Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 44

Artikel: Die Wasserkräfte des adriatischen Karstgebietes Jugoslawiens
Autor: Szavits-Nossan, Stefan
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-64978

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: 02.07.2025

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

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Die Wasserkräfte des adriatischen Karstgebietes Jugoslawiens

DK 621.29

Von **Stefan Szavits-Nossan**, dipl. Ing., G. E. P., Zagreb

Einleitung

Die jugoslawische Adriaküste und ihr Hinterland von Rijeka bis nahe an die albanische Grenze, in einer Luftlinienlänge von rund 550 km, gehört geologisch und hydrologisch zur Karstregion. Der Boden besteht aus zerklüftetem und stellenweise gebanktem Kalkfels, das Niederschlagswasser verschwindet rasch in Spalten, Klüften und unterirdischen Höhlen, um später unter dem Meeresspiegel emporzuquellen. Trotz bedeutender Niederschläge gibt es nur wenige Flussläufe, und diese tragen den ausgesprochenen Charakter von Wildbächen.

Typisch sind die «Dolinen», d. h. trichterförmige Vertiefungen, auf deren Grund sich Schlünde (sog. «Ponori») befinden, durch die das Oberflächenwasser verschwindet. Der Boden ist kahl und unfruchtbar; einstige ausgedehnte Wälder wurden im Laufe der Jahrhunderte durch Mensch und Tier vernichtet. Die typischen topographischen Formen des Karstes verdanken ihr Entstehen dem Auslaugungsprozess durch das kalkarme und kohlendioxydhaltige Regen- und Sickerwasser.

Die wenigen und verhältnismässig kurzen Flussläufe führen ihre grössten Wassermengen hauptsächlich im Winter, während die Wasserführung im Sommer fast Null ist. Diese hydrographische Charakteristik macht die Wasserkräfte des Karstgebietes für den Ausbau deshalb wertvoll, weil der grösste Träger hydraulischer Energie im Norden Jugoslawiens, die Drau, die das Schmelzwasser aus den Alpen mit sich führt, gerade im Sommer die grössten Abflussmengen aufweist, während sie im Winter stark zurückgehen. Durch eine rationelle Verbundwirtschaft beider zeitlich verschobenen Quellen lässt sich ein weitgehender Ausgleich des Energieanfalles innert eines hydrographischen Jahres bewerkstelligen.

Ein weiterer Vorteil der Karstwasserkräfte liegt darin, dass das Wasser mittels Stau- und Akkumulieranlagen in einer verhältnismässig kurzen Entfernung vom Meere auf bedeutenden Höhen gefasst und in Kraftwerken ungefähr auf Meereshöhe verarbeitet werden kann. Durch grosse Staubecken kann praktisch die gesamte jährliche Abflussmenge der ausgebauten Flussläufe ausgenützt werden, so dass zu gegebenen Zeiten grosse Wassermengen mit einem Gefälle von mehreren hundert Metern zur Verfügung stehen.

Ein schwieriges Problem bildet im Karstgebiet die Frage der Abdichtung der Staubecken, da zahlreiche Klüfte und Spalten grosse, unvorhergesehene Wasserverluste verursachen können. Umfassende und auf Jahre sich erstreckende Beobachtungen, Messungen und Versuchsinjektionen gehen den Projekten in jedem einzelnen Falle voran. Meist müssen ausgedehnte Dichtungsschürzen mit bedeutenden Kosten ausgeführt werden. Die grosse Ergiebigkeit der so gewonnenen hydraulischen Energiequellen macht jedoch diese Zusatzkosten bezahlt. Bis jetzt haben sich daraus keine technischen oder wirtschaftlichen Nachteile ergeben.

Die gesamten im Karstgebiet zur Verfügung stehenden und ausbauwürdigen Wasserkräfte übersteigen den Bedarf Jugoslawiens auf weite Sicht, so dass deren Vollausbau in ein europäisches Rahmenprogramm eingefügt werden kann, um zu gegebenen Zeiten überschüssige Winterenergie nach dem Auslande ausführen und nötigenfalls mangelnde Sommerenergie aus dem Alpengebiet einführen zu können, doch sind konkrete Vereinbarungen hierüber noch nicht getroffen worden.

Im folgenden werden die einzelnen, z. T. ausgeführten, z. T. im Bau befindlichen und z. T. erst projektierten Anlagen (Bild 1) einzeln behandelt.

Die Wasserkräfte der Rjecina

Die Rjecina ist ein typischer wildbachartiger Karstfluss, der sich im Stadtgebiet von Rijeka in die Adria ergiesst. Auf einer relativ kurzen Strecke von rund 18 km von der Quelle bis zur Mündung wird ein Höhenunterschied von 325 m bewältigt. Das Flussbett ist in einer öden Karstlandschaft tief eingeschnitten, die sich wildbachartig ergiessende Wassermenge erreicht bei Hochwasser 100 m³/s, um zur Trockenzeit fast auf Null abzusinken. Zwischen den beiden Weltkriegen bildete die Rjecina die Grenze zwischen der damals zu Italien gehörenden Stadt Rijeka (Fiume) und der zu Jugoslawien gehörenden Grenzstadt Sušak, die heute eine einzige Stadtgemeinde bilden.

Die Wasserkräfte der Rjecina sollen in zwei Stufen ausgenützt werden: in der Kraftanlage Valici als oberer Stufe, mit einer installierten Leistung von 10 500 kW und einer Jahresenergieerzeugung von 48 Mio kWh, und in der Kraftanlage Rijeka als unterer Stufe, mit einer installierten Leistung von 36 000 kW und einer Jahresenergieerzeugung von 150 Mio kWh. Für den Bau der unteren Stufe sind die Vorarbeiten im Gange.

Wasserkraftanlage Vinodol (Bild 2)

Diese Anlage nützt die durch den Staudamm Lokvarka auf Kote 770 m ü. M. akkumulierte Wassermenge aus. Die Dammhöhe beträgt 48 m, der Stauinhalt 30 Mio m³. Vom Staubecken führt ein 3463 m langer Druckstollen von 2,50 m Durchmesser zum Maschinenhaus Fuzine, wo eine grösste Wassermenge von 10 m³/s und eine installierte Leistung von 3900 kW bei einem mittleren Gefälle von 43,9 m zur Verfügung stehen.

Das im Maschinenhaus Fuzine ausgenützte Wasser gelangt in das Ausgleichsbecken Bajer auf Kote 717 mit eigenem Einzugsgebiet, das durch eine 8 m hohe Betonmauer abgeschlossen ist und einen Inhalt von 1,2 Mio m³ aufweist. Sollte der Zufluss das Fassungsvermögen des Beckens übersteigen, so wird der Ueberschuss in das Staubecken Lokvarka auf Kote 770 hochgepumpt.

Vom Ausgleichbecken Bajer führt zunächst eine 4915 m lange, in den Boden versenkte Eisenbetonrohrleitung von 2,80 m Durchmesser über die Hochebene von Lic, und daran anschliessend ein Druckstollen von 4162 m Länge und 2,70 m Durchmesser durch das Kobiljak-Gebirge in das auf Kote 683,70 gelegene Wasserschloss. Durch ein 1189 m langes, in einem unter 32° geneigten Schacht verlegtes Druckrohr von 1800/1400 mm Durchmesser gelangt das Wasser in das auf Kote 56,50 gelegene Kavernenkrafthaus Tribalj, das drei Aggregate zu je zwei Peltonturbinen auf horizontaler Welle enthält. Bei einer grössten Wassermenge von 15 m³/s und einem mittleren Gefälle von 658 m beträgt die installierte Leistung 84 000 kW. Das ausgenützte Wasser wird durch das Bett des etwa 7,5 km langen Dubracina-Baches bei Crikvenica ins Meer geleitet.

Die Turbinen des Krafthauses Tribalj wurden von den Ateliers des Charmilles (Genf), die Hauptgeneratoren und Transformatoren von den Ateliers de Sécheron (Genf) und die Nebengeneratoren von Brown, Boveri & Cie (Baden) geliefert. Verschiedene hydromechanische und elektrische Ein-

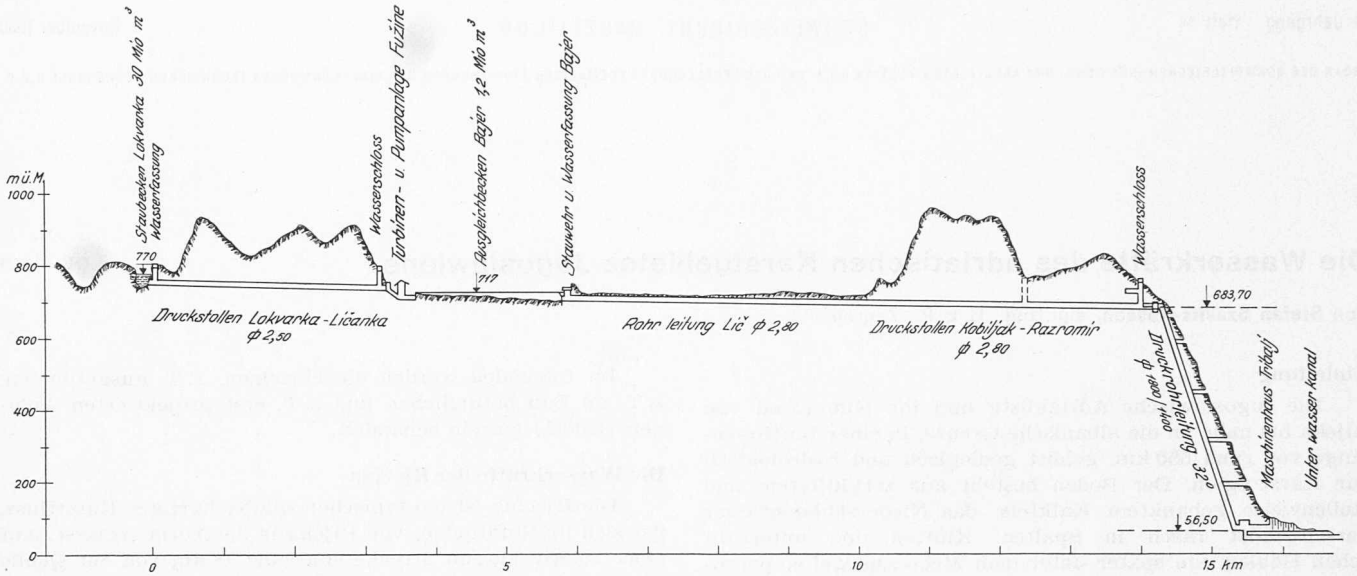


Bild 2. Wasserkraftanlage Vinodol («Nikola Tesla»), Längsprofil

richtungen sind von folgenden Schweizerfirmen hergestellt worden: Ateliers de Vevey, Giovanola (Monthey), Jonneret (Genf), von Roll (Klus), Cables Cortaillod, und Gebrüder Sulzer (Winterthur). Die Druckrohrleitung stammt von der italienischen Firma Acciaieria e tubificio di Brescia. Die Ausrüstung des kleinen Krafthauses Fuzine haben einheimische Firmen besorgt.

Die Bauarbeiten begannen im Jahre 1939, mussten aber während des Krieges eingestellt werden. Nach Kriegsende wurde dann das Werk auf Grund revidierter geologischer Grundlagen und nach neu bearbeiteten Plänen erstellt und konnte 1952 dem Betrieb übergeben werden.

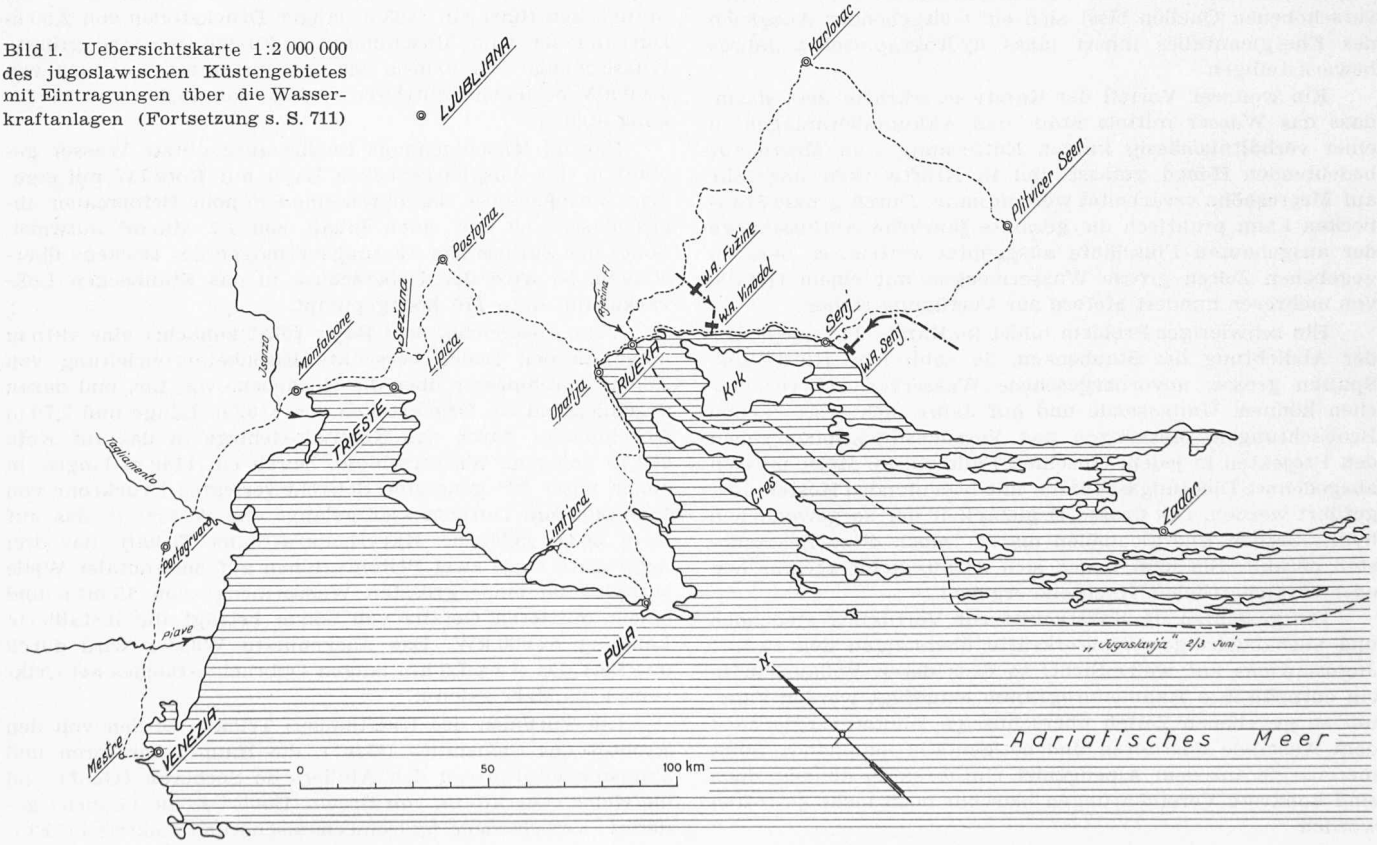
Heute ist das Kraftwerk nach *Nikola Tesla,* dem berühmten Elektrotechniker, benannt, dem Entdecker des magnetischen Drehfeldes und der Kraftübertragung durch Drehstrom, der als Sohn eines armes orthodoxen Dorfpfarrers in der kleinen Ortschaft Smiljan im jugoslawischen Karst am Fusse des Velebitgebirges 1856 geboren wurde, und in jungen Jahren bei Edison gearbeitet hat. Die Energiegestehungskosten erreichen angenähert 6,50 Dinar/kWh.

Wasserkraftanlage Senj

Diese Anlage sieht die Ausnützung der beiden Karstflüsse Lika und Gacka vor, die in durchschnittlich 500 m Meereshöhe hinter dem Velebitgebirge in einer Entfernung von rund 20 km vom Meere, parallel zur Küste dahinfliessen und in Karstschlünden versickern, um sich unter dem Meeresspiegel in die Adria zu ergiessen.

Zunächst wird der Lika-Fluss in einem Engpass zwischen den Anhöhen Veliki Vrh und Vršeljak mittels einer 70 m hohen Kuppelstaumauer auf Kote 554 gestaut und dadurch das Akkumulierbecken Krušcica mit einem Inhalt von 115 Mio m³ erstellt. Anschliessend an die Staumauer kommt das Maschinenhaus Sklope zu stehen, das bei einer ausgenützten Wassermenge von 50 m³/s eine installierte Leistung von rund 26 000 kW erhalten soll.

Bild 1. Uebersichtskarte 1:2 000 000 des jugoslawischen Küstengebietes mit Eintragungen über die Wasserkraftanlagen (Fortsetzung s. S. 711)



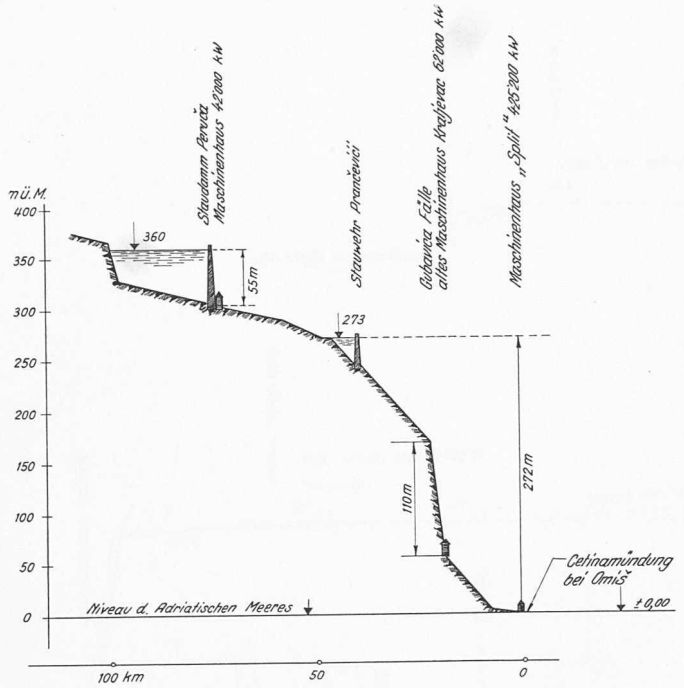


Bild 3. Längsprofil des Cetina-Flusses

Sodann fliesst das Wasser zunächst durch das etwa 18 km lange und teilweise regulierte Bett des Lika-Flusses bis gegen die Ortschaft Selište auf der Karsthochfläche Lipovo Polje, wo eine kleinere Betonstaumauer vorgesehen ist, um dann durch einen rund 10,5 km langen Druckstollen in das Tal des Gacka-Flusses bei Sumecica geleitet zu werden. Nachdem sich die Wassermengen beider Flüsse vereinigt haben, durchlaufen sie zunächst einen 1700 m langen offenen Kanal und daran anschliessend einen 9100 m langen Freispiegelstollen mit einer grössten Durchflussmenge von 60 m³/s, und schliesslich wieder einen 1700 m langen offenen Kanal, um auf der Karsthochebene von Gušic Polje in einen Ausgleichweiher von 1,5 Mio m³ Inhalt zu münden. Aus diesem gelangt das Wasser durch einen 13,42 km langen Druckstollen von 5 m Durchmesser zum Wasserschloss auf Kote 436,5 und von da durch eine unterirdische Druckleitung zur Kavernenzentrale Senj auf Meeresniveau. Bei einem grössten Ausbau von 60 m³/s und einem Gefälle von 436 m ist im Maschinenhaus eine installierte Leistung von 216 000 kW mit einer Jahresenergieerzeugung von 1,1 Mld kWh vorgesehen. Die Vorbereitungsarbeiten für den Baubeginn sind im Gange.

Die ersten Studien zur Ausnützung der Wasserkräfte der Lika und Gacka reichen über 50 Jahre zurück. Mit diesem Problem befassten sich schon Terzaghi (1907-1909), Schenkel (1912) und zuletzt Ludin (1941). Nach dem Kriege wurden nun ganz neue Projekte ausgearbeitet, die sich auf umfassende geologische, hydrologische und energiewirtschaftliche Voruntersuchungen stützten. Nach sorgfältigen Berechnungen sollen die Gestehungskosten 2,20 Dinar/kWh betragen. Laut Bauprogramm werden die ersten zwei Aggregate der Hauptstufe Senj je 72 000 kW leisten. Das kleinere Maschinenhaus Sklope an der Krušcicasperre soll 1964, und das dritte Aggregat der Hauptstufe von ebenfalls 72 000 kW im Jahre 1965 in Betrieb gesetzt werden.

