräsident CIGB/ICOLD

S o 1 a

An der Sola, einem Zufluss der oberen Weichsel, wird erstmals eine optimale Wassernutzung verwirklicht, indem zum alten Speicherwerk Porabka 1960 bis 1966 die Werke Tresna und Czaniec zugefügt wurden. Damit kann zu Gunsten der Industrie, der Schiffahrt und der Energiegewinnung eine Abflussverlagerung vorgenommen und ein Hochwasserschutz geboten werden.

S a n

An der San, die von den Beskiden zur oberen Weichsel führt, kam 1968 die Werkgruppe Solina Myczkowce in Betrieb, die Spitzendeckung und Pumpspeicherbetrieb besorgt.

REISEPLAN

Am 15. September 1969 wurde, nach einem Abschiedssessen in Bieliz, die Grenzstelle Teschen erreicht, wo die Kollegen aus Polen die Reisegesellschaft den Kollegen der Tschechoslowakei übergaben.

Tschechoslowakei

WASSERWIRTSCHAFT

Im Gebiet der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik wurden schon in alter Zeit Staubecken angelegt. Seit dem 14. Jahrhundert für die Fischzucht; seit der Mitte des 18. Jahrhunderts für das Minenwesen; seit der Mitte des 19. Jahrhunderts zur Trinkwasserversorgung, später zum Flutschutz und in unserer Zeit als Mehrzweckanlagen, speziell zur Lieferung von Spitzenenergie. Bemerkenswert ist das im 16. Jahrhundert erstellte Becken Rozmberk in Südböhmen mit einem Inhalt von 6 Mio m^3 . Als Sperrkörper dienten vorerst Erddämme, später Mauern in Haustein. Nachdem an der Weissen Desse 1916 ein Erddamm wegen Erosion beim Grundablass barst und die Flut 237 Opfer hinterliess, unterblieben weitere Dammbauten, bis deren Technik erforscht war. Die Tschechoslowakei, mit einer Fläche von 127 869 km^2 , liegt mitten in Europa. Sie empfängt im Mittel 680 mm Niederschläge je Jahr, oder insgesamt 90 km^3 Wasser. Davon kommen 28 km^3 zum Abfluss, nämlich aus Böhmen durch die Oder 2 km^3 , durch die Elbe 10 km^3 , aus Mähren durch die March 3 km^3 , aus der Slowakei durch die Donau 12 km^3 , wovon die Waag 5 km^3 zuführt, und durch die Weichsel 1 km^3 . Der Bedarf an Nutzwasser liegt

Bild 7 Empfang in der Tschechoslowakei am 15. September 1969 im Palace-Hotel in Ostrava: Mr. Gerald T. McCarthy/New York, Präsident CIGB/ICOLD, Mr. Prof. Ladislav Votruba/Prag, Präsident des Tschechischen Nationalkomitees CIGB/ICOLD, und der Bürgermeister von Mährisch Ostrau

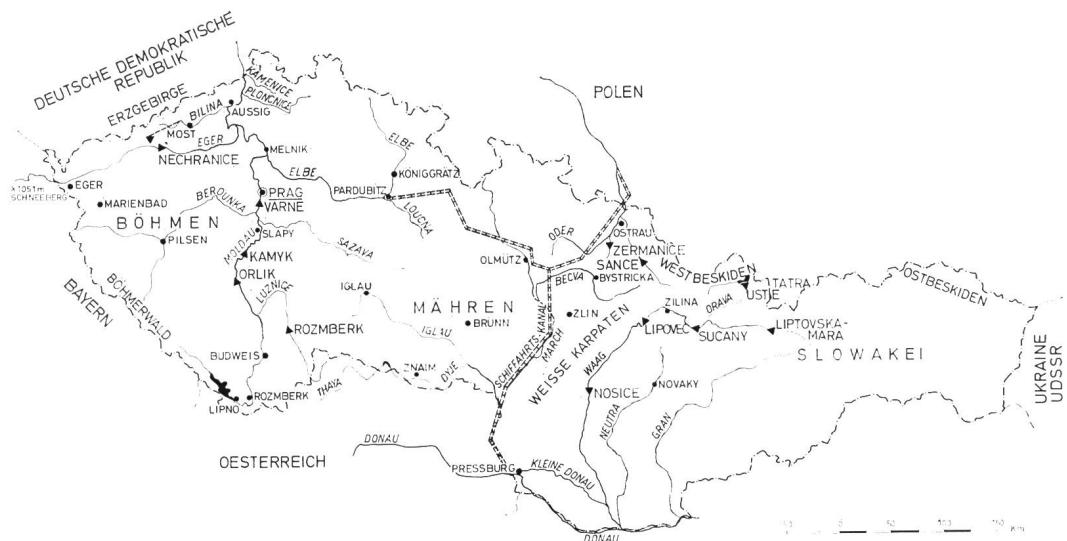


Bild 6 Talsperre Myczkowce an der San in Polen

jetzt bei 5 km^3 je Jahr. Davon beanspruchen die Industrie 4 km^3 und der Hausverbrauch sowie die Landwirtschaft je 0,5 km^3 . Vom Trinkwasser werden bereits 40 Prozent aus Speicherbecken geliefert. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft wächst auch der Bedarf für Bewässerung im Süden der Slowakei und im Süden von Mähren. Die Bevölkerungszunahme und die Entwicklung der Industrie bedingen eine Bewirtschaftung der Flussgebiete. Diese Aufgabe obliegt der Direktion der Wasserläufe in Prag. Die Projektierung der Wasserbauten besorgen die Büros von Hydroprojekt in Prag und in Pressburg. Die Bauausführung wird jeweils den staatlichen Organisationen Vodni Stavby, Ingstav und Vahostav übertragen.

Versuche und Forschung betreiben die Wasserbauanstalten in Prag und in Pressburg, während Beobachtungen und Messungen an Talsperren durch eigene Büros in diesen Orten unternommen werden. Nachdem früher für das Minenwesen schon 25 Becken erstellt wurden, sind jetzt 80 im Betrieb. Ihre Sperren sind: 38 Erd- oder Felsschüttböschungen, 18 Gewichtsmauern, 19 Gewichtsbeton sperren und der Rest anderer Art. Geologie und Morphologie setzen dem Sperrenbau Grenzen. Für Bauten von über 100 m Höhe sind Sperrstellen selten. Der Baugrund bedingt tiefe Dichtung. Die Oravasperre steht auf einem Injektionsschirm von 50 m Tiefe. In den Alluvionen der Lipnospur wurde eine Betonwand im Schachtbau bis in 24 m Tiefe erstellt. Bei den Sperren Nosice, Stechovice, Strekov, sowie Slapy müssen die Herdmauern mit Druckluftkammern erbaut werden. In Nosice an der Waag ist das Grundwasser aggressiv, weshalb Trassement- und Asphaltdichtung verwendet wurden. Die Prüfung der Felseigenschaften in Bettungen ist für statische und dynamische Beanspruchung sorgfältig entwickelt worden. Die Beanspruchungen und Verformung von Sperren und deren Bettung wird für Ruzin, Krivoklat, Dalešice und Vrchlice gemessen. Über die Vorspannung von Sperren wurden Untersuchungen für Zermanice, Hricov, Kamýk und andere gemacht. Es wird auch der hydrobiologische Zustand der Becken und ihrer Umgebung beobachtet. In Vyssi Brod an der oberen Moldau kam 1903 die erste Wasserkraftanlage mit einer installierten Leistung von 7 500 PS in Betrieb. Für die Anlage Vranov an der Dyje wurde 1933 erstmals eine Betonsperre von 55 m Höhe errichtet. In Orlík an der Moldau kam 1961 die grösste Betongewichtsmauer von 91 m Höhe mit dem grossen Becken von 704 Mio

Bild 8
Uebersichtskärtchen
der Tschechoslowakei



m^3 zur Ausführung². Moldau und Waag sind die wichtigsten Kaskaden. Erstere durchfließt ein wenig bewohntes Tal im Granit von Böhmen, in dem Speicherbecken angelegt werden können. Letztere durchfließt ein weites Tal im Flysch der Slowakei, in dem Kanalkraftwerke zweckmäßig sind. Der Bau einer Wasserstrasse längs der March als Bestandteil des Donau-Oderkanals und die Schiffsbarmachung der Waag werden für die nächste Zukunft erhofft.

In der Tschechoslowakei sind Wasserkraftwerke mit einer installierten Leistung von 3,75 Mio kW im Betrieb, die etwa 10 Prozent des Jahresbedarfes, meist Spitzenenergie, liefern. Unter den sozialistischen Ländern erfolgt ein Energieaustausch nach Richtlinien des Rates für Wirtschaftshilfe.

MOLDAU, VLTAVA

Die Moldau entspringt im Böhmerwald, entwässert Böhmen und mündet nach 435 km bei Melnik in die Elbe. Ihr Abfluss ist unausgeglichen, und mit Hochwassern von $3\,000\ m^3/s$ wurde sogar Prag gefährdet. Zufolge der seit 1930 erstellten Speicherbecken können von ihrem Abfluss von $2,5\ km^3$

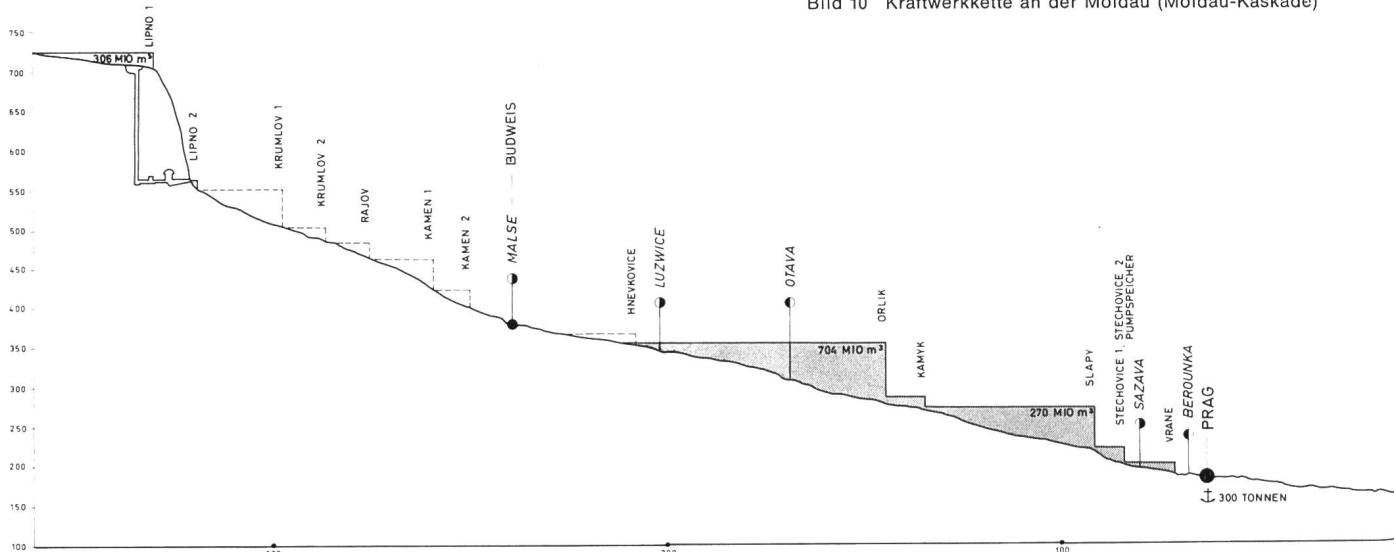
je Jahr bis zu $1,3\ km^3$ verlagert werden, womit die Flutgefahr gemildert wird. Seit alter Zeit diente die Moldau als Wasserstrasse. Schiffe von 1 000 Tonnen können von der Elbe bis Slapy gelangen, und nach dem Bau von Hebewerken in Slapy und Orlik sollen solche von 300 Tonnen Budweis erreichen. Ihre Kaskade wird nach einem optimalen Plan ausgebaut. In acht Wasserkraftwerken sind bereits 750 000 kW installiert, die 1 100 Mio kWh je Jahr leisten. Als zweckmäßig erwiesen sich die Tandemanlagen, wobei die obere mit Speicherbecken und grossem Gefälle der Spitzendeckung und die untere mit Ausgleichsbecken und kleinem Gefälle der Abflussregulierung dienen. Diesem Plan entsprechen Lipno 1 und Lipno 2 im Böhmerwald, Orlik und Kamyk, während Stechovice 1 mit dem Pumpspeicherwerk Stechovice 2 gekoppelt ist, dessen Becken auf 200 m über der Talsohle liegt. Slapy besitzt eine imposante Hochwasserentlastungsanlage, deren Kanal über das Dach des Krafthauses führt, die wegen der Hochwasserverlagerung ihren Zweck verloren hat. Sie wurde lediglich zur Ergötzung der CIGB/ICOLD-Gäste, aber zum Bedauern der Wasserverwaltung, für eine halbe Stunde in Betrieb gesetzt! Noch augenfälliger ist die Hinfälligkeit alter Projektgrundlagen im Werk Varne, das als erstes seiner Art an der Moldau 1936 in Betrieb kam und heute vornehmlich der Abflussregulierung des Oberwassers von Prag dient.

² siehe auch WEW 1967, S. 405/407



Bild 9
Talsperre Slapy an der Moldau in der CSSR;
Hochwasserentlastung

Bild 10 Kraftwerkskette an der Moldau (Moldau-Kaskade)



EGER, OHRÉ

Im Industriegebiet südlich des Erzgebirges, in Nordböhmen, bedingten der Bedarf und die Verunreinigung von Wasser eine Bewirtschaftung der Flüsse, die seit 1966 bei der Egerverwaltung liegt. Ihr unterstehen in einem Einzugsgebiet von 9 320 km² die Flüsse Eger, Bilina, Ploucnice und Kamenice, die sich alle in die Elbe ergießen. Die Eger entspringt am Schneeberg in Bayern. Ihre Länge beträgt 302 km, wovon 257 km in Böhmen liegen. In ihrem Einzugsgebiet fallen im Mittel 650 mm Niederschläge je Jahr, was als mittleren Zufluss zur Elbe aus der Eger 38 m³/s, der Bilina 5 m³/s und der Ploucnice 9 m³/s ergibt. Weil zur Tertiärzeit das Algonkium in Mittelböhmen eine Depression aufwies, ergeben sich darin Süßwasserablagerungen, die Braunkohle enthalten. Zur Nutzung dieser fossilen Energie entstanden an der Bilina vier Industriebezirke mit thermischen Kraftwerken, chemischer Industrie und einer Häufung der Bevölkerung. Weil Grundwasser fast fehlt, hat der kleine Fluss Trink- und Brauchwasser zu liefern und die Abwasser abzuführen. Seine Belastung ist so gross, dass trotz Kläranlagen ab Most die Qualität seines Wassers sehr schlecht ist. Weniger belastet ist die Eger, und fast unbelastet sind

noch Ploucnice und Kamenice. In den letzten Jahren hat die Eger-Verwaltung eine zentrale Warte geschaffen, zur Regelung der Abflussspeisung bei Wassermangel, der Verwaltung der Trink- und Brauchwasservorräte und des Flutschutzes. Dazu verfügt sie über 18 Speicherbecken und hat drei weitere in Bau gegeben. Das älteste, Mariánské Lázně, dient seit 1898 der Trinkwasserversorgung von Marienbad. Es fasst 0,3 Mio m³. Das grösste, Nechránice, liegt an der Eger. Es fasst 275 Mio m³. Es steht seit 1968 im Betrieb und dient dem Flutschutz, der Niederwasserspeisung, der Abgabe von Industriewasser und der Lieferung von Energiespitzen. Zur Sanierung der Wasserversorgung an der Bilina wurde vom Becken Krimov im Flussgebiet der Eger 1959 ein Aquädukt erstellt. Es wird durch Pumpwerke mit 33 m³/s Trinkwasser gespiesen und führt durch eine Druckleitung von 3,1 km und einen Kanal von 22,4 km Länge in das Industriegebiet von Most.

MARCH, MORAVA

Das Einzugsgebiet der March liegt im Flysch der Karpaten. Die Mergel, Sandsteine und Konglomerate dieser Formation haben eine ungleiche Durchlässigkeit. Sie sind von Ver-



Bild 11
Feisschütttdamm Sance an der Ostranice/
CSSR; Einbau von Kernmaterial und Filter-
schichten

Bild 12

Talsperre und Stausee am Fluss
Lucina bei Zermanice/CSSR



werfungen durchsetzt und bis in die Tiefe verwittert. Das Gelände eignet sich nur für mittelgrosse Becken, und ein Mangel von Betonzuschlagstoffen bedingt in den weiten, von steilen Hängen begrenzten Tälern den Bau von Erd- oder Felsschüttböschungen. Zur Lieferung von Trink- und Brauchwasser sowie als Flutschutz wurde 1912 durch die Bystricka-Mauer ein Becken von 5 Mio m³ geschaffen. Als einzige Betongewichtsmauer kam Zermanice 1957 in Betrieb. Sie steht auf Mergelschiefer mit Teschernitintrusionen. Wegen ungenügender Tragfähigkeit von nur 6 kg/cm² musste die Grundfläche der Mauermonolithe am linken Ufer verbreitert werden. Bei einer Höhe von 37 m ergab sich in der Bettung ein Kriechen der steilstehenden Schichtköpfe, wie bei Hackenwurf am Hang. Es bedurfte der Erdbautechnik, um in diesem Klima und mit vorhandenen Baustoffen zehn weitere Sperrkörper mit Wissen um ihre Sicherheit zu erstellen. Geneigte, unter der oberwasserseitigen Dammböschung liegende Dichtungskerne kamen öfters zur Aus-

führung. Am Moravka-Damm, der 45 m hoch ist, wurde auf der Oberwasserseite eine Decke aus Asphaltbeton aufgetragen. Zur Dichtung seines Baugrundes ergab sich ein Zementverbrauch von 590 kg je Meter Bohrloch. Zur Zeit steht die Sance Sperre vor der Vollendung. Mit 65 m ist sie die höchste, und ihr Becken von 60 Mio m³ ist das grösste in Mähren. Ihre Bettung ist Sandstein mit Mergelzwischenlagen, der fast parallel zur Dammachse streicht und unter 25° nach dem Becken fällt. Ihr Dichtungsschirm soll bis in eine Tiefe von 80 Metern reichen und etwa 150 kg Zement je Meter Dammachse aufnehmen, wobei quer zur Achse verlaufende Klüfte kaum zu bewältigende Wasserverluste zeitigen. Um verwitterte Felspartien zu dichten, wurde unter der Zermanice-Mauer eine Membrane aus Betonpfeilern und im Hang des Moravka-Damms eine ähnliche in übereinanderliegenden Stollen erstellt. Die älteren Sperren wurden nach 30 Betriebsjahren überholt und womöglich den Grundsätzen zeitgemässer Bautechnik angepasst. Die Er-

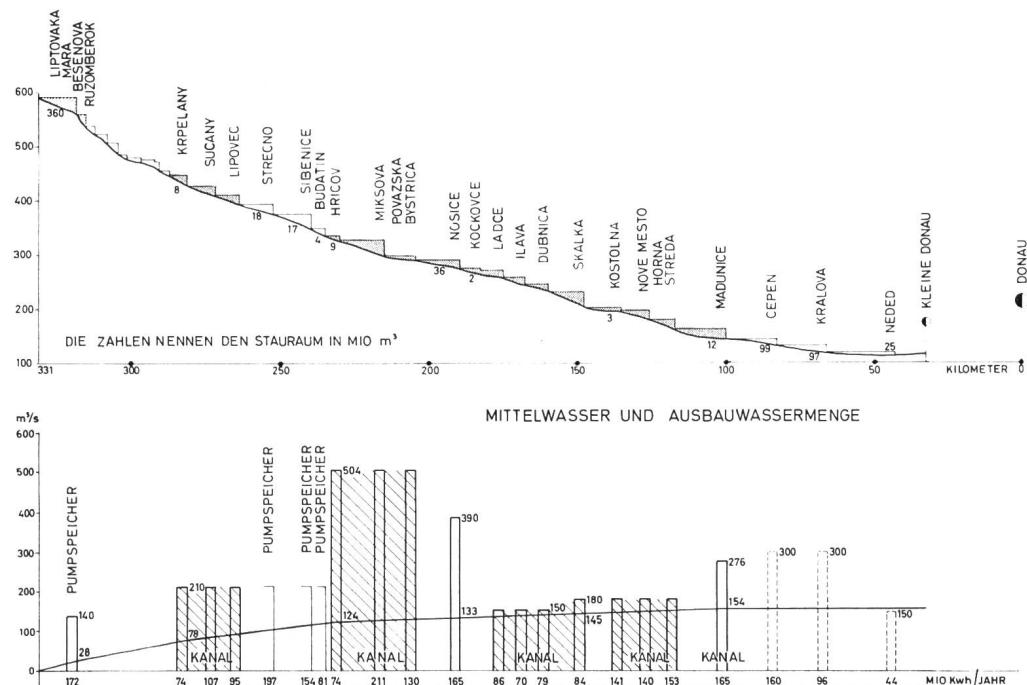


Bild 13
Kraftwerkskette an der
Waag
(Waag-Kaskade)

Bild 14
Krafthaus Nosice an der Waag/CSSR

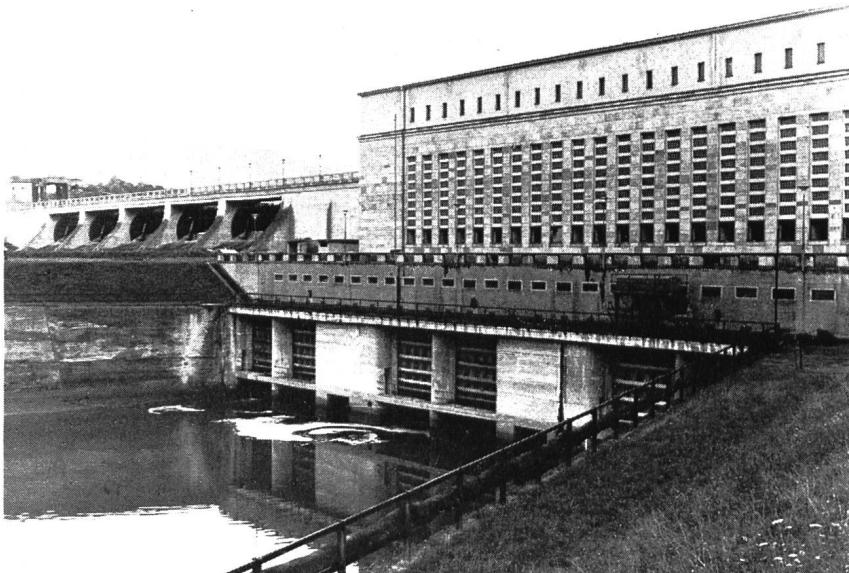


Bild 15
Kanal der Waag unterhalb Nosice



(Sämtliche Photos Aufnahmen des Verfassers)

fahrung lehrt, dass ein Dichtungsschirm die Sickerung und innere Erosion vermindert, Auftrieb aber nicht aufhebt, weshalb hinter jedem Dichtungskörper eine wirksame Entwässerung angebracht wird.

WAAG, VAH

Die Waag entspringt der Tatra, durchfliesst auf 436 km die Slowakei und mündet in die Kleine Donau, einen Arm der Donau. In ihrem Einzugsgebiet von 10 640 km² beträgt der mittlere Niederschlag 900 bis 1 100 mm je Jahr, was im Mittel einen Abfluss von 4,9 km³ je Jahr ergibt. Aus einem sich öffnenden Tal gelangt die Waag in eine weite Ebene. Die Nutzung des Gefälles von 556 m bedingte geologisch Gründungen in Flysch oder Alluvion, hydraulisch die Bewältigung von Abflüssen bis 2 900 m³/s und soziologisch grosse Umsiedlungen. Für die Nutzung dieses wasserreichen Flusses besteht der Plan einer Kaskade von 25 Stufen, von 15 Stufen erstellt sind. Insgesamt sollen eine Mio kW installiert werden mit einer mittleren Jahresarbeit von 2 400 Mio kWh. Das Gelände mit seiner Besiedlung und Industrie bedingte die Anlage von drei Kanälen mit drei bis vier Stufen. Seit dem Bau des Werkes Ladce im Jahre 1936 mit einer installierten Leistung von 16 000 kW bis zur Planung grosser Speicherbecken zeichnen sich drei Phasen wasserbautechnischer Erkenntnis ab. In Ermangelung des Ver-

bundbetriebes wurde bis 1955 die Ausbauwassermenge nur 10 bis 20 Prozent höher gesetzt als die mittlere Abflussmenge. Seither beträgt diese das doppelte und bei Pumpspeicherung das vierfache. Zudem wurden an der Orava, einem Zufluss, das Becken Ustie mit 346 Mio m³ Inhalt und am Oberlauf der Waag das Becken Liptovska Mara mit 360 Mio m³ Inhalt erbaut. Beim Aushub der Kanäle ergaben sich zwei grosse Rutsche, nämlich bei Statovec (km 227), wo sich 0,3 Mio m³ bewegten, und bei Lipovec (km 270), wo 40 Mio m³ auf einer 90 m tiefen Fläche abglitten. Die Gründung der Krafthäuser traf stellenweise gespanntes Grundwasser oder chemisch aggressives Wasser, nämlich in Sucany und Nosice, wo Mineralwasser mit gebundenem und freiem CO₂ auftrat. An den Dammschüttungen bei Krpelany wurde bis zu -10° Kälte gearbeitet, indem das Schüttgut mit 20prozentiger CaCl₂-Lösung, einem Abfallprodukt der Chemischen Betriebe Novaky, getränkt wurde. Die oberen Stufen sind jeweils mit eigenen Rücklaufturbinen für 140 m³/sec. bis 200 m³/sec. ausgerüstet. Später soll die Waag von der Donau auf 280 km Länge bis Zilina auch als Schifffahrtsstrasse für 1 200 Tonnen-Kähne ausgebaut werden.

Adresse des Verfassers:
Eduard Gruner, dipl. Bauingenieur
Nauenstrasse 7, 4000 Basel