L'AMÉNAGEMENT ÉNERGÉTIQUE DU DANUBE ALLEMAND

PAR
L. STEINHAUSER *

Sur le territoire de l'Allemagne Fédérale, le Danube se transforme progressivement à partir d'un petit ruisseau de moyenne montagne, jusqu'à devenir un fleuve écoulant, à l'aval de Passau, un débit en moyennes eaux comparable à celui du Rhin au droit de Ludwigshafen. La figure 2 montre les débits moyens du Danube et de ses affluents principaux, relevés sur une période de plusieurs années; on y voit que les apports moyens annuels des affluents sont, dans deux cas (au confluent de l'Iller à l'amont de la ville d'Ulm, et à celui de l'Inn à Passau) plus importants que le débit du Danube lui-même.

La répartition des débits du Danube suivant les saisons est indiquée sur la figure 3, qui montre, pour différents endroits le long du cours, les débits moyens mensuels, relevés sur une période de plusieurs années, et comparés aux valeurs moyennes annuelles correspondantes. On reconnaît, dans la partie supérieure du cours (limnimètre de Berg), la caractéristique d'un cours d'eau de moyenne montagne, dont les débits importants s'écoulent surtout en hiver, avec une pointe très nette au mois de mars. Le débit de l'Iller est un apport alpin qui, en augmentant les débits du Danube en été et en automne, compense la pointe printanière (limnimètre de Günzburg). Il en résulte une répartition très favorable suivant les saisons, et unique parmi les cours d'eau de l'Allemagne méridionale.

Plus loin à l'aval, et jusqu'à Passau, le Danube compte, le long de ses deux rives, de nombreux affluents dont la plupart arrivent du sud. Le Lech, de provenance alpine, présente des débits importants en été, mais ils sont compensés dans une certaine mesure par le réservoir de Forggensee, et

par les apports du Wertach, à l'amont de son confluent avec le Danube. Les débits de l'Isar sont également plus réguliers que ceux des autres rivières alpines, grâce aux réservoirs de Walchensee et de Sylvenstein, aux lacs Starnberg et Ammer, et aux apports d'autres affluents. C'est ainsi que la répartition favorable des débits suivant les saisons est non seulement préservée dans les parties du cours du Danube plus à l'aval, mais même légèrement améliorée (limnimètre de Hofkirchen).

Le caractère du fleuve ne se modifie qu'à Passau, où l'Inn apporte un contingent où prédomine le caractère alpin, présentant une pointe au mois de juin, et un régime d'étiage pendant les mois d'hiver (centrale de Jochenstein). L'Inn présente également l'avantage que ses débits varient relativement peu d'une année à l'autre, parce qu'il est alimenté par des glaciers alpins. Par conséquent, le régime des débits du Danube allemand se prête mieux à la production hydro-électrique que celui de tout autre fleuve de l'Allemagne du Sud.

La pente du fleuve est, par contre, moins favorable. Le parcours, long de 167 km, entre le limnimètre de Tuttlingen, dans le Jura souabe, et le confluent de l'Iller, présente encore une pente moyenne de 1,06 ‰, mais celle-ci tombe à 0,8 ‰ entre Ulm et Ingolstadt (128 km), et à 0,46 ‰ entre Ingolstadt et Regensburg (82 km). La plus faible pente se situe sur le parcours, long de 119 km, entre Regensburg et le limnimètre de Hofkirchen (à l'aval du confluent de l'Isar), où elle n'atteint plus que 0,21 ‰. Elle se raidit ensuite à 0,45 ‰ entre Hofkirchen et la frontière autrichienne à Jochenstein (54 km). C'est pour cette raison que l'exploitation systématique du cours n'a commencé que relativement tard. Avant 1950, il ne fut construit que des centrales ou des groupes de centrales de faible puissance, en quelques endroits où les

* Ingénieur diplômé à la Société par actions Rhin-Main-Danube à Munich.

1/ Les centrales hydroélectriques du Danube.

Die Kraftstufen an der Donau.

TABLEAU DES CENTRALES (TABELLE DER KRAFTSTUFEN)

1. Friedlingen *.	11. Offingen **.	21. Bergheim.
2. Riedlingen *.	12. Gundelfingen.	22. Ingolstadt.
3. Munderkingen *.	13. Faimingen.	23. Grossmehring.
4. Oepflingen *.	14. Dillingen.	24. Wackerstein.
5. Donaustetten *.	15. Höchststadt.	25. Eining.
6. Wiblingen *.	16. Tappheim.	26. Kelheim.
7. Böfinger Halde *.	17. Donauwörth.	27. Poikam.
8. Oberelchingen *.	18. Lechsend.	28. Pfaffenstein.
9. Leipheim *.	19. Bertoldsheim.	29. Frengkofen.
10. Günzburg *.	20. Bittenbrunn.	30. Kachlet *.
		31. Jochenstein (Grenzkraftwerk) *.
		(Centrale sur la frontière).

* Centrales en exploitation (Kraftwerke im Betrieb).
 ** Centrales en construction (Kraftwerke im Bau).

3/ Répartition saisonnière des débits du Danube.
Jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse. 4/ Vieux bateau-moulin sur le Danube, près de Neuburg, en service jusqu'en 1942; au moyen d'un arbre à cardan, il actionna un moulin se trouvant sur la terre ferme, et plus tard un générateur électrique.
Alte Schiffsmühle in der Donau bei Neuburg, in Betrieb bis 1942. Durch eine Kardanwelle wurde eine an Land befindliche Mühle, später ein Generator angetrieben.2/ Les débits moyens du Danube allemand.
Die mittleren Abflusswerte der Donau.

conditions locales rendaient judicieux de tels aménagements.

Centrales à l'amont d'Ulm.

La première centrale équipée de turbines hydrauliques fut construite en 1891 à *Algershofen*, à l'aval du confluent de la Lauchert. Elle a été remplacée en 1926 par la centrale de *Munderkingen*, présentant un débit équipé de 25 m³/s, une chute nominale de 2,33 m, une puissance de 0,433 MW, et une productivité moyenne annuelle de 2,7 GWh. Plus à l'amont, on a construit la centrale de *Fridingen* pendant les années 1919 à 1923 (1,47 MW; 4,9 GWh) et celle de *Riedlingen* en 1925-1926 (0,14 MW; 0,95 GWh). Ces trois centrales appartiennent aujourd'hui à la société « Energie-Versorgung Schwaben AG », de Stuttgart.

L'usine de *Wiblingen* a été mise en exploitation par la régie municipale de la ville d'Ulm en 1907, c'est-à-dire avant l'achèvement du précédent groupe de trois centrales. Cette installation comporte quatre turbines Francis à axe vertical, entraînant quatre alternateurs triphasés par l'intermédiaire de trains de pignons coniques. La régie d'Ulm a aménagé, par la suite, deux chutes complémentaires sur le parcours, long de 20 km, à l'amont de Wiblingen : l'une à *Oepfingen* (en 1923), et l'autre à *Donaustetten* (en 1926). Les caractéristiques principales de ce groupe de centrales sont les suivantes :

NOM	DÉBIT ÉQUIPÉ (m ³ /s)	CHUTE ÉQUIPÉE (m)	PUISSANCE ÉQUIPÉE (MW)	PRODUCTI- VITÉ ANNUELLE MOYENNE (GWh)
Öpfingen. . .	60	5,5	2,1	8,2
Donaustetten. .	80	7,8	4,5	16,4
Wiblingen. . .	44	3,7	1,2	6,4
<i>Total.</i>			7,8	31,0

Toutes ces centrales sont implantées sur des canaux latéraux comportant des réservoirs artificiels, et permettant le fonctionnement avec stockage quotidien. On envisage de remplacer dans quelques années l'usine de Wiblingen, devenue désuète, par une centrale en rivière dont le débit équipé sera du même ordre que celui de l'aménagement de Donaustetten.

La centrale de Kachlet.

Cette première grande centrale au fil de l'eau du Danube, située à 3,5 km à l'amont de la ville de Passau, a été réalisée à la même époque que le groupe de centrales à l'amont d'Ulm.

Cet aménagement a été réalisé pour répondre au besoin d'assurer la navigation dans de bonnes conditions sur l'ensemble des 20 km du parcours rocheux et fissuré dit « du Kachlet » ; il remplissait ce rôle en créant une retenue surélevant le plan d'eau d'environ 8 m et pouvant également servir à la production d'énergie hydroélectrique.

La société « Rhein-Main-Donau AG », fondée en 1921, établit les plans d'exécution du projet et passa à l'exécution dans l'été 1922. Malgré des difficultés

5/ Vue aérienne prise de l'aval de la centrale de Kachlet.
Das Kachletwerk, von der Unterwasserseite aus gesehen (Luftbild).

6/ Centrale de Donaustetten en amont d'Ulm.
Kraftwerk Donaustetten oberhalb von Ulm.

dues aux dévaluations successives de la monnaie allemande à l'époque, les travaux purent être terminés dès le début de l'année 1928.

L'ensemble de l'ouvrage présente une largeur de 220 m (fig. 6), et comporte six pertuis de barrage déversant, une usine avec huit groupes, et une écluse double. Comme la turbine Kaplan se trouvait encore au tout premier stade de son évolution en 1922, le choix des groupes s'est porté sur huit turbines-hélice à axe vertical, chacune entraînant directement un alternateur triphasé. Cet ouvrage était à l'époque, et le resta encore longtemps après, une des plus grandes usines hydroélectriques d'Allemagne. Ses caractéristiques techniques étaient les suivantes :

Bassin versant.....	49 617	km ²
Débit équipé.....	700	m ³ /s
Chute équipée.....	7,65	m
Puissance équipée.....	42	MW
Productivité moyenne annuelle (dont 48,5 % pendant les six mois de l'hiver).....	262	GWh
Diamètre des roues des turbines.	4,6	m
Vitesse.....	75	tr/mn
Diamètre des rotors des alterna- teurs.....	7,1	m
Puissance unitaire des alterna- teurs.....	8,5	MVA
Tension des alternateurs.....	6,3	kV

Les possibilités d'une modernisation poussée de cette installation ont été étudiées lors des travaux de remise en état qui ont été jugés utiles après une période de fonctionnement de trente-trois ans [10]. On savait que la meilleure disposition pour les conditions données devait comporter seulement trois ou quatre groupes Kaplan de grandes dimensions, mais une telle modification aurait nécessité la transformation de l'ensemble de l'ouvrage, ce qui aurait été extrêmement onéreux. Il se présentait, par contre, la possibilité de remplacer les roues des huit turbines-hélice par des roues à pales mobiles, installées dans les puits existants, et ainsi d'obtenir des turbines Kaplan avec un rendement et une capacité de débit plus élevés. Quelques modifications mécaniques complémentaires étaient également nécessaires, en particulier l'adjonction d'un élément d'arbre intermédiaire contenant le servomoteur de réglage des pales, et un nouveau rotor d'alternateur, à la fois adapté à la vitesse d'emballement plus élevée de la turbine Kaplan et améliorant le rendement de l'alternateur. Les ouvrages de génie civil pouvaient, par contre, rester tels quels.

Les travaux de transformation ont commencé en 1961; on a prévu de remplacer les groupes deux à la fois, chaque changement étant effectué pendant la période d'étiage du fleuve au deuxième semestre de l'année. Les résultats obtenus ont dépassé les prévisions du projet : à l'achèvement des travaux, en 1964, l'installation présentera un débit équipé de 1 080 m³/s, une puissance de 54 MW, et une productivité moyenne annuelle de 308 GWh, soit un accroissement de 18 %.

L'aménagement de Kachlet est resté pendant vingt-six ans le seul sur le Danube présentant une certaine importance, non seulement en Allemagne, mais également en Europe. Ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale que la décision fut prise

de construire de nouvelles centrales hydroélectriques sur ce fleuve.

L'aménagement hydroélectrique de Jochenstein.

A la reprise de ses activités de construction, la société « Rhein-Main-Donau AG » s'est occupée non seulement des aménagements hydroélectriques sur le Main, mais s'est également intéressée au projet d'une puissante centrale à Jochenstein en aval de l'embouchure de l'Inn, dont il avait déjà été question antérieurement. Au barrage même, et le long d'une grande partie de la retenue, la rive gauche du Danube est en Allemagne, et la rive droite en Autriche. A la suite d'un accord convenu avec la société « Österreichische Elektrizitätswirtschaft AG (ÖVG) », le projet définitif a été mis au point par un bureau d'études conjoint. Par une convention signée en 1952 par les gouvernements de la République Fédérale Allemande, de l'Etat Libre de Bavière, et de la République Fédérale Autrichienne, fut fondée la société *Donaukraftwerk Jochenstein AG*, à Passau, à laquelle la ÖVG et la RMD participent chacune à raison de 50 %.

Un aspect intéressant de cet aménagement est le tracé en plan de l'usine et du barrage, qui n'est pas rectiligne, mais légèrement incurvé, et convexe vers l'amont, avec un rayon de 1 500 m (fig. 7). Cette disposition a été adoptée, parce que des essais sur modèle réduit à l'Institut Technique (Technische Hochschule) de Graz avaient montré qu'elle permettait d'assurer, pour le profil correspondant du lit du fleuve, les meilleures conditions d'écoulement à l'entrée des turbines, et pour le passage des crues.

Le barrage comporte six pertuis équipés de vannes doubles cloisonnées à crochet pouvant évacuer, avec les écluses, un débit de crue exceptionnel de 11 000 m³/s. Le plus fort débit de crue enregistré jusqu'à présent (qui, d'ailleurs, s'est malheureusement produit pendant la construction des ouvrages en 1954) a atteint 9 600 m³/s.

La centrale, construite en forme de hall, comporte cinq groupes. Les écluses, de mêmes dimensions que celles de l'aménagement de Kachlet, s'y raccordent en rive gauche. La longueur de l'ensemble des ouvrages en travers du fleuve atteint 400 m. Les caractéristiques techniques de l'aménagement sont les suivantes :

Superficie du bassin versant....	77 025	km ²
Débit équipé.....	2 000	m ³ /s
Chute équipée.....	8,75	m
Puissance équipée.....	142	MW
Productivité moyenne annuelle.	940	GWh
Quantum de la productivité cor- respondant aux six mois de l'hiver.....	44	%

GROUPES ET TRANSFORMATEURS :

- 5 turbines Kaplan, puissance unitaire 29 kW, vitesse 65,5 tr/mn, diamètre de roue 7,4 m;
- 5 alternateurs triphasés, fournissant chacun 35 kVA, 95 kV, diamètre du rotor 10 m, excitation par ensembles de convertisseurs séparés;
- 5 transformateurs de 35 kVA, 9,5/220 kV chacun, connectés en bloc aux alternateurs.

L'étroite collaboration entre l'Allemagne et l'Autriche, grâce à laquelle il a été possible de réaliser cette centrale située à la frontière séparant les deux

7/ Aménagement de Jochenstein, plan d'implantation.
Donaukraftwerk Jochenstein, Lageplan.

8/ Aménagement de Jochenstein, coupe verticale à travers la centrale.
Donaukraftwerk Jocheinstein, Schnitt durch das Maschinenhaus.

9/ Centrale de Jochenstein, vue aval prise de la rive autrichienne.

Donaukraftwerk Jochenstein, Ansicht der Unterwasserseite vom österreichischen Ufer aus.

10/ Vue intérieure de la centrale de Jochenstein.

Donaukraftwerk Jochenstein. Innenansicht.

pays, a également conduit à une solution commune pratique du problème de la transmission de l'énergie produite. Une ligne double de 220 kV, d'environ 60 km de long, dont une moitié appartient à la Bayernwerk AG, et l'autre à l'Oesterreichische Elektrizitätswirtschaft AG, transporte cette énergie, en passant tantôt sur le territoire autrichien, tantôt sur le territoire allemand, jusqu'au poste de transformation de St.-Peter-am-Inn, près de la ville de Braunau, d'où elle est répartie entre l'Autriche et l'Allemagne.

Les premiers travaux de construction de l'aménagement de Jochenstein ont été entrepris pendant l'automne de l'année 1952. Les deux premiers groupes ont déjà pu être mis en service vingt-huit mois plus tard; le cinquième et dernier groupe est entré en fonctionnement le 20 août 1956, soit au bout d'une période de construction de quarante-trois mois seulement.

On envisage également l'aménagement d'une usine de pompage d'accumulation pour Jochenstein, pour laquelle la retenue servirait de bassin aval. Les caractéristiques géographiques du site sont très favorables pour un tel projet, car elles permettraient d'aménager, à 335 m au-dessus du plan d'eau de la retenue de Jochenstein, un bassin d'accumulation de 3,3 millions de mètres cubes, et représentant une énergie emmagasinée de quelque 2,3 millions de kWh.

L'aménagement hydroélectrique de Böfinger-Halde.

La ville d'Ulm a entrepris pendant les années 1950-1952 (c'est-à-dire avant le début des travaux effectués à Jochenstein) la construction de la centrale de Böfinger-Halde à l'aval immédiat de la ville. Bien que cette centrale au fil de l'eau n'absorbe qu'un débit moyen de 121 m³/s, et soit par conséquent beaucoup moins grande que celle de Jochenstein, elle a néanmoins représenté une nouvelle étape dans l'aménagement du Danube : celle

11/ Centrale de Böfinger Halde, près d'Ulm.
Kraftwerk Böfinger Halde bei Ulm.

de l'aménagement systématique du parcours entre Ulm et Kelheim, pour lequel est prévue une vingtaine de centrales en tout.

Le barrage, représenté sur la figure 11, comporte un déversoir à trois pertuis d'une largeur unitaire de 19 m, une usine équipée de deux groupes Kaplan à arbre vertical avec des alternateurs triphasés, les ensembles d'excitation étant montés sur les groupes. Les caractéristiques de l'aménagement sont les suivantes :

Superficie du bassin versant....	8 040	km ²
Débit équipé.....	150	m ³ /s
Chute équipée.....	6,5	m
Puissance équipée.....	7 800	kW
Productivité moyenne annuelle.	49	GWh
Diamètre des roues de turbine.	3,89	m
Vitesse.....	107	tr/mn
Puissance unitaire des alternateurs.....	5,5	MVA
Tension des alternateurs.....	5,25	kV

Centrales hydroélectriques de la Société « Obere Donau Kraftwerke AG ».

La concession pour l'aménagement du cours du Danube allemand situé en territoire bavarois est détenue par la société « Rhein-Main-Donau AG ». Cette concession intéresse donc également le parcours s'étendant entre la ville d'Ulm et Kelheim, bien que celui-ci ne soit qu'un tronçon secondaire par rapport à la voie future « Rhin-Main-Danube ». Etant donné l'impossibilité de réaliser l'aménagement du fleuve en tant que voie navigable dans un délai prévisible, il a été décidé de n'équiper en première étape que ses très intéressantes ressources hydroélectriques. Dans le but de faciliter le financement de ce projet, il a été créé, en 1958, d'un commun accord avec la société « Energieversorgung Schwaben AG » et la Banque de Bavière (Bayerische Staatsbank), une filiale de la RMD, dénommée société « Obere Donau Kraftwerke AG », de Munich. Les activités de cette société n'intéressent cependant que six des dix-neuf centrales prévues entre les localités d'Oberelchingen et de Kelheim. Les premiers travaux de construction de l'usine d'Oberelchingen, située à 6,4 km à l'aval de celle de Ulm-Böfing-Halde (déjà mentionnée dans le présent texte), ont été entrepris en 1959. Elle a été achevée en deux années à peine, et suivie à des intervalles d'un an par l'aménagement de Leipheim, de Günzburg, et d'Offingen. Les centrales de Gundelfingen et de Faimingen, la dernière étape de la chaîne, sont actuellement en cours de construction. Il est prévu de terminer l'ensemble de cette chaîne de six centrales dès le printemps 1965.

Toutes ces centrales fonctionneront au fil de l'eau, et comprendront chacune deux groupes, dont les caractéristiques techniques sont résumées dans le tableau de la page suivante.

Ces centrales comportent chacune des déversoirs à trois pertuis équipés de vannes-segment surmontées de volets. Contrairement à la disposition classique, les pivots de ces vannes sont situés, non à l'aval, mais à l'amont, et au-dessous du plan d'eau. Par conséquent, les efforts de portée se transmettent aux piliers sous forme de forces de compression, et non de traction, ce qui a permis de faire une économie appréciable sur les armatures nécessaires. Chaque groupe, à arbre vertical, comporte une turbine Kaplan entraînant un alternateur triphasé, l'excitation se faisant au moyen de redresseurs.

Les dimensions des retenues ont été choisies larges afin de permettre le fonctionnement en stockage quotidien.

Aménagements ultérieurs.

Après l'achèvement de l'ensemble des centrales Oberelchingen-Faimingen en 1965, et des travaux de modernisation de l'installation de Kachlet en 1965, la puissance installée du parcours allemand du Danube s'élèvera à environ 193 MW, et la productivité moyenne annuelle à environ 1 165 GWh. Ces valeurs ne tiennent compte, pour Jochenstein, que de la participation allemande de 50 %. Parmi les quatorze étapes d'aménagements complémen-

12/ Centrale d'Oberelchingen.
Donaukraftwerk Oberelchingen.

13/ Centrale de Leipheim. Vue du chantier en mars 1961.
Donaukraftwerk Leipheim in Bau (März 1961).

USINE	DÉBIT ÉQUIPÉ (m ³ /s)	CHUTE ÉQUIPÉE (m)	VITESSE DE ROTATION (tr/mn)	PUISSANCE ÉQUIPÉE (MW)	PRODUCTIVITÉ MOYENNE ANNUELLE (GWh)
Oberelchingen.	210	5,75	100	9,35	49,2
Leipheim	210	5,85	93,8	9,37	50,1
Günzburg.	210	5,40	100	9,00	51,0
Offingen.	210	4,57	93,8	7,35	42,6
Gundelfingen.	210	4,57	93,8	7,35	42,6
Faimingen.	240	5,64	100	10,10	62,3
<i>Total.</i>				52,52	297,8 (*)

(*) Dont 46 % pendant les 6 mois d'hiver.

taires prévues dans la chaîne de centrales s'échelonnant d'Ulm à Kelheim, l'ensemble comprenant les centrales de Bertoldsheim, Bittenbrunn, Bergheim et Ingolstadt semblerait devoir être réalisé le premier. Son apport d'énergie s'élèvera à 75 MW, soit 480 GWh. On envisage également la construction de plusieurs retenues à l'aval de Kelheim, mais aucune décision n'a été prise quant à l'emplacement et la capacité de ces centrales hydro-électriques.

La capacité productive de l'ensemble du Danube allemand (à l'exclusion du parcours Frengkofen-

barrage de Kachlet) est évaluée à 400 MW, soit une productivité moyenne annuelle de 2,5 milliards de kWh. Ces chiffres ne sont sans doute pas très impressionnants, si on les compare avec les possibilités qu'offre le Danube au-delà de la frontière allemande. Cependant, pour la République Fédérale Allemande, très appauvrie en ressources hydro-électriques non encore aménagées, le Danube présente un intérêt notable, surtout compte tenu de la répartition saisonnière favorable de sa productivité énergétique et des possibilités d'exploiter les aménagements en stockage quotidien.

Bibliographie.

- [1] A. KASPAR. — Energiewirtschaft und Wasserstrassen. *Elektrizitätswirtschaft*, 1952, Heft 18.
- [2] Kraftwerk Böfinger Halde, Ulm. *Druckschrift der Stadtverwaltung*, Ulm 1953.
- [3] Dr H. FUCHS. — Die Donaustaufstufe Jochenstein. *Die Wasserwirtschaft*, 1953, Heft 11/12.
- [4] W. LAUB. — Die Staustufe Jochenstein. *Der Volkswirt*, 1955, Heft 43.
- [5] Kachletwerk an der Donau. *Druckschrift im Selbstverlag der RMD*, 1956.
- [6] Dr Böck. — Die Donaustauanlage Jochenstein. *Die Wasserwirtschaft*, 1957, Heft 7.
- [7] Dr K. FOERSTER. — Der heutige Stand und die mögliche Entwicklung des internationalen Donauverkehrs unter Berücksichtigung der Pläne für den energiewirtschaftlichen Ausbau der Donau und für den Ausbau des Wasserstrassennetzes. *Verlag Handelsblatt GmbH*, Düsseldorf, 1960.
- [8] P. HOLLEIS. — Ausbau der Oberen Donau und des Unteren Lechs durch die RMD. *Denkschrift « Ausbau der Oberen Donau » des Verbandes Obere Donau e.V.*, Ulm 1961.
- [9] L. STEINHAUSER. — Kraftwerkskette an der Oberen Donau. *VDI-Nachrichten*, 1961, Nr. 26.
- [10] F. GIERMANN und H. KUHN. — Einbau von Kaplan-turbinen an Stelle von Propellerturbinen im Kraftwerk Kachlet der RMD. *Elektrizitätswirtschaft*, 1962, Heft 6.
- [11] Dr. H. FUCHS, P. HOLLEIS und Dr. F. SCHWALGER. — Wasserkraftnutzung an der Oberen Donau. *Die Wasserwirtschaft*, 1963, Heft 5.

Zusammenfassung

Der energiewirtschaftliche Ausbau der deutschen Donau

Von Dipl. Ing. L. Steinhauser *

Die Wasserführung der deutschen Donaustrecke setzt sich aus Zuflüssen zusammen, die teils aus Mittelgebirgen, teils aus den Alpen stammen. Dadurch ergibt sich ein verhältnismässig gleichmässiges Dargebot, das für die energiewirtschaftliche Ausnutzung recht günstig ist. Weniger vorteilhaft sind dagegen die Gefälle, die auf dieser Strecke zur Verfügung stehen.

Das erste grössere Flusskraftwerk an der Donau war das *Kachletwerk*, das 1922 bis 1928 im Zusammenhang mit der Schiffbarmachung der Strecke Passau - Regensburg errichtet worden ist. Seine Ausbauleistung wird z.Zt. durch Umbau der Maschinensätze von 42 MW auf 54 MW erhöht. Nach dem 2. Weltkrieg wurde das deutsch-österreichische Grenzkraftwerk *Jochenstein* mit einer Ausbauleistung von 142 MW errichtet. Etwa gleichzeitig begann die systematische energiewirtschaftliche Erschliessung der *Donau unterhalb von Ulm*. Dort sind 5 Werke fertiggestellt, 2 Werke im Bau. Die endgültige Zahl liegt noch nicht fest.

Im Ganzen können auf der deutschen Strecke (einschliesslich des deutschen Anteils am Jochensteinwerk) eine Ausbauleistung von 400 MW und eine mittlere Jahreserzeugung von 2,5 Milliarden kWh erreicht werden.

* Dipl. Ing. in Fa. Rhein-Main-Donauaktiengesellschaft, München.