Die Wasserkräfte der Krka

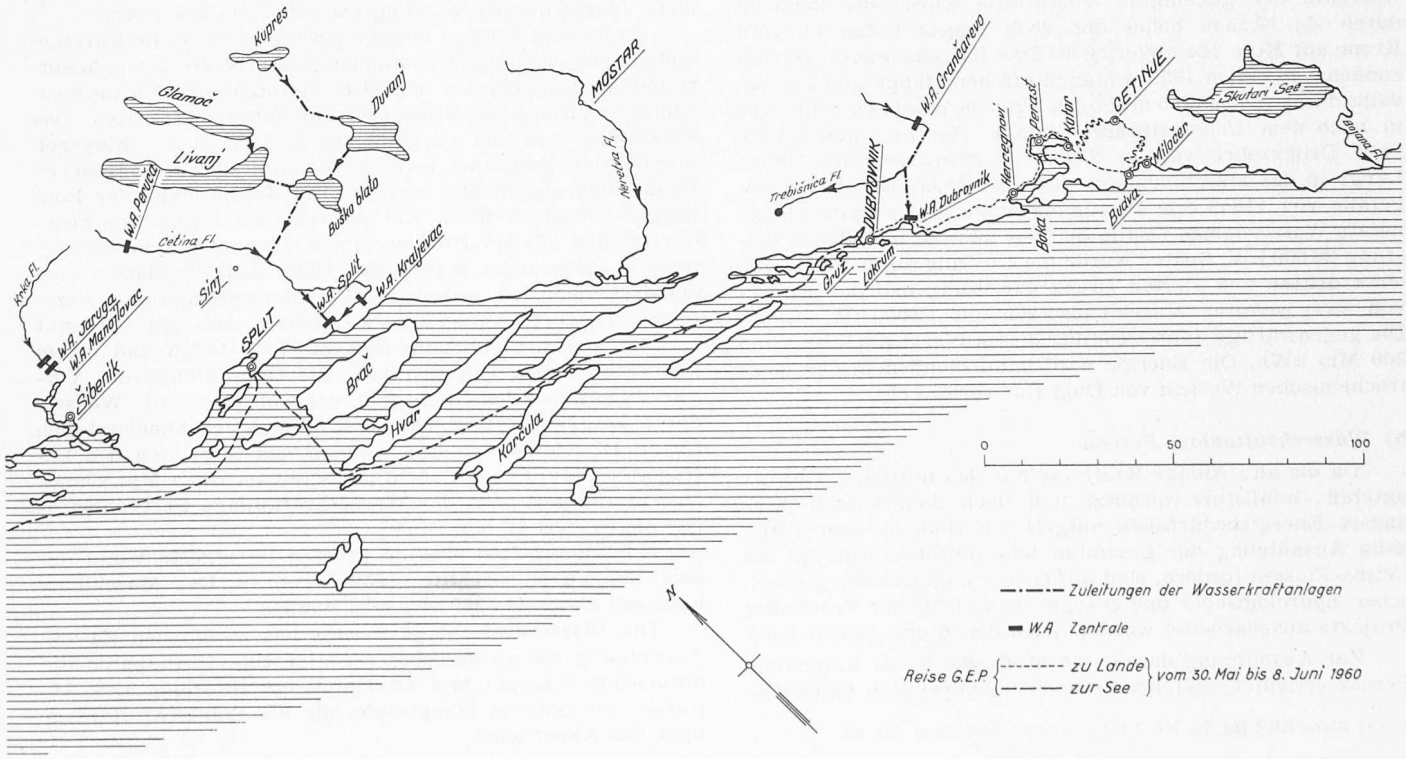
Der Krka-Fluss, der bei Knin entspringt und in der engen Bucht von Sibenik in das Meer mündet, war der erste Wasserlauf des adriatischen Karstes Jugoslawiens, dessen Wasserkräfte ausgenützt wurden. Bereits 1903 sind die Wasserkraftanlagen Manojlovac und Jaruga mit insgesamt rund 23 500 kW in Betrieb gekommen und liefern Strom für die grossen elektrochemischen Werke in Sibenik[1]). Heute sind diese Anlagen bereits veraltet, und es sind Studien im Gange für eine rationellere Ausnützung des Krka-Flusses in modernen Anlagen. Die obere Stufe bei Manojlovac wurde renoviert, während der Umbau der unteren Jaruga-Stufe, welche die Wasserfälle des Krka-Flusses ausnützt, neu geplant wird. Hierfür haben sich vom Standpunkt des Naturschutzes erhebliche Schwierigkeiten ergeben.

Die Wasserkräfte der Cetina (Bild 3)

a) Wasserkraftanlage Kraljevac

Das Rückgrat der hydroelektrischen Energieerzeugung Dalmatiens bildet der Cetina-Fluss. Auf einer Länge von ungefähr 105 km von der Quelle bis zum Meere steht ein Bruttogefälle von rund 380 m zur Verfügung. Dieses lässt sich wirtschaftlich in eine obere Stufe von rund 55 m und in eine untere oder Hauptstufe von rund 270 m unterteilen.

1) Siehe SBZ Bd. 76, Nr. 1, 2, 3 und 4 (3., 10., 17. und 24. Juli 1920).



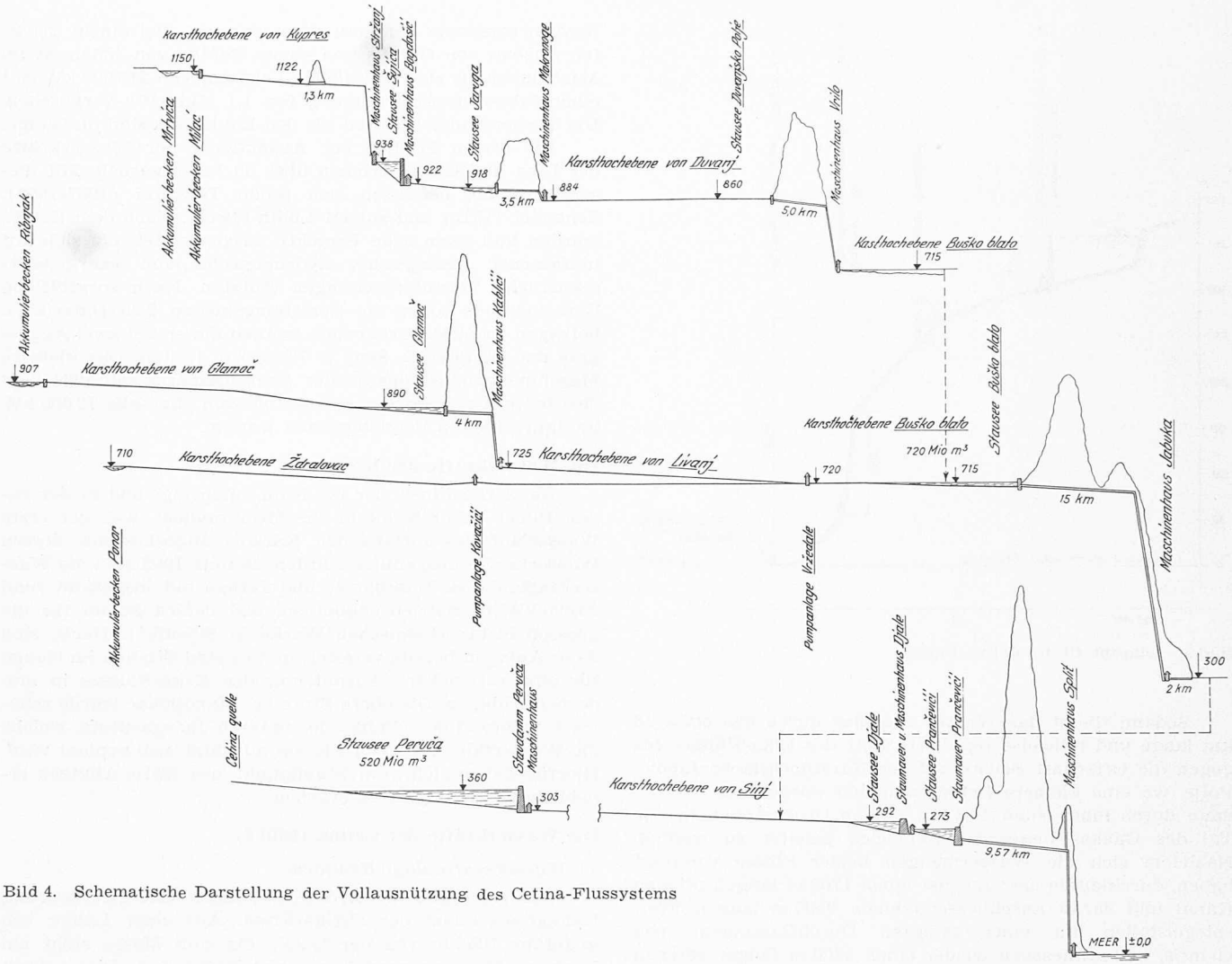


Bild 4. Schematische Darstellung der Vollausnützung des Cetina-Flussystems

Ein Teilstück der unteren Stufe, d. h. die Wasserfälle Gubavica in der Cetina-Schlucht, wurde bereits vor dem Ersten Weltkrieg in der Anlage Kraljevac bei Omis ausgenützt. Die ersten Studien hierfür stammten von Ing. Ch. de Haller aus Genf (1906), die Bauarbeiten wurden 1908/1912 unter der Oberleitung von Ing. Paul Zigerli ausgeführt [2]). Oberhalb der genannten Wasserfälle wurde die Schlucht durch ein 12,55 m hohes und 25 m langes Betonwehr mit Krone auf Kote 164 abgeriegelt. Das Betriebswasser gelangt zunächst in einem 195 m langen offenen Hangkanal und sodann durch einen 1265 m langen Freispiegelstollen 5,50×5,50 m nach dem Ueberfallwasserschloss. Von hier aus führen zwei Druckrohre von je 2,30 m Durchmesser und 190 m Länge in das Maschinenhaus auf Kote 58,50, wo ein Bruttogefälle von 110 m zur Verfügung steht. Die grösste ausgenützte Wassermenge betrug 30 m³/s und die installierte Leistung 26 000 kW. Später wurde die Leistung durch das Legen einer dritten und vierten Druckrohrleitung und den Einbau von zwei weiteren Maschinensätzen auf 62 000 kW erhöht. Die gegenwärtige Jahresleistung dieses Werkes beträgt rund 300 Mio kWh. Die Energie wird hauptsächlich in den elektrochemischen Werken von Dugi Rat verbraucht.

b) Wasserkraftanlage Peruca

Da die alte Anlage Kraljevac nur den mittleren Teil der unteren Gefällstufe ausnützt und nach dem Kriege ganz andere Energiebedürfnisse aufgetreten sind, die eine rationelle Ausnützung der gesamten hydraulischen Energie des Cetina-Flusses fordern, sind auf Grund umfassender geologischer, hydrologischer und energiewirtschaftlicher Vorstudien Projekte ausgearbeitet worden, nach denen nun gebaut wird.

Zur Ausnützung der oberen Stufe wurde der Staudamm Peruca errichtet, bestehend aus einer hydraulisch geschütteten Steinblockmasse und einem relativ dünnen Dichtungskern aus Lehm. Die Höhe des Dammes beträgt 63 m, die Staukote 360 m ü. M., der Damminhalt 800 000 m³ und der Stauinhalt 520 Mio m³. An den Staudamm schliesst unmittelbar das Maschinenhaus an mit einer nutzbaren Wassermenge von 120 m³/s, einer installierten Leistung von 42 000 kW und einer Jahresenergieerzeugung von rund 200 Mio kWh.

Da das Staubecken und die gesamte Anlage im Karstgebiete liegen, wo unter Umständen grosse Wasserverluste auftreten können, wurden zunächst umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt, die sich auf Jahre erstreckten. Das Staubecken hat sich als genügend dicht erwiesen, hingegen musste der Baugrund beim Staudamm durch umfassende Injektionen abgedichtet werden. Die Gesamtlänge der Bohrungen betrug 14 000 m; zur Dichtung des Dammuntergrundes wurden 165 000 Drillbohrungen ausgeführt; die Entfernung der Bohrungen betrug 4 m. Unter dem Staudamm wurden drei, unter den beidseitigen Flanken zwei und weiter entfernt eine Dichtungsschürze ausgeführt. Das Injektionsgut bestand aus 30% Portland-Zement, 70% Lehm und einem kleinerem Zusatz von Bentonit. Die Gesamtlänge der Versuchsinjektionen betrug 2000 m, der Bohrlöcher für Wasserdurchlässigkeitsmessungen 10 000 m und der Sondierstollen 350 m. Die Baukosten des Staudammes erreichten den Betrag von 2 Mld und der Dichtungsschürzen von 4 Mld. Dinar. Die Gesamtbaukosten der Wasserkraftanlage Peruca betragen angenähert 12 Mld Dinar.

Die Bauarbeiten sind im grossen fertiggestellt und mit dem Einstau wurde Mitte 1959 begonnen. Das Maschinenhaus soll bis Ende 1960 vollendet werden.

Die Wasserkraftanlage Peruca hat zweifachen Zweck: Ausnützung der an der oberen Cetinastufe verfügbaren hydraulischen Energie und zweckmässige Regelung des Abflusses zur unteren Hauptstufe, die als Wasserkraftanlage Split bezeichnet wird.

[2]) Siehe SBZ Bd. 76, Nr. 1 bis 4, und 74. Jahrgang, Nr. 47.

c) Wasserkraftanlage Split

Die Cetina wird zu Beginn der unteren Stufe beim Orte Prancevici durch ein 23,5 m hohes und 150 m langes Betonwehr gefasst und auf Kote 273 gestaut. Der Inhalt des Staubeckens beträgt 6,8 Mio m³. Zwei parallele Druckstollen von je 9570 m Länge, 7,00 m Durchmesser und 45 m Axdistanz leiten das Wasser durch ein System von Wasserschlössern zur Apparatenkammer, aus der in 15 m Axdistanz vier vertikal stehende Druckschächte mit einer Höhe von je 227 m ausmünden. Die Schächte enthalten einbetonierte Stahlrohre von 4,50 m Durchmesser, die an das Kavernen-Maschinenhaus anschliessen. Dieses enthält vier Francisturbinen mit vertikalen Wellen, die auf Kote — 1,50 liegen. Das Maschinenhaus, das in einer kompakten Breccie ausgesprengt werden soll, wird eine Länge von 102 m, eine Breite von 18,5 m und eine Höhe von 37 m erhalten. Bei einem mittleren Bruttogefälle von 270 m und einer ausgenützten Wassermenge von 100 m³/s wird die installierte Leistung 212 600 kW und die nutzbare Jahresarbeit 1,5 Mld kWh betragen. Der Unterwasserkanal liegt 287 m im Stollen und 700 m im Freien und leitet das Wasser in das Cetina-Flussbett zurück, nahe dessen Mündung in das Meer bei Omiš. Die gesamten Baukosten dieser ersten Etappe wurden mit 17 Mld und die Gestehungskosten einer kWh zu 1,20 Dinar errechnet. Auch für diese Anlage sind umfangreiche Dichtungsinjektionen vorgesehen, so für das Wehr in einer Gesamtlänge von 12 500 m und für das Staubecken von 9200 m.

In absehbarer Zukunft ist eine Erweiterung der Anlage auf das Doppelte vorgesehen; die maximal ausgenützte Wassermenge wird auf 200 m³/s, die installierte Leistung auf 425 200 kW und die nutzbare Jahresproduktion auf rund 2 Mld kWh erhöht. Die Gestehungskosten einer kWh wurden für diesen Fall (Etappe II) auf Dinar 1,30 berechnet. Die Dispositionen sind so getroffen, dass der Ausbau der zweiten Etappe ohne Störung des Betriebes der bis dahin bereits ausgebauten ersten Etappe wird vor sich gehen können. Im ersten Ausbau wird die veraltete Anlage Kraljevac noch im Betrieb bleiben können, nach Vollendung der zweiten Etappe muss sie jedoch stillgelegt werden.

Der Durchschlag des 9570 m langen Druckstollens der Wasserkraftanlage Split wurde am 30. April feierlich begangen. Der Tagesfortschritt bei Vollausbruch betrug 8 bis 10 m, ausnahmsweise bis 11,5 m.

In absehbarer Zukunft ist eine Ausweitung des hydroenergetischen Systems des Cetina-Flusses dadurch vorgesehen, dass die Gewässer einiger im südwestlichen Teil des benachbarten Bosniens gelegenen und zum Einzugsgebiet der Cetina gehörigen Karsthochebenen, die in Höhenlagen zwischen 700 und 1150 m ü. M. liegen, und wo zur Winterzeit gewaltige Niederschlagsmengen akkumuliert werden können, in besonderen Kraftwerken zur Energieerzeugung herangezogen werden sollen (Bild 4). Es handelt sich dabei um folgende Karsthochebenen bzw. Staukoten: Kupres (1150 m ü. M.), Sujica (938), Jaruga (918), Ribnjak (907), Glamoc (890), Duvanj (860), Buško Blato (715) und Ponor (710). Dadurch würde sich die totale jährliche Energieerzeugung des gesamten zum Cetina-Fluss gehörenden Systems auf rund 3,5 Mld kWh erhöhen. Für die Wasserkraftanlage Jabuka sind eingehende Studien bereits im Gange.

Die Wasserkräfte der Trebišnjica

Die Trebišnjica ist ein typischer Karstfluss, der in der südlichen Hercegovina bei Bilece entspringt, nach einem zunächst gegen Süden gerichteten Lauf bei Grancarevo nach Nordwesten ablenkt und am Fusse des Vjeternik-Gebirges versickert.

Der Fluss wird zunächst im Engpass bei der Ortschaft Grancarevo durch eine 107 m hohe Kuppelstaumauer abgeriegelt und auf Kote 450 gestaut. Das so gewonnene Staubecken Miruša wird einen Inhalt von 1,28 Mld m³ aufweisen. Angeschlossen an die Staumauer ist das Maschinenhaus Grancarevo, das bei einer grössten ausgenützten Wassermenge von 210 m³/s und einem mittleren Druckgefälle von 83 m eine installierte Leistung von 160 000 kW bei einer Jahresenergieerzeugung von 495 Mio kWh aufweisen wird.

Ungefähr 13 km flussabwärts der Anlage Grancarevo ist die 20,5 m hohe Schwergewichtsmauer Gorica vorgesehen, mit einer Staukote 295 und einem Akkumulierbecken für Tagesausgleich von 9,3 Mio m³ Inhalt.

Zwei parallele Druckstollen von je 16,6 km Länge und 6 m Durchmesser mit je einem besonderen Wasserschloss leiten das Wasser zur Apparatenkammer, aus der vier vertikale, in den Fels einbetonierte Druckrohre von 4,1/3,1 m Durchmesser das Wasser von 247 m Höhe zur Kavernenzentrale Dubrovnik führen, die etwas nördlich von Cavtat unweit Dubrovnik auf Meereshorizont zu liegen kommen wird. Bei der Ueberquerung der Hochebene Mokro Polje zwischen dem Akkumulierbecken Gorica und dem Wasserschloss kommen beide Druckstollen auf eine Länge von 1200 m an den Tag und werden hier als halbversenkte Rohrleitungen ausgeführt.

Bei einer grössten Wassermenge von 180 m³/s und einer mittleren Druckhöhe von 272 m wird die installierte Leistung 416 000 kW und die Jahresenergieproduktion 2 Mld kWh betragen. Aus dem Maschinenhaus erreicht das Wasser mittels eines 500 m langen Stollens das Meer.

Die gesamte Energieproduktion beider Stufen wird bei Vollausbau mit einer installierten Gesamtleistung von 576 600 kW und einem mittleren Gesamtnettogefälle von 355 m den Betrag von 2,5 Mld kWh erreichen.

Der Ausbau ist in zwei Etappen vorgesehen, mit einer Bauzeit von insgesamt fünf Jahren und mit einem Gesamtkostenbetrag von rund 30 Mld Dinar. Die Bauarbeiten zur Erstellung dieser bedeutenden Wasserkraftanlage sind bereits im Gange.

Adresse des Verfassers: *St. Szavits-Nossan,* dipl. Ing., Ulica 8. maja No. 43, Zagreb I, Jugoslawien.

Einige Sonderheiten der Einstellgarage für das Henry-Ford-Spital in Detroit, Michigan

Mitgeteilt von **Arthur Tennenbaum,** dipl. Ing. S. I. A., Detroit, Mich.

DK 725.381

Das Henry-Ford-Spital in Detroit, Mich., ist ein Privat-Spital für über 1000 Krankenbetten und eine permanente Belegschaft von 450 Aerzten und Assistenten sowie 1900 Krankenschwestern und Hilfspersonal. Es unterhält verschiedene Forschungslaboratorien. Erst vor einigen Jahren wurde durch Errichtung eines 20stöckigen, modernen Aufbaues eine Erweiterung dieser Anlage vorgenommen. Das zugehörige, unlängst fertiggestellte Garage-Gebäude weist einige in man-

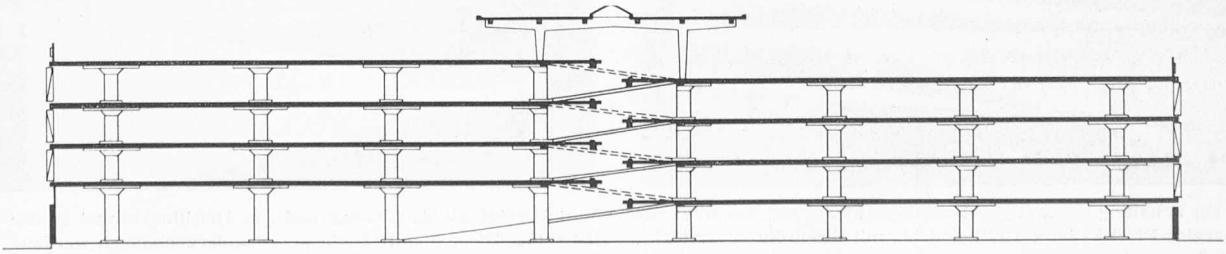


Bild 1. Querschnitt Nord-Süd, Masstab 1:500