Heutige und geplante Wasserkraftnutzung an der Donau

Autor(en): **Fenz, Robert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **65 (1973)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921131

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

HEUTIGE UND GEPLANTE WASSERKRAFTNUTZUNG AN DER DONAU

Robert Fenz

DK 621.221.2 (282.243.7)

Es wäre eine faszinierende Aufgabe, die genutzten Wasserkräfte des gesamten Donaugebietes auch nur aufzuzählen. Ihre Zusammenstellung und die Arbeit, diese ständig auf den letzten Stand zu bringen, würde eine ganze Arbeitsgruppe beschäftigen. Es wäre eine Aufgabe, die aber auch die volle Zusammenarbeit aller Donaustaaten beanspruchen würde. Dieser Gedanke allein bringt es uns richtig zu Bewusstsein, wie sehr die Donau der europäische Strom ist. Das gesamte Einzugsgebiet (Bild 1) von rund 817 000 km² (zum Vergleich Schweiz 41 288 km², Oesterreich 83 850 km², Frankreich 551 694 km²) umfasst Ungarn (H) und Rumänien (R) zur Gänze, Oesterreich (A) und Jugoslawien (YU) nahezu völlig, bedeutende Teile der Bundesrepublik Deutschland (D), der Tschechoslowakei (CS) und Bulgarien (BG) sowie kleine Bereiche der Schweiz (CH), der Sowjetunion (SU) und sogar von Italien (I).

Von den vorangeführten zehn Ländern durchfliesst die Donau acht Staaten und dient allen diesen Ländern auch als direkter Wasserweg. Innerhalb der nächsten zehn Jahre wird die Rhein-Main-Donau-Verbindung 13 Staaten an diesem europäischen Flusssystem teilhaben lassen, wobei es nicht nur zufällig, sondern auch symbolisch gesehen werden möge, wenn Oesterreich in der Mitte dieser 13 Staaten liegt. Diese Europawasserstrasse verbindet mit ihren Auswirkungen die Staaten

NL, B, L, D, F, CH — A — CS, H, YU, R, BG, SU.

Einleitend sollen Richtlinien für die folgenden Ausführungen gegeben werden:

1. Die Beschränkung auf die Wasserkraft der Donau allein, ohne die ihrer Zubringerflüsse, auch wenn diese noch so bedeutend sind oder teilweise auch als Schiffahrtsweg dienen, und
2. der Hinweis, dass Kraftnutzung und Schiffahrtsweg bei diesem Strom untrennbare Partner sind.
3. Der Verzicht, die umfangreichen Pumpspeicherprojekte, die vielfach in Zusammenhang mit bestehenden oder geplanten Donaukraftwerken projektiert werden, zu erfassen.

Ferner sei es gestattet, einige ordnende Bezeichnungen und Daten voranzustellen:

Die Flusskilometrierung der Donau hat ihren Nullpunkt in Sulina (Mündung der Donau ins Schwarze Meer) und läuft von dort flussaufwärts. Die Gesamtlänge beträgt ca. 2850 km, wobei die Feststellung der eigentlichen Quellbereiche trotz der Bedeutung der Donau bis heute umstritten ist. Die einzelnen Abschnitte (Bild 2) sollen für die nachstehende Schilderung wie folgt vereinfacht bezeichnet werden:

Deutsche Donaustrecke
von den Quellen bis zum Strom-km 2225 (Innmündung bei Passau)

Oesterreichische Donaustrecke
von Strom-km 2225 bis Strom-km 1880 (Marchmündung oberhalb Pressburg/Bratislava)

Mittlere Donaustrecke
von Strom-km 1880 bis Strom-km 930 (Turnu-Severin)

Untere Donaustrecke
von Strom-km 930 bis Strom-km 0 (Mündung bei Sulina).

Da mit Ausnahme der Staatsgrenze zwischen Ungarn und Jugoslawien, km 1433 bei Mohacs, die jeweiligen Staatsgrenzen auch teilweise durch die Donau selbst gebildet werden, ergeben sich rechts und links verschiedene

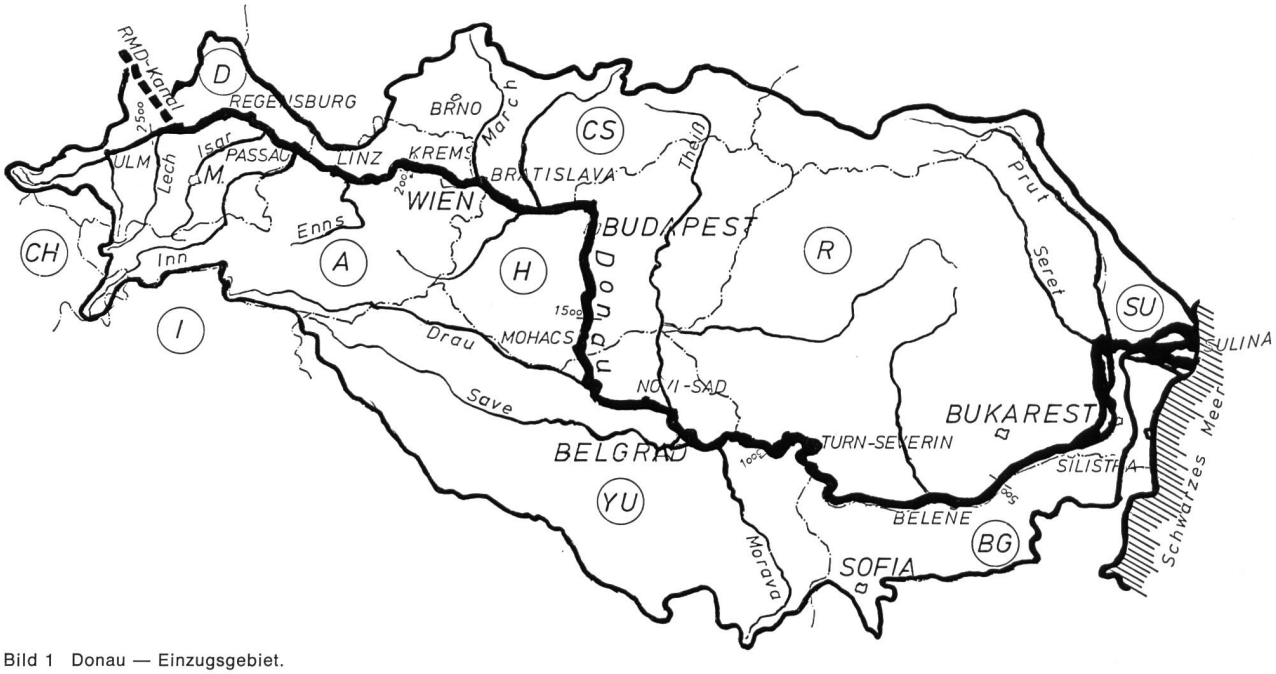


Bild 1 Donau — Einzugsgebiet.

Kraftwerke der deutschen Donaustrecke — Tabelle 1

Nr.	Kraftwerk bzw. Staustufe	Betrieb ab ... Projekt	Eigentümer[1]	Strom-km	Stauziel m ü. NN	Q-Mittel m³/s	Q-Ausbau m³/s	Hm m	N MW	RAV GWh
0	Kleinanlagen oberhalb Ulm (zusammen)	—	—	—	—	—	—	—	7	42
1	Ulm-Böfingerhalde	1952	Ulm	2581,5	465,7	110	150	6,5	8	48
2	Oberelchingen	1960	ODK	2575,1	459,0	120	210	6,5	9	49
3	Leipheim	1961	ODK	2568,5	452,5	125	210	6,5	9	50
4	Günzburg	1962	ODK	2562,7	446,0	130	210	6,5	9	51
5	Offingen	1963	ODK	2556,4	439,5	140	210	5,0	7	42
6	Gundelfingen	1964	ODK	2552,0	434,5	140	210	5,0	7	43
7	Faimingen	1965	ODK	2545,6	429,5	150	240	6,5	10	61
8	Dillingen	Proj.	ODK	2539	422,8	160				
9	Höchstädt	Proj.	ODK	2531	417,2	170				
10	Tapfheim	Proj.	ODK	2522	410,3	180			45	284
11	Donauwörth	Proj.	ODK	2512	403,5	200				
12	Lechsend	Proj.	ODK	2499,5	396,7	210				
13	Bertoldsheim	1967	DWK	2490,7	391,5	300	500	7,0	19	115
14	Bittenbrunn	1969	DWK	2480,2	384,5	305	500	7,5	20	123
15	Bergheim	1970	DWK	2469,9	377,0	305	500	7,5	24	140
16	Ingolstadt	1971	DWK	2459,2	369,5	310	500	8,0	20	122
17	Grossmehring	Proj.	DWK	2449		310				
18	Wackerstein	Proj.	DWK	2438		320			36	200
19	Eining	Proj.	DWK	2430		330				
20	Kelheim	Proj.	DWK	2415		340				
Zwischensumme:	Oberlauf-Ulm-Kelheim							zusammen	230	1 370
								davon (Bestand)	(149)	(886)
21	Bad Abbach	Proj.	RMD	2400	338,2	360			20	130
22	Regensburg	Proj.	RMD	2381	332,5	380				
23	Geisling	Proj.	RMD	2354	327,3	390			40	270
24	Straubing	Proj.	RMD	2320	320,0	400				
25	Deggendorf	Proj.	RMD	2285	nur als Schiffahrtsstufen?				20	130
26	Aicha	Proj.	RMD	2265						
27	Vilshofen	Proj.	RMD	2249						
28	Kachlet	1927	RMD	2230,5	299,8	650	1050	6,5	54	319
29	Jochenstein ½ *	1955	DKJ	2203,3	290,0	1420	2050	8,2	66*	425*
Zwischensumme:	Kelheim-Jochenstein (½)							zusammen	200	1 274
								davon (Bestand)	(120)	(744)

Summe: «Deutsche Donau» 28½ Kraftwerke, davon 12½ Bestand mit 430 MW und 2644 GWh, davon 269 MW und 1630 GWh Bestand

[1] ODK Obere Donau Kraftwerke AG
DWK Donau-Wasserkraft AG
RMD Rhein-Main-Donau AG
DKJ Donaukraftwerk Jochenstein AG

* KW Jochenstein je 50 % BR Deutschland und Oesterreich

Uferlängen der einzelnen Staaten, die in Tabelle 3 zusammengestellt sind. Die vorstehende Bezeichnung der einzelnen Abschnitte bezieht sich daher nur auf topographisch markante Punkte. Darauf wird noch bei den im Grenzbereich errichteten bzw. geplanten Kraftwerken zurückzukommen sein. Letztlich sei ganz allgemein der Begriff «Kraftwerk» für die einzelnen Staustufen gewählt und wird im speziellen Fall darauf hingewiesen werden, falls einzelne Stufen nur als Staustufen zur Verbesserung der Fahrwasserverhältnisse in einem bestimmten Bereich errichtet werden. Man muss sich dabei stets vor Augen halten, dass Kraftwerke oder Staustufen in einem schiffbaren Fluss eben eine Doppelfunktion haben und somit Mehrzweckanlagen sind. Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass bei den geplanten Kraftwerken bzw. Staustufen, da dem Verfasser aus den verschiedensten zeitlich unterschiedlichen Unterlagen nur generelle Angaben vorliegen, bis zur Verwirklichung auch wesentliche Aenderungen in Standort, Stauhöhe und Auslegung zu erwarten sind. Hier spielt der Stand der Technik ebenso eine entscheidende Rolle wie die jeweiligen Erfordernisse der Energienutzung oder der Schiffahrtsbelange.

1. Allgemeine Angaben zum gesamten Donaubereich

Die Energienutzung der Donau (Bild 3) begann, von örtlichen kleinen Nebenanlagen, Schiffsmühlen usw. abgesehen, vor fast genau 50 Jahren. In den Jahren 1924/27 wurde als erstes das für damalige Verhältnisse als Grosskraftwerk anzusehende Kraftwerk «Kachlet» oberhalb von Passau im deutschen Abschnitt errichtet und damit der erste bedeutende Schritt zur Energienutzung der Donau und zur Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse durch Aufstau getan. Man hatte Ende 1921 die Rhein-Main-Donau-AG gegründet und ihr die Aufgabe des systematischen Ausbaues der bayerischen Donaustrecke von der Staatsgrenze gegen Oesterreich bis zur Kanalverbindung (bei

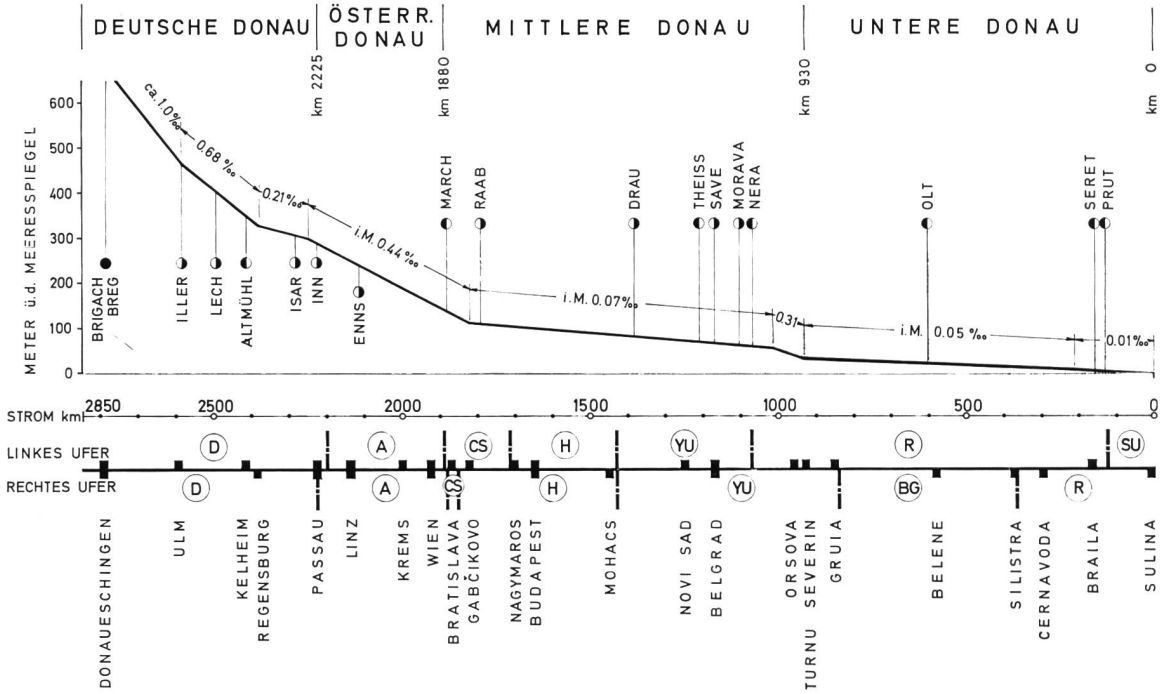


Bild 2 Donau — Längenprofil.

Kelheim) und diese selbst sowie den Mainausbau zur Aufgabe gestellt. Gleich das erste Kraftwerk zeigte also deutlich die Doppelfunktion von Donaukraftwerken. Das nächste Bauvorhaben in zeitlicher Reihenfolge war bereits «Ybbs-Persenbeug» im österreichischen Bereich, das 1938 auf vorliegenden, nicht verwirklichten Planungen aufbauend in Angriff genommen wurde. Durch die Kriegsereignisse zum Stillstand gekommen, wurde dieses Vorhaben erst 1953 fortgesetzt und 1957/58 vollendet. In der Zwischenzeit begann jedoch auch der Ausbau im oberen deutschen Bereich sowie im Bereich des unterhalb Passau gelegenen Grenzkraftwerkes «Jochenstein», das von den beiden Staaten Bundesrepublik Deutschland und Oesterreich gemeinsam errichtet wurde und damit erstmalig an der Donau über Staatsgrenzen hinweg die gemeinsame Aufgabe des Ausbaues eines europäischen Stromes brachte. Die weitere historische Entwicklung wird bei der Schilderung der jeweiligen Abschnitte erfolgen. Hier sei nur vorweggenommen, dass das einzige unterhalb des deutschen und österreichischen Abschnittes bisher bestehende Kraftwerk «Eisernes Tor» als Gemeinschaftsleistung der anrainenden Staaten Rumänien und Jugoslawien in den Jahren 1965 bis 1972 errichtet wurde. Es ist in diesem Bereich bis heute das einzige vollendete Kraftwerk, sein Jahresarbeitsvermögen macht es zur grössten hydraulischen Anlage Mitteleuropas.

Die Veranlassung zum Ausbau der Donau war aus örtlichen und zeitlich bedingten Gründen oft verschieden. Eindeutig war primär die Verbesserung des Schiffahrtsweges für die im Zuge der Rhein-Main-Donau-Verbindung gelegene Strecke Kelheim—Passau massgebende Veranlassung für «Kachlet». Schon bei «Jochenstein» und beim Ausbau der österreichischen Kraftwerke spielte die Elektrizitätswirtschaft die primäre Rolle, da sie in die stürmische Entwicklung des steigenden Strombedarfes nach dem Zweiten Weltkrieg fielen, doch erfolgte auch hier die Auswahl der schiffahrtstechnisch schlechtesten Bereiche. Im Bereich oberhalb Kelheim (deutsche Donau) spielte nur die Energienutzung die entscheidende Rolle, beim Kraftwerk «Eisernes Tor» war die Lösung der schiffahrtstechnischen Probleme in der Kataraktenstrecke ebenso Antrieb, wie die Notwendigkeit einer gesicherten Energieversorgung für die in dieser Zeit sehr starke industrielle Entwicklung der Anrainerstaaten. Selbst in einem bestens zu übersehenden — weil persönlich seit Jahrzehnten miterlebten — Bereich wie Oesterreich kann nur global von einem Doppelzweck gesprochen werden, wenn auch hier zeitlich und örtlich das Bedürfnis zum Ausbau einer bestimmten Stufe oder eines Kraftwerkes variabel ist. Ein Grund mehr, grössere Abschnitte geschlossen und einheitlich zu sehen, da sonst eine Koordinierung der Interessen und des Ausbaues nicht sichergestellt werden kann. Es sei hier kurz erwähnt, dass die Problematik der kostenmässigen Aufteilung bei derartigen Mehrzweckanlagen immer nur in einer vernünftigen Zusammenarbeit der Interessenten sichergestellt werden kann, da eine strenge Zuteilung der Aufwendungen nicht nur nicht möglich, sondern auch gar nicht zielführend sein kann.

2. Deutsche Donaustrecke

von den Quellen bis zur Innmündung bei Passau, das ist von km 2850 bis km 2225 (Bild 4).

Vorweg sei festgehalten, dass das Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland am linken Ufer bis km 2201,8 (das ist knapp unterhalb Jochenstein) und am rechten Ufer bis km 2223,20 (das ist unterhalb der Innmündung) reicht, so dass das Kraftwerk «Jochenstein», wie bereits erwähnt, als Grenzkraftwerk je zur Hälfte der BRD und Oesterreich zuzurechnen ist. Im Bereich der Deutschen Bundesrepublk liegen somit

Kraftwerke der österreichischen, mittleren und unteren Donaustrecke — Tabelle 2

Nr.	Kraftwerk	Betrieb ab ... Projekt	Eigentümer[1]	Strom-km	Stauziel m ü. Adria	Q-Mittel m³/s	Q-Ausbau m³/s	Hm m	N MW	RAV GWh
29	Jochenstein ½ *	1955	DKJ	2203,3	290,3	1420	2050		66*	425*
30	Aschach	1963	DoKW	2162,7	280,0	1430	2100	15,3	275	1 605
31	Ottensheim-Wilhering	1973	DoKW	2146,7	264,0	1430	2250	10,7	183	1 110
32	Mauthausen	Proj.	DoKW	2119,5	251,0	1480		9,5	160	960
33	Wallsee-Mitterkirchen	1968	DoKW	2093,6	240,0	1730	2600	10,9	210	1 320
34	Ybbs-Persenbeug	1957	DoKW	2060,4	226,2	1750	2100	11,0	200	1 240
35	Melk	Proj.	DoKW	2037	214	1810		8,5	186	1 100
36	Rossatz (Rührsdorf)	Proj.	DoKW	2012	202	1820		6,5	150	800
37	Altenwörth	in Bau (1976)	DoKW	1979,8	193,5	1830	2750	14,8	330	1 950
38	Greifenstein	Proj.	DoKW	1949,5	177	1850		12,8	280	1 700
39	Wien	Proj.	DoKW	1920,8	160,2	1900		6,1	100	620
40	Regelsbrunn (?)	Proj.	DoKW	1896 (?)	152	1910		7,5	180	1 100
41	Wolfsthal-Bratislava ½ **	Proj.	A/CS	1873,3	141,5	2060	2640	9,8	100**	670**
Summe:	«Oesterreichische Donau» ½+11+½ Kraftwerke, davon ½+4 Bestand mit 2420 MW und 14 600 GWh, davon 934 MW und 5700 GWh Bestand									
41	Wolfsthal-Bratislava ½**	Proj.	A/CS	1873,3	141,5	2060	2640	9,8	100	670
42	Gabcikovo	Proj.	CS/H	1842/1812	131,6	2060	5000?	max. 23	700	2 980
43	Nagymaros	Proj.	CS/H	1696,2	107,8	2360	2780	9,4	150	1 000
44	Novi Sad	Proj.	YU	1260	80,5?	3000	4000	7 (?)	250	1 500 ?
45	Eisernes Tor (Djerdap)	1970	R/YU	943	69,5	5420	8640	max. 35	2050	10 000
Summe:	«Mittlere Donau» 4½ Kraftwerke, davon 1 Bestand mit 3250 MW und 16 150 GWh, davon 2050 MW und 10 000 GWh Bestand									
46	Gruia (Djerdap II)	Proj.	R/YU	855	38,0	5620	5700	8	400	2 400
47	Cioara-Belene	Proj.	R/BG	581	28,8	5850	8600	10	760	3 800
48	Cernavoda-Silistra	Proj.	R/BG	375	17,0	5950	9100	5	400	3 000
Summe:	«Untere Donau» 3 Kraftwerke geplant mit 1560 MW und 9200 GWh									

[1] DKJ Donaukraftwerk Jochenstein AG
DoKW Oesterreichische Donaukraftwerke AG

* KW Jochenstein je 50 % BR Deutschland und Oesterreich
** KW Wolfsthal-Bratislava je 50 % Tschechoslowakei und Oesterreich

am linken Ufer	648,2 km
am rechten Ufer	626,8 km
zusammen	1275,0 km Uferlänge.

2.1 Der sogenannte Oberlauf der Donau reicht von den Quellflüssen bis Ulm, km 2588,00, an welcher Stelle die Iller einmündet. In diesem Bereich sind wohl einzelne kleinere Stauanlagen mit Kraftnutzung vorhanden, ein systematischer Ausbau ist jedoch nicht wirtschaftlich. Die Einzelanlagen wurden aus Gründen der Vereinfachung und ihrer Kleinheit wegen nicht separat angeführt. Sie umfassen insgesamt 7 MW Leistung und 42 GWh Jahresarbeit.

2.2 Der Abschnitt der deutschen Donau von Ulm bis unterhalb Passau weist bereits einen teilweise vollendeten, teilweise geplanten lückenlosen Ausbau auf, wobei zwei wichtige Unterabschnitte zu betrachten sind:

a) Ulm — Kelheim (km 2588 bis km 2414)
Dieser Bereich der Donau ist für eine durchgehende Schiffahrt zunächst nicht vorgesehen. Auf allfällige spätere Zubauten von Schleusen geringerer Abmessung wurde Bedacht genommen. Erst unterhalb Kelheim ist die Donau Bestandteil der Rhein-Main-Donau-Grossschiffahrtsstrasse. Im Abschnitt Ulm—Kelheim nimmt die Donau, insbesondere durch den Zufluss des Lech, von 116 auf etwa 350 m³/s Mittelwasserführung (MQ) zu. Die einzelnen Kraftstufen (Bestand und Projekte) sind in der Tabelle 2 enthalten.

In diesem Bereich sind insgesamt 20 Kraftwerke vorgesehen, wovon 11 bereits bestehen. Dieser Bestand gliedert sich in eine von Ulm abwärts ausgeführte Kette von 7 Kraftwerken, mit einer Leistung (N) von zusammen rund 60 MW und einem Regelarbeitsvermögen (RAV) von rund 350 GWh (Mio kWh). Ferner in eine Kette von vier Kraftwerken, die der Versorgung der Deutschen Bundesbahnen dienen und von der Lechmündung abwärts in Richtung Ingolstadt errichtet wurden. Diese Gruppe weist eine Leistung von zusammen 83 MW und ein RAV von 500 GWh auf. Die dazwischen liegenden Abschnitte sind geplant und harren noch der Verwirklichung. Sie umfassen einerseits fünf Stufen oberhalb der Lechmündung mit etwa 45 MW bzw. 280 GWh und vier Stufen zwischen Ingolstadt und Kelheim mit rund 36 MW und 200 GWh. Die Einzeldaten aller Stufen sowie ihre Errichtungszeit kann der Uebersichtstabelle entnommen werden. Bemerkenswert ist, dass insbesondere die vier bereits ausgeführten Kraftwerke (Bertoldsheim, Bittenbrunn, Bergheim und Ingolstadt) in ihrer Auslegung (Bild 5) systematisch gleich gehalten wurden, um eine rationelle Durchführung dieses zügig aneinander anschliessenden und teilweise übergreifenden Baues sicherzustellen. Der Rationalisierungseffekt einer derartigen Vereinheitlichung ist bedeutend und überall dort anzustreben, wo nicht topographische Hindernisse im Wege stehen. Aehnliche Massnahmen sind auch für die verbleibenden, noch nicht ausgeführten, jedoch weitgehend geplanten restlichen neun Stufen vorgesehen. Lediglich bei den Stufen «Lechsend» und «Kelheim» sind noch Ueberlegungen über die Zuordnung einer Kraftnutzung im Gange. Besonders bei der letztgenannten Stufe «Kelheim» spielen ausserdem Fragen des Naturschutzes mit Rücksicht auf die oberhalb gelegene Weltenburger Enge, die einen besonderen landschaftlichen Höhepunkt im Laufe der deutschen Donau darstellt, eine Rolle.

Ganz allgemein kann zu dem geschilderten Bereich gesagt werden, dass in hydraulischer Beziehung weitge-

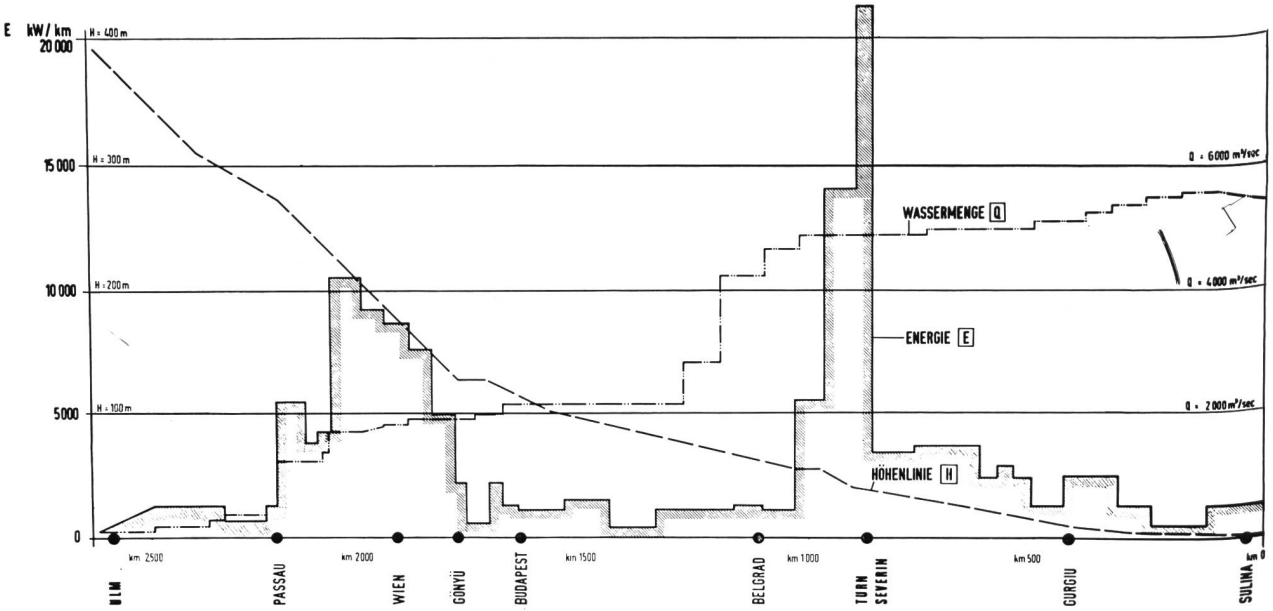


Bild 3 Energieband der Donau.

hend ausserhalb der die Ufer begleitenden Staudämme Hochwasserüberschwemmungsräume erhalten bleiben, eine Lösung, wie sie an den wesentlich grösseren Stufen in den Flachlandbereichen der österreichischen Donaustrecke bereits mit Erfolg angewendet werden. Zur Erreichung weitgehend ähnlicher Fallhöhen kam auch die Eintiefung der Flusssohle im Unterwasser der jeweiligen Stufen zur Anwendung, wodurch ausserdem eine Verflachung des oberen Bereiches der Staulinien erreicht und zusätzliche Energie in der Oberliegerstufe gewonnen werden konnte. Die insbesondere beim Mainausbau gemachten Erfahrungen haben sich durch die einheitliche Planung und Ausführung der als Tochtergesellschaften der Rhein-Main-Donau-AG (RMD) gegründeten Gesellschaft Obere Donaukraftwerke AG (ODK) bzw. der Donauwasserkraftwerke AG (DWK) besonders bewährt.

b) Kelheim — Regensburg (km 2414 bis km 2379,5)
Dieser Abschnitt ist, wie erwähnt, bereits ein Teil der Grossschiffahrtsstrasse Rhein-Main-Donau, da bei Kelheim die Altmühl von Norden einmündet, in deren unterem Bereich der Verlauf der noch herzustellenden Kanalverbindung zwischen Nürnberg und der Donau zu liegen kommt. Nachdem im Herbst 1972 Nürnberg von der Mainseite wasserstrassenmässig erreicht und sein Staatshafen feierlich eröffnet wurde, hat die RMD rechtzeitig mit den Arbeiten in der Scheitelstrecke der Kanalverbindung in den vergangenen Jahren schon begonnen, um das Ziel der Inbetriebnahme im Jahr 1981 für die Gesamtverbindung zu erreichen. Auch der Ausbau im Abschnitt Kelheim—Regensburg wurde dadurch vordringlich, um die derzeit in Regensburg endende Grossschiffahrt in diesem Donauabschnitt zu ermöglichen.

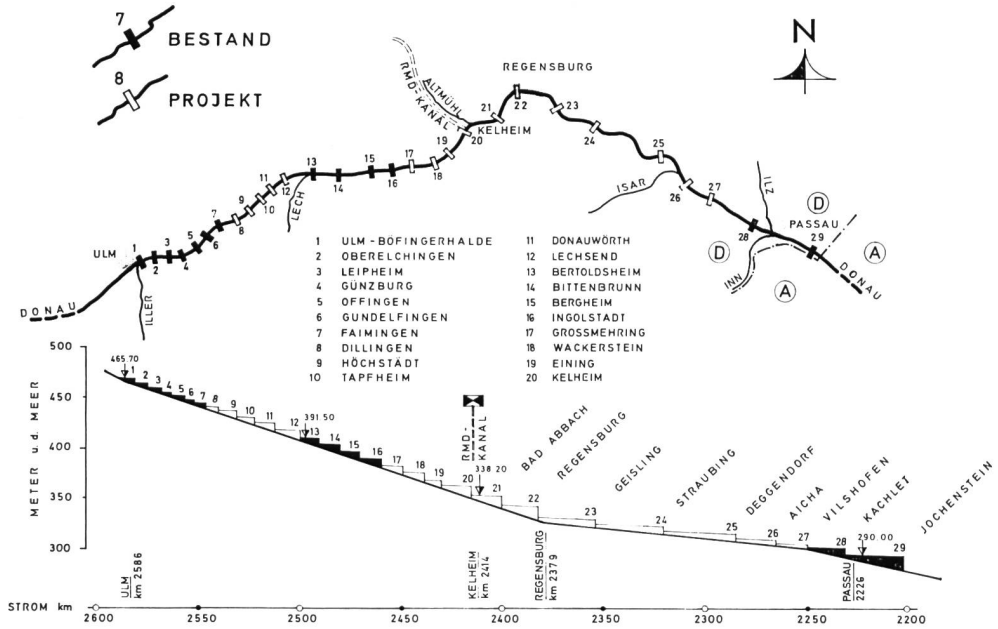
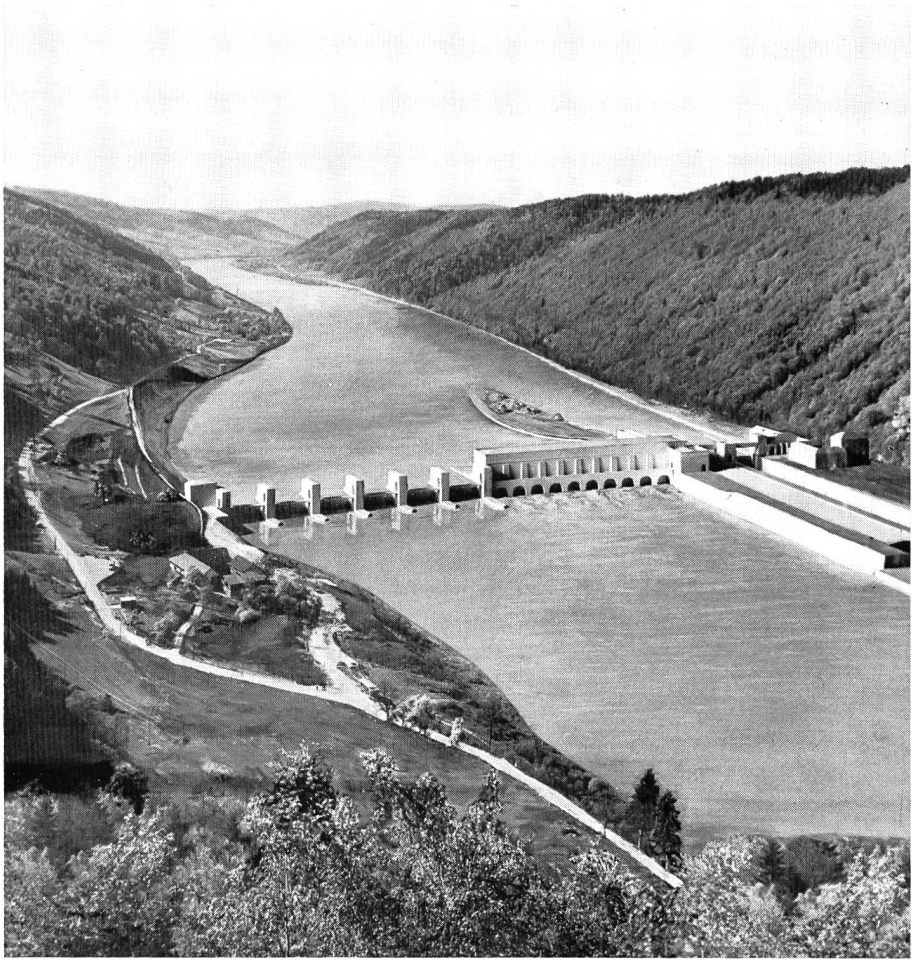


Bild 4 Deutsche Donaustrecke.

Bild 5
Ingolstadt, 1971, DKW Kraftwerk.

Bild 6
Kraftwerk Jochenstein DKJ, Blick stromaufwärts.



Durch zwei Staustufen, die voraussichtlich mit Kraftwerken versehen werden, und zwar bei «Bad-Abbach» (früher Poikam bezeichnet) und in «Regensburg», die bereits teilweise in Bau genommen wurden, ist die rechtzeitige Fertigstellung dieses Abschnittes als Schiffahrtsweg gesichert. Bei der Stufe «Bad-Abbach» erfolgt eine Verbesserung des Schiffahrtsweges durch Ausschaltung einer scharfen Flusskrümmung und Herstellung eines fast 3 km langen neuen Oberwasserkanals, der Schiffahrt und Triebwasser aufnehmen wird. Er zweigt von einer Wehranlage

Uferlängen, Leistung und Arbeit der Kraftwerke der Donaustaaten

Tabel

Bez.	Staat	Uferlänge in km: rechts	Grenze Str. km rechts	Grenze Str. km links	links	zus.	Leistung und Arbeit der Kraftwerke, insgesamt: N MW	RAV GWh	je 1 km Ufer MW/km	je 1 km Ufer GWh/km	in Betrieb: N MW	RAV GWh	je 1 km Ufer MW/km	je 1 km Ufer GWh/km
D	Bundesrepublik Deutschland	(627) 365	(2850) 2588	Quelle Ulm*	(648) 386	(1275) 751	430	2 644	0,6	3,5	269	1 630	0,4	2,2
A	Oesterreich	350	2223	2202	322	672	2420	14 600	3,6	22,0	934	5 700	1,4	8,6
CS	Tschechoslowakei	23	1873	1880	172	195	525	2 660	2,7	13,6	—	—	—	—
H	Ungarn	417	1850	1708	275	692	425	1 990	0,6	2,9	—	—	—	—
YU	Jugoslawien	587	1433		358	945	1475	7 700	1,6	8,1	1025	5 000	1,1	5,3
BG	Bulgarien	472	846	1075	—	472	580	3 400	1,2	7,2	—	—	—	—
R	Rumänien	374	374		941	1315	1805	9 600	1,4	7,3	1025	5 000	0,8	3,8
SU	Sowjetunion	—		134	134	134	—	—	—	—	—	—	—	—
			0		Summe:	5176	7660	42 594	1,5	8,3	3253	17 330	—	—

* für diese Tabelle wird die deutsche Donaustrecke nur von Ulm abwärts gerechnet

ab, die den bisherigen Flusslauf dotieren wird, wobei eine Ausnutzung dieser Abgabewassermenge zur Kraftnutzung im bisherigen Donaulauf vorgesehen ist.

Die im Weichbild der Stadt Regensburg (knapp oberhalb) angeordnete zweite Stufe dieses Abschnittes bringt durch die Einpassung in die Stadtverbauung und die dortige Aufspaltung der Donau in mehrere Arme gestalterisch interessante Lösungen. Die Schleusenanlagen im Abschnitt Kelheim — Regensburg werden mit den gleichen Abmessungen errichtet, wie sie der Rhein-Main-Donau-Kanalstrekke entsprechen, das sind 12 m Breite und 190 m Länge in den Kammern, Ausmasse, die selbstverständlich auch für den 1350 t Europakahn, welcher der gesamten Verbindungsstrecke zugrundeliegt, entsprechen. Lediglich von Regensburg abwärts ist mit Rücksicht auf die Internationale Donaukonvention die Errichtung breiterer Doppelschleusen vorgesehen. Die beiden vorangeführten Kraftwerke sind nach vorläufigen Angaben auf zusammen etwa 20 MW und 130 GWh ausgelegt.

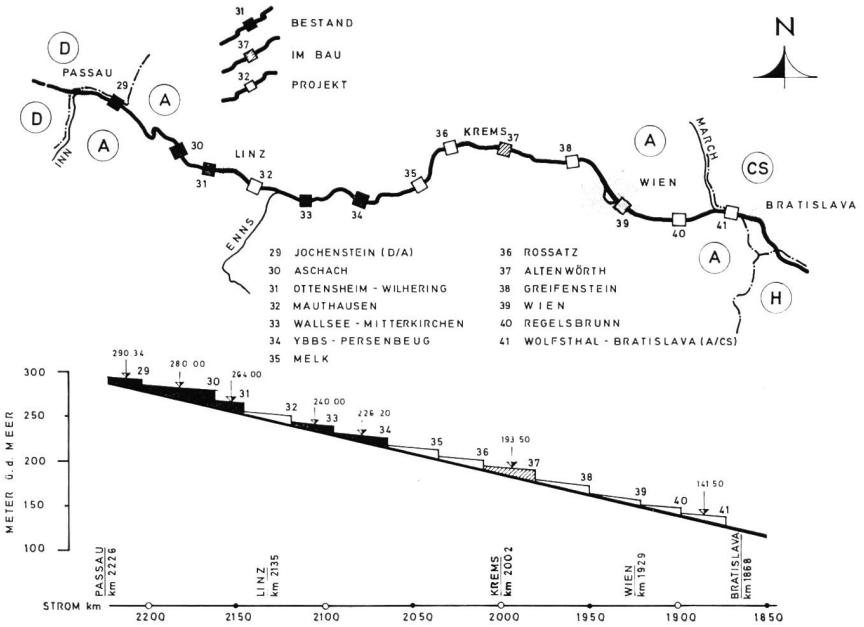
c) Regensburg — Vilshofen (km 2379,5 bis km 2249)

Diese Strecke ist derzeit durch umfangreiche Niederwasserregulierungen in den vergangenen Jahren für 2 m gesicherte Fahrwassertiefe bei Regulierungsniederwasser (RNW) ausgebaut und entspricht daher nicht den Erfordernissen des 1350-t-Kahnes. Diese Niederwasserregulierung war zwar erfolgreich zur Sicherstellung der vorgenannten Tiefe; da sie aber auf die Dauer nicht ausreichend für die gesamte Europawasserstrasse ist und diese Erfordernisse auch nicht durch verstärkte Regulierungsmassnahmen erreicht und erhalten werden können, hat sich das deutsche Bundesverkehrsministerium entschlossen, die Rhein-Main-Donau-AG mit der Erstellung eines Projektes für den Vollausbau zu beauftragen. Es ist derzeit noch fraglich, wie weit hiebei Kraftnutzungen vorgesehen sein werden, doch scheint das Pendel eher in Richtung auf Nutzung rohstofffreier, heimischer Energie auszuschlagen, so dass erwartet werden kann, dass die weitgehende Ausstattung der einzelnen geplanten Stufen mit Kraftwerken erfolgen wird. Dies umso eher, wenn die Kostentragung des Ausbaues für Schleuse, Wehr und Massnahmen im Stauraum durch die Erfordernisse der Wasserstrasse ausgelöst und übernommen wird.

Die derzeitige Planung sieht Stufen in «Geisling» (km 2354,2) und «Straubing» (km 2320) vor. Besonders die Stufe «Straubing» zeigt interessante Entwurfsdetails, da hier im Unterwasser ein doppelter Wasserweg vorgesehen ist, und zwar der derzeitige stark gekrümmte an Straubing vorbeiführende Donaulauf und ein diese Flussschleife abschneidender zu aktivierender Altarm, der in Zukunft den Schiffahrtsweg im Unterwasser dieser Stufe aufnehmen soll. Die sehr umfangreichen hydraulischen Probleme im Abschnitt Regensburg—Vilshofen, die durch die Ausschaltung von Retentionsräumen bei Hochwasser, die Verbreiterung des Bettes aus Gründen der Hochwasserabfuhrfähigkeit, die Beschleunigung der Hochwasserwellen usw., wurden in einem hydraulischen Grossmodellversuch von über 600 m Länge aufgebaut und weitgehend untersucht. Hierbei wurden vor allem auch die durch die Veränderung des derzeitigen Hochwasserablaufes verbundenen Auswirkungen für den unterhalb gelegenen Bereich besonders eingehend studiert.

Die beiden vorgenannten Stufen werden zusammen rund 40 MW und 270 GWh erbringen. Im Abschnitt Regensburg—Vilshofen sind jedoch unterhalb von Straubing noch weitere drei Stufen aus Gründen des Schiffahrtsweges erforderlich, und zwar «Deggendorf» (km 2285), «Aicha» (km 2265) und «Vilshofen» (km 2249). Wegen der geringen Fallhöhen von 4 bzw. 3,5 m werden «Deggendorf» und «Vilshofen» wohl kaum mit Kraftwerken ausgestattet werden, sondern diese sollen rein als Schiffahrtsstaustufen gebaut werden. Es ist allerdings die dadurch

Bild 7
Oesterreichische Donaustrecke, Rahmenplan 1972.



erzwungene dauernde Wasserabgabe durch die Wehranlage mit einer nutzlosen Energieumwandlung (Energievernichtung) auch bei diesen geringen Stauhöhen nicht problemlos. Es wird daher zumindest die Vorsorge für den späteren Einbau eines Kraftwerkblocks in Erwägung zu ziehen sein, um so mehr als die betriebliche Ausstattung durch zunehmende Automatisierung vereinfacht werden kann. Die mittlere der genannten Stufen, «Aicha», erbrächte durch ihre grössere Fallhöhe etwa 20 MW und 130 GWh. Es wurde bereits erwähnt, dass die Schleusenanlagen in diesem unterhalb Regensburg gelegenen Abschnitt als Doppelschleusen mit den auch unterhalb angewendeten Dimensionen, 24 m x 230 m, ausgeführt werden. Zusammengefasst ergibt dieser Abschnitt ein Energiedargebot von rund 60 MW und 400 GWh.

2.3 «Kachlet» und «Jochenstein» (Vilshofen km 2249 bis km 2203 Staatsgrenze Oesterreich)

Schon in der Einleitung wurde auf das Erstlingswerk im Donaulauf, das Kraftwerk «Kachlet» hingewiesen. Diese 1924/27 erbaute Stufe hat bisher zur vollsten Zufriedenheit gearbeitet und von einigen Sanierungsarbeiten abgesehen ihren Zweck einwandfrei erfüllt. Durch Ersatz der seinerzeit eingebauten acht Propellerturbinen durch doppelt regulierbare Kaplanturbinen, konnte in den Jahren 1961 bis 1964 eine respektable Erhöhung der Energieerzeugung um etwa 42 GWh im Jahr erzielt werden. Mit dieser Ausnahme hat die Stufe «Kachlet» einmal mehr bewiesen, dass Wasserkraftanlagen auch nach Jahrzehnten voll einsatzfähig sind und die Produktionskosten der in ihnen erzeugten elektrischen Energie zeitlich eine derart starke Degression aufweisen, dass sie ein wesentlicher Stabilisierungsfaktor in der Energiewirtschaft sind. Dass diese Stufe ferner auch nach vier Jahrzehnten in ihrer Auslegung für die Schiffahrtsstrasse den kommenden Jahrzehnten voll entsprechen wird, spricht für den Weitblick, der in der Zeit ihrer Planung aufgebracht wurde.

Die am Westrand der Stadt Passau gelegene Stufe findet im Unterwasser den lückenlosen Anschluss durch das deutsch-österreichische Gemeinschaftskraftwerk «Jochenstein» (km 2203,33). Der Stau dieser Stufe reicht also auch in das Stadtgebiet von Passau und in die beiden Hauptnebenflüsse Ilz und Inn, die im Gebiet dieser Dreiflüssestadt einmünden und wovon insbesondere der Inn eine sprunghafte Steigerung der Donauwasserführung verursacht. Das Mittelwasser steigt dadurch in Passau von 680 auf 1420 m³/s an. Ausserdem erfährt die Donau hier die für die Wasserkraftnutzung so segensreiche Mischung von bedeutenden Zuflüssen aus dem hochalpinen Einzugsgebiet, dem bayerischen Gebiet einschliesslich der Ostabdachung des Schwarzwaldes und durch die nördlichen Zubringer aus dem bayerischen-böhmischen Massiv. Dies bringt die schon für «Jochenstein», aber speziell auch für die österreichische Donaustrecke sehr beachtliche energiewirtschaftliche Charakteristik von 40 bis 45 Prozent Winteranteil (Oktober bis März), aber auch die Erscheinung, dass Hochwasserereignisse, in langen Jahresreihen betrachtet, fast in allen Monaten des Jahres auftreten können.

Das Kraftwerk «Jochenstein» (Bild 6) wurde auf Grund eines zweistaatlichen Vertrages als Gemeinschaftskraftwerk errichtet, wobei die nicht gänzliche Parität in den Stauraumuferlinien zwischen der BRD und Oesterreich durch Hinzunahme einer praktisch zur Gänze auf österreichischem Gebiet gelegenen Unterwassereintiefung erzielt wurde. Die als erste Donaustufe nach dem Zweiten Weltkrieg errichtete Anlage war vielfach Vorbild für die Fortsetzung im österreichischen Donauraum. Sie brachte aber auch Lösungen vieler Probleme des Stauraumes, die Veranlassung für Verkehrswegumbauten (Uferstrassen) und Erfahrungen in der Betriebsführung, für die Schiffahrt, über die Eisprobleme usw.

«Jochenstein», und später «Ybbs-Persenbeug», waren aber auch der Anlass dafür, dass die Schiffahrtstreibenden das starke Ueberwiegen der Vorteile von Staustufen zu erkennen begannen und heute diskussionslos die Notwendigkeit von Kraftwerkstaustufen als Lösung für den voll befahrbaren Europawasserweg Donau ansehen. «Jochenstein» brachte darüber hinaus auch die ersten Beiträge zum reichen Erfahrungsschatz in baulicher und elektromaschineller Konstruktion sowie Baudurchführung,

der für erfolgreiche wirtschaftliche Erstellung von Kraftwerken in einem Strom mit ca. 10 000 m³/s Hochwasserspitze in einer dicht besiedelten Kulturlandschaft im Herzen von Mitteleuropa erforderlich ist, um optimale Lösungen zu finden.

Die beiden Kraftwerke «Kachlet» und «Jochenstein» (wobei «Jochenstein» nur mit den halben Werten dem deutschen Donauabschnitt zuzurechnen ist) weisen auf:

	MW	GWh
«Kachlet»	54	319
1/2 «Jochenstein»	66	425
zusammen	120	744

In Zusammenfassung ergibt sich somit für die deutsche Donaustrecke folgendes Gesamtbild der Wasserkraftnutzung. Hierbei sind sämtliche Stufen angeführt und jeweils in Klammer (...) die Werte der in Betrieb befindlichen Anlagen angegeben. Siehe auch die Gesamttabelle (Tab. 1).

	Anzahl der Kraftwerke		Leistung MW		Arbeit GWh	
2.1 Oberlauf			7	(7)	42	(42)
2.2a Ulm—Kelheim	20	(11)	223	(142)	1328	(844)
2.2b Kelheim—Regensburg	2	(—)	20	(—)	130	(—)
2.2c Regensburg—Vilshofen	5	(—)	60	(—)	400	(—)
2.3 Kachlet + 1/2 Jochenstein	1 1/2	(1 1/2)	120	(120)	744	(744)
	28 1/2	(12 1/2)	430	(269)	2644	(1630)

3. Oesterreichische Donaustrecke

(km 2223 bis km 1880)

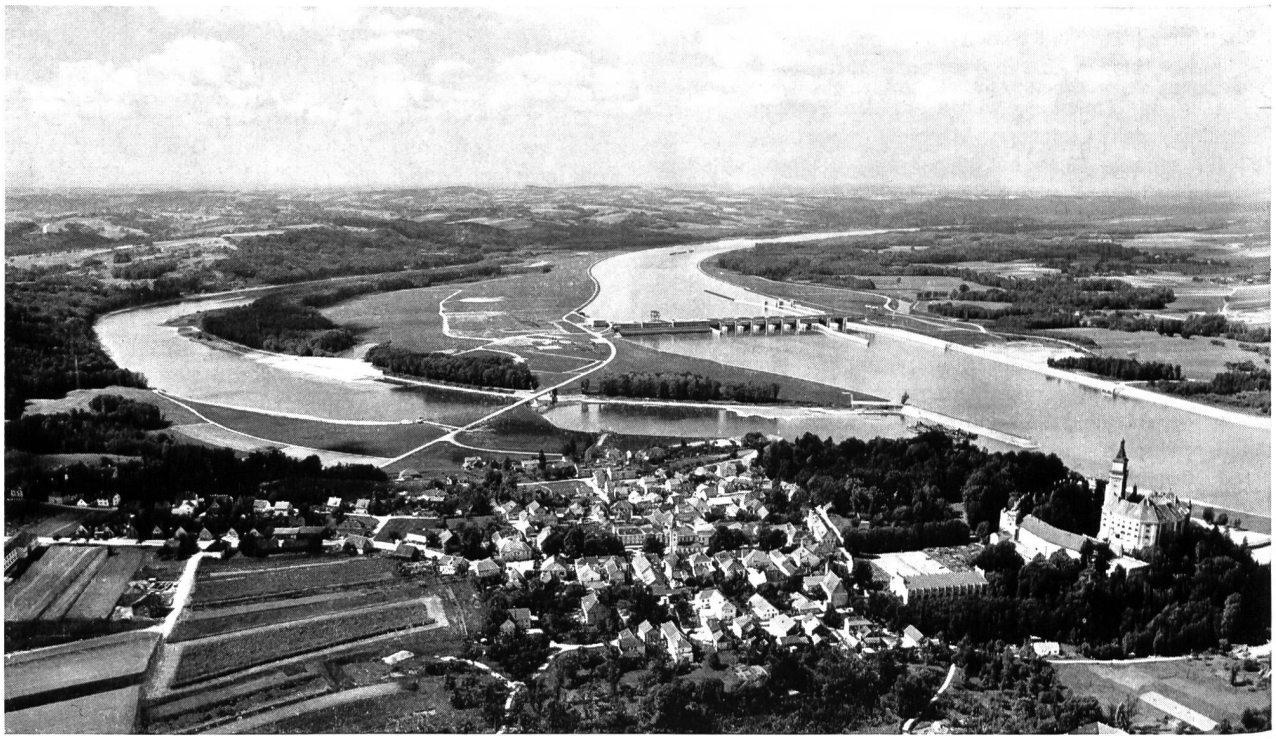
Die österreichischen Uferbereiche an der Donau erstrecken sich am linken Ufer von km 2201,8 (knapp unterhalb «Jochenstein») bis zur Marchmündung (km 1880,3) und am rechten Ufer von km 2223,2 (unterhalb der Innmündung) bis km 1872,7 gegenüber Pressburg/Bratislava; sie umfassen somit am

linken Ufer	321,5 km
rechten Ufer	350,5 km
zusammen	672,0 km Uferlänge

Als Besonderheit und spezifisches Charakteristikum soll hervorgehoben werden, dass auf die etwa 330 km Flusslänge ein Höhenunterschied der natürlichen Mittelwasserspiegel von rund 145 m festzustellen ist, das ist mehr als der Höhenunterschied von der österreichischen Grenze bis zum Schwarzen Meer bei einer Länge von rund 1880 km. Es ergibt sich ein gemitteltes Gefälle von 0,44 Promille oder 44 cm je Kilometer Flusslänge im österreichischen Abschnitt. Wenn auch einzelne Bereiche bis über 1 Promille Gefälle aufweisen, so ist dieses doch im Gesamtbereich sehr einheitlich ausgestaltet, und zwar gilt dies sowohl für die von der Donau im österreichischen Bereich durchströmten Beckenlandschaften als auch für die Durchbruchsbereiche, in denen die Donau Ausläufer der Böhmischen Masse in mehr oder weniger gewundenen Engtälern durchschneidet. Aus diesen topographischen Verhältnissen resultiert einerseits der grosse Energieinhalt dieser Strecke, andererseits aber die relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit und geringe Wassertiefe bei Niederwasser als Behinderung der Grossschiffahrt.

Dem haben teilweise schon die ersten Entwürfe der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg Rechnung getragen, besonders aber der 1947 bis 1952 erstellte Gesamtrahmenplan der Oesterreichischen Donaukraftwerke AG (DoKW), die 1947 mit der Aufgabe der energiewirtschaftlichen Nutzung der Donau betraut wurde und die von vornherein in dieser

Bild 8 Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen, DoKW, Blick stromaufwärts.



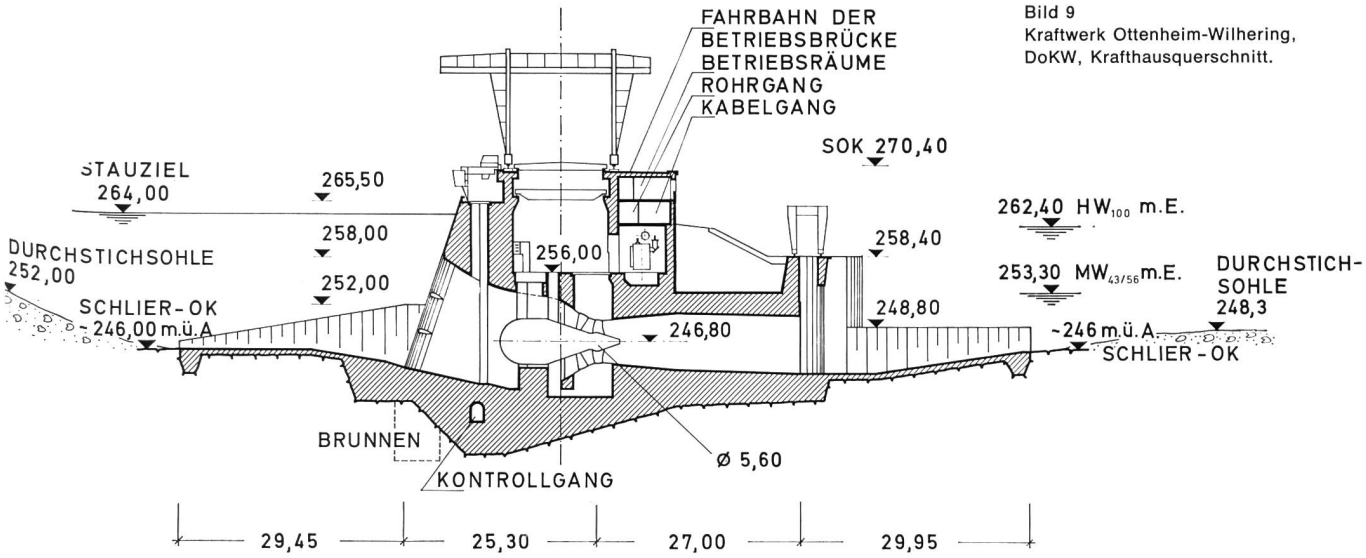


Bild 9
Kraftwerk Ottenheim-Wilhering, DoKW, Krafthausquerschnitt.

Aufgabe auch die untrennbar damit verbundene, schiffahrtstechnisch voll befriedigende Planung dieses Abschnittes der transeuropäischen Wasserstrasse gesehen hat.

Der erstellte Rahmenplan hat daher diese Doppelfunktion (Schiffahrtsweg und Energieträger) streng zu beachten. Bezüglich der Elektrizitätswirtschaft ist dabei noch zu berücksichtigen, dass der nutzbare Energieinhalt der österreichischen Donaustrecke durch das für einen Fluss dieser Wasserführung beträchtliche Gefälle mehr als ein Drittel der gesamten in Oesterreich hydraulisch erzeugbaren elektrischen Energie umfasst. Der Rahmenplan wurde nie als Zwangsjacke gesehen, so dass er den technischen Fortschritten und den wirtschaftlichen Erfordernissen in der Zwischenzeit angepasst wurde und wohl auch in Zukunft noch die eine oder andere Verbesserung erfahren wird. Seine derzeitige Fassung liegt in Bild 7 vor.

Nach dem Kraftwerk «Jochenstein», das als zwischenstaatliches, ausserhalb der Oesterreichischen Donaukraftwerke AG, aber doch als Bestandteil der österreichischen Donaustrecke gesehen werden muss, erfolgte ab 1954 der schrittweise — manchmal durch zeitliche Lücken etwas gehemmte, aber im grossen und ganzen doch kontinuierliche — Ausbau von «Ybbs-Persenbeug» (1954—1958), «Aschach» (1959—1964), «Wallsee-Mitterkirchen» (1965—1968) und seit Ende 1969 der Bau von «Ottensheim-Wilhering». («Ottensheim-Wilhering» wird Anfang 1973, nach dreijähriger Bauzeit, in Stau und Betrieb gehen.) Damit sind rund 40 % der österreichischen Donaustrecke als voll leistungsfähiger, jederzeit zweibahnig befahrbarer Schiffsweg ausgebaut und wird über ein Drittel des Energiepotentials, das die gesamte österreichische Donau bietet, genutzt sein.

Mehr aus historischen als aus technischen Gründen sei im folgenden die Unterteilung in die Abschnitte oberhalb und unterhalb von «Ybbs-Persenbeug» vorgenommen.

3.1 «Jochenstein» — «Ybbs-Persenbeug» (km 2203,3 bis km 2060,4)

Dieser Donauabschnitt ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass mit Ausnahme des Bereichs zwischen «Aschach» und der Stauwurzel von «Ybbs-Persenbeug», in der die Donau Niederungen durchfliesst, enge, von Steilhängen umgebene Durchbruchstäler vorhanden sind. Es waren daher sowohl für «Ybbs-Persenbeug» als für «Aschach», ähnlich «Jochenstein», besondere Gesichtspunkte für die Planung der Staubereiche zu beachten, die vor allem in einer Höherlegung von Verkehrswegen, im teilweisen Neubau tiefliegender Ortsteile usw. ihren Ausdruck fanden. Ausserdem war bei allen diesen Stufen die Errichtung des Hauptbauwerkes am untersten Ende der Engtäler im Flussbett selbst erforderlich, was eine Durchführung in einzelnen Bauabschnitten zur Aufrechterhaltung der Schiffahrt und der Ermöglichung der Hochwasserabfuhr erzwang. Dies führte notgedrungen zu einer etwas längeren Bauzeit der einzelnen Stufen als bei den im folgenden zu beschreibenden, in der Niederung gelegenen Stufen.

Die Werke «Wallsee» und «Ottensheim», die fertig sind bzw. in Vollendung stehen, sind ebenso wie das noch auszuführende Kraftwerk «Mauthausen» in Niederungen, mit teilweise Aulandschaftscharakter angeordnet und brachten damit, ähnlich wie in der deutschen Donaustrecke, die Problematik der Erhaltung wichtiger Retentionsräume für den Hochwasserabfluss mit sich, was zur Ausführung von im Hochwasserfall überströmbaren Bereichen der uferbegleitenden Rückstaudämme führte. Dadurch wird zwar die Häufigkeit der Ueberflutungen bei Hochwässern vermindert, die dämpfende Retentionswirkung bei extremen Hochwässern jedoch erhalten. Andererseits brachte die Situierung in den Flachlandbereichen geringere Probleme der Absiedelung und der Verkehrswege, da es sich ja um Hochwassergebiete handelt und den Vorteil, der sich aus der Möglichkeit darbot, das eigentliche Hauptbauwerk in seitlich des derzeitigen Flussbettes gelegenen Aubereichen anzuordnen. Dass hierbei die Möglichkeit des Abschneidens schiffahrtsbehindernder, scharfer Krümmungen ausgenützt wurde und man somit eine Streckung des Verlaufes (Bild 8) erzielt hat, war der eine Vorteil; der wesentliche lag jedoch in der Möglichkeit der Schaffung absolut hochwassersicherer einheitlicher Baugruben für das gesamte Hauptbauwerk mit seinen drei Hauptbauteilen, nämlich der Doppelschleusenanlage, der Wehranlage und des Krafthauses. Hiezu kommt noch der Entfall von Behinderungen zwischen Baugeschehen und Schiffahrt sowie weitestgehende Hochwasserfreiheit der

Baugrube. Trotz der für die Schaffung eines neuen Donaubettes erforderlichen gewaltigen Aushubkubatur, die im Einzelfall in der Grössenordnung von 10 und mehr Millionen Kubikmetern lag, konnte dadurch eine wesentliche Beschleunigung und Verbilligung erzielt werden. Die dabei gewonnenen guten Erfahrungen haben auch im überarbeiteten Rahmenplan für den unterhalb «Ybbs-Persenbeug» gelegenen Abschnitt ihren Niederschlag gefunden.

Nachdem das vierte rein österreichische Kraftwerk, «Ottensheim-Wilhering», im März des Jahres 1973 seinen Betrieb aufnimmt und eine Unterwassereintiefung eine Verbesserung bis nahe dem Bereich Linz in schiffahrtstechnischer Hinsicht schafft, verbleibt nur noch eine nicht ausgebaute Stromstrecke von ca. 20 km Länge, die voraussichtlich in den Jahren 1976 bis 1979 durch die Errichtung der Anlage «Mauthausen» geschlossen werden soll.

Im Zuge des kontinuierlichen Ausbaues wurden in konstruktiver Hinsicht laufend Verbesserungen bzw. wirtschaftlichere Lösungen angestrebt, die beim Hauptbauwerk insbesondere den kostenvermindernden Einsatz von horizontalen Kaplanturbinen (Rohrturbinen) in «Ottensheim-Wilhering» (Bild 9) brachte, wodurch an Aushubtiefe und in schalungstechnischer Hinsicht wesentliche Einsparungen erzielt werden konnten. In Zukunft dürfte auch der Uebergang von den bisher in den Donaukraftwerken grösserer Dimension angewendeten Doppelhakenschützen zu Segmentverschlüssen mit aufgesetzter Klappe eine wesentliche konstruktive Veränderung bedeuten. Auch hat die Vereinheitlichung von Wehrfeldbreiten und Schleusenbreiten (beide 24 m) zu einem wechselweisen Einsatz von Notverschlüssen untereinander und zwischen den Kraftwerken geführt. Die Leistung und Arbeitswerte der vorhandenen bzw. geplanten Kraftwerke können der Gesamttabelle bzw. dem Bauprogramm entnommen werden.

3.2 «Ybbs-Persenbeug» — «Wolfsthal-Bratislava»

(km 2060,4 bis km 1873,3)

In diesem Donauabschnitt erfolgte in den letzten Jahren eine Konzentration im Raume zwischen Krems und Wien durch Ersatz der bisher geplanten drei Kraftwerke durch nunmehr zwei mit grösseren Stauhöhen bei gleicher energiewirtschaftlicher Nutzungsmöglichkeit. Dadurch kann eine Verkürzung der Gesamtbauzeit, eine merkliche Verbilligung und eine wesentliche Verbesserung durch Entfall einer Schleusenanlage für die Schiffahrt erzielt werden.

Der Abschnitt ist dadurch gekennzeichnet, dass von «Ybbs-Persenbeug» bis Krems ein landschaftliches Herzstück der Donau, der Raum Melk und Wachau, durchströmt wird, während unterhalb von Krems die breite Ebene des Tullnerfeldes ähnliche Ueberlegungen gestattet, wie sie in den Flachlandstufen im Oberlauf vorstehend geschildert wurden.

Eine Besonderheit bildet auch die Stufe «Wien», die in Abstimmung mit den einen totalen Hochwasserschutz bietenden strombaulichen und schutzbautechnischen Massnahmen im Stadtgebiet von Wien zu planen war. Dieser totale Hochwasserschutz von Wien wurde durch die Ereignisse der Hochwässer der letzten Jahrzehnte, insbesondere 1954, zu einem immer dringenderen Problem der wachsenden Stadt und ist derzeit bereits in Ausführung. Unterhalb Wien kann eine geschlossene Planung auch des österreichischen Abschnittes nur im Zusammenhang mit einem Gemeinschaftskraftwerk im Bereich «Wolfsthal-Bratislava», das zu einem zumindest teilweisen Einstau der March als zukünftiger unterster Abschnitt der Donau-Oder-Verbindung führt, gesehen werden. Es ist aber unbestritten, dass das letzte rein österreichische Kraftwerk ebenso wie das sehr stark (grosse Stauhöhe) ausgeführte oberste Werk «Aschach» dafür prädestiniert sein muss, einen Schwellbetrieb in der eines Tages fertiggestellten Donaukette zu ermöglichen.

Von den in diesem Abschnitt geplanten Kraftwerken wird zunächst das Kraftwerk «Altenwörth» (Bild 10) errichtet, für das der Baubeschluss 1972 gefasst wurde und in dem die Bauarbeiten bereits angelaufen sind. «Altenwörth» ist durch seine Fallhöhe von 15,3 m bei Mittelwasser und die durch die österreichischen Zubringer (Enns, Traun usw.) verstärkte Wasserführung die grösste der österreichischen Donaustufen und wird eine Jahresarbeit von über 2000 GWh erbringen. Damit wird «Altenwörth» bezüglich der Jahresarbeit zu Oesterreichs grösster Wasserkraftanlage.

Ueber die Stufen «Melk» und «Rossatz», die oberhalb und in der Wachau geplant sind, haben sich eine Reihe von Diskussionen im letzten Jahr ergeben, die interessanterweise bei «Melk» zu einer völligen Koordinierung der Meinungen zwischen Planung und örtlichen Stellen geführt hat, während bei «Rossatz» sehr stark emotionelle Argumente ins Spiel gebracht werden. Obwohl diese Stufe durch Beschränkung ihrer Stauhöhe auf ein für den vollleistungsfähigen Schiffahrtsweg unbedingtes Mass nur zu geringfügigen Veränderungen in den Uferbereichen führen wird, ist die weltweit erörterte Frage der Umweltbeeinflussung hier ausserordentlich stark in Diskussion gebracht worden. Fest steht schon heute, dass zum frühesten Zeitpunkt der Verwirklichung dieser Stufe, in etwa zehn Jahren, ihr Energiedargebot kein essentieller Beitrag zur Energieversorgung sein wird, so dass die entscheidende Frage in diesem Bereich die Sicherstellung eines volleistungsfähigen Schiffahrtsweges ist. Es ist allerdings zu erwarten, dass die bei den bestehenden Anlagen — von denen mehrere in topographisch ähnlichen Durchbruchstälern errichtet wurden —, gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen, die auch im Ausland mit dem Ausbau von Flüssen in landschaftlich besonders wertvollen Bereichen (Mosel oder Main) gemacht wurden, zu einer sachlichen und von allen Seiten vertretbaren Lösung beitragen werden.

Es ist selbstverständlich, dass im Zuge der schrittweisen Verwirklichung und Vollendung des Donauausbaues im österreichischen Abschnitt noch Veränderungen vorgenommen werden; es erschien jedoch für eine zeitliche Einordnung im Zusammenhang mit der Europawasserstrasse Rhein-Main-Donau einerseits und für ein längerfristiges Energiekonzept andererseits wichtig, den weiteren zeitlichen Ablauf in einer realistischen Vorschau zu untersuchen (Bild 11). Danach wäre der Vollausbau bis zur österreichisch-tschechischen Grenze etwa bis zum Jahr 1995 verwirklichbar; Wien wäre schiffahrtstechnisch von der Nordsee jederzeit, auch bei Niederwasser, ab 1990 erreichbar.

Vom Beginn der Bauarbeiten in «Jochenstein» wäre das nur wenig mehr als 40 Jahre Gesamtbauzeit für die 330 km lange Donaustrecke und ihre 13 Stufen. Aus eigener Erfahrung sei der persönliche Hinweis gestattet, dass in der personellen Kontinuität einer für einen Kleinstaat ausserordentlichen Aufgabe mit global 40 Mrd. Schilling Bauwert (auf derzeitiger Basis) enorme wirtschaftliche Vorteile der Rationalisierung und des Erfahrungseinsatzes gegeben sind, entspricht doch die Gesamtbauzeit in etwa

Bild 10
Kraftwerkbaustelle Altenwörth, DoKW, Blick stromaufwärts.

dem Berufsleben eines Einzelnen. Der bisherige Bestand an Donaukraftwerken, einschliesslich ½ «Jochenstein», hat von der jeweiligen Inbetriebnahme bis Ende 1972 fast 47 000 GWh erbracht.

Zusammenfassend ergibt sich für den österreichischen Donauabschnitt (Tabelle 2):

	Anzahl der Kraftwerke		Leistung MW		Arbeit GWh	
3.1 ½ «Jochenstein»—«Ybbs»	5½	(4½)	1094	(934)	6660	(5700)
3.2 «Ybbs»—½«Wolfsthal»	6½	(—)	1326	(—)	7940	(—)
Zusammen	12	(4½)	2420	(934)	14600	(5700)

(. . . .) = Bestand

4. Mittlere Donau

von der Marchmündung bis Turnu-Severin, das ist von km 1880 bis km 930 (Bild 12).

Dieser Donauabschnitt berührt bzw. durchläuft die Staatsgebiete CSSR, Ungarn, Jugoslawien und Rumänien sowie einen kurzen, 8 km langen, rechtsufrigen österreichischen Grenzbereich gegenüber der Marchmündung.

Zur CSSR zählen 172 km (linkes) und 23 km (rechtes) Ufer, zu Ungarn 275 km (linkes) und 417 km (rechtes), zu Jugoslawien 358 km (linkes) und 503 km (rechtes), zu Rumänien 145 km (linkes) Ufer. Sowohl das Kraftwerk «Eisernes Tor» als auch alle geplanten Kraftwerke in diesem Abschnitt sind zwischenstaatliche Anlagen; eine Ausnahme bildet nur das Kraftwerk «Novisad» (rein jugoslawisch), das nach letzten Auskünften jedoch sehr fraglich hinsichtlich seiner Verwirklichung ist.

Topographisch ist der Abschnitt durch den Austritt aus dem Wiener Becken (Pforte bei Theben-Hainburg) in die ungarische Tiefebene gekennzeichnet, auf den der weitere Verlauf in dieser Ebene folgt. Nach dem Einmünden von Theiss und Save setzt die Donau östlich von Belgrad zum imposanten Durchbruch durch die Karpathen, die sogenannte Enge von Kasan bzw. die Kataraktenstrecke des Eisernen Tores an.

Aus dieser geographischen Lage resultieren auch die recht unterschiedlichen Gefällsverhältnisse, die ähnlich der österreichischen Strecke bis etwa km 1810 fast 0,4 Promille betragen und den Bereich der gewaltigen Geschiebeablagerungen der Grossen und Kleinen Schütt umfassen. Hierauf folgt eine Flachstrecke von nur i. M. 0,07 Promille und erst beim Eintritt in die Kasan-Strecke bei km 1016 (das ist 154 km unterhalb von Belgrad) steigert sich bis Turnu-Severin das Gefälle wieder auf 0,31 Promille. Dort bietet sich die grosse Energienutzung aber auch die Notwendigkeit der Verbesserung des Schiffahrtsweges besonders an und hat in diesem Abschnitt zum bisher einzigen verwirklichten Kraftwerk, dem Kraftwerk «Eisernes Tor» geführt.

Die Planung von Kraftstufen in der gegenständlichen Strecke war vielfach wechselnd. Als derzeit letzter Stand dürfte anzusehen sein:

Am Beginn der Strecke das tschechisch-österreichische Grenzkraftwerk «Wolfsthal-Bratislava», km 1873,30,

das ist unterhalb der Marchmündung mit Einstau in deren untersten Bereich. Dieses Grenzkraftwerk ist einerseits noch Bestandteil der Ausbaupläne des österreichischen Donauabschnittes, andererseits ist es eine echte Mehrzweckanlage, und zwar im Zusammenhang mit der seit Jahrzehnten geplanten, allerdings bis heute nicht verwirklichten, Donau-Oder-Elbe-Kanalverbindung. Der unterste Bereich der March dient nämlich als Beginn dieser Kanalverbindung und soll durch den Aufstau des Kraftwerkes «Wolfsthal-Bratislava» schiffbar werden.

Ferner ist gerade in den letzten Jahren die Frage eines verbesserten Hochwasserschutzes der Stadt Pressburg/Bratislava in Untersuchung gezogen worden. Die Planung dieses Kraftwerkes fand zwar vor ca. 14 Jahren einen gewissen Abschluss, doch ist nicht auszuschliessen, dass die Abstimmung mit den weiteren Ausbauplänen in der mittleren Donaustrecke einerseits und gewisse Fragen der Beeinflussung des unteren Wiener Beckens (Marchfeld) noch Veränderungen der zwischenstaatlichen Projektierungstätigkeit hervorrufen werden.

Das Kraftwerk «Wolfsthal-Bratislava» ist mit rund 200 MW und 1340 GWh in den bisherigen Planungen enthalten, wobei die Hälfte dieser Werte im österreichischen Donaubereich bereits in Rechnung gestellt wurde.

An diese Stufe anschliessend sind im tschechisch-ungarischen Grenzbereich nach den letztzugänglichen Veröffentlichungen und Mitteilungen zwei Kraftwerke als zusammengehöriges System geplant. Das Hauptwerk mit der Bezeichnung «Gabcikovo» beinhaltet eine Wehranlage etwa bei km 1842 (Dunakiliti), von der aus ein ca. 18 km langer i. M. 350 m breiter Triebwasser- und Schiffahrtskanal bis zum Schleusen- und Kraftwerkbereich bei «Gabcikovo», km 1822, führt. Zur Ermöglichung der Schiffahrt in dem durch den Kanal umgangenen Donaubereich ist auch bei Dunakiliti im Rahmen der Wehranlage eine vorläufige Schleusenanlage vorgesehen.

An die Kraftstufe «Gabcikovo» mit ihrer Fallhöhe von über 20 m schliesst ein Unterwasserkanal von rund 7 km Länge an, der etwa bei Strom-km 1812 wieder die Donau erreicht. Bemerkenswert ist, dass oberhalb der Wehranlage Dunakiliti ein ausserordentlich grosser und leistungsfähiger Speicherraum durch weit ausserhalb der bestehenden Donauufer angeordnete Umfassungsdämme entstehen soll, der fast bis Bratislava reicht. Bei 1 m Spiegelsenkung stehen 50 bis 60 Mio m³ für einen leistungsfähigen Spitzenbetrieb dieser Anlage zur Verfügung. Entsprechend der Donaukonvention sind bei «Gabcikovo» Schleusen mit den Abmessungen 34 x 260 m, wie sie beim «Eisernen Tor» bereits ausgeführt wurden, geplant.

An die vorbeschriebene Stufe «Gabcikovo» schliesst in der Flachstrecke zwischen Gönyü und Budapest das Kraftwerk «Nagymaros-Vischegrad» an. Es ist bei km 1696 geplant. Der Stau dieser Stufe, die eine Fallhöhe von etwa 9 m erhalten wird, soll bis an das Unterwasser der vorher erwähnten Stufe «Gabcikovo» reichen. Die Stufe selbst war nach bisher veröffentlichten Planungen mit einer am linken Ufer (Nagymaros) gelegenen Schleusenanlage, einem in Strommitte gelegenen Wehr und zwei Krafthäusern, links und rechts der Wehranlage, geplant, die nun überarbeitet werden soll. Die Begründung für diese Anordnung, die weitgehend ähnlich der von «Ybbs-Persenbeug» ist, lag in der starken Krümmung, die der Strom bei Vischegrad

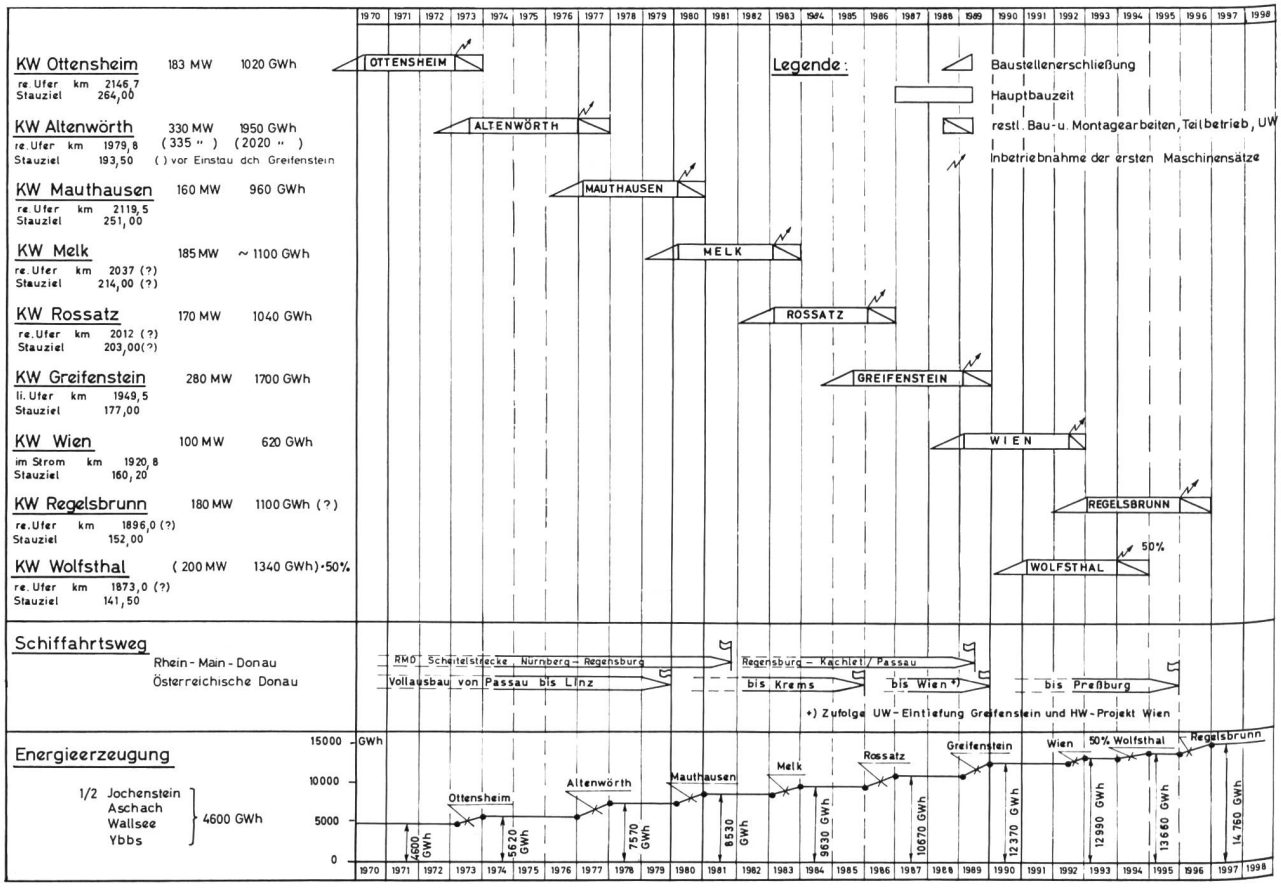


Bild 11 Generelles Ausbauprogramm für die österreichische Donau 1970—1995.

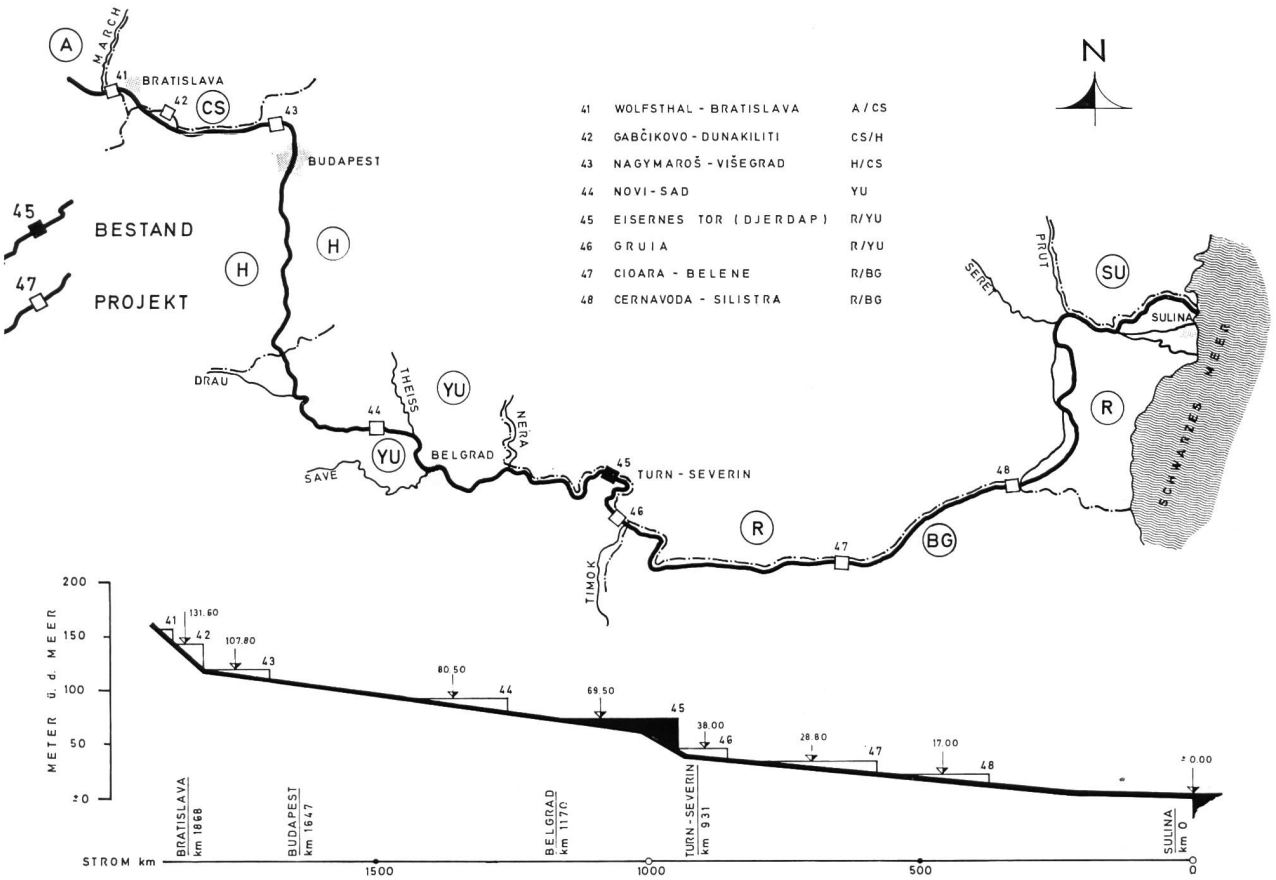


Bild 12 Mittlere und untere Donaustrecke.

(rechtes Ufer) beim Durchbruch des Pilis- und Börzsönygebirges bildet. Diese zwei Höhenrücken schliessen die obere ungarische Tiefebene von der unteren bei Budapest beginnenden ab. Das Kraftwerk wird knapp unterhalb der tschechisch-ungarischen Grenze liegen, doch wirkt sich sein Stau, wie schon erwähnt, auf den gesamten Bereich des gemeinsamen Verlaufes aus; im Anschluss an das Kraftwerk ist eine fast 40 km lange Sohleneintiefung im Unterwasser geplant.

Für beide Kraftwerke des tschechisch-ungarischen Gemeinschaftsbereiches werden folgende Daten angegeben:

«Gabcikovo»	Fallhöhe	etwa 23 m
	Leistung	700 MW
	Jahresarbeit	2980 GWh
«Nagymaros-Vischegrad»	Fallhöhe	9 m
	Leistung	150 MW
	Jahresarbeit	1000 GWh

Von Budapest abwärts waren wohl in früheren Planungen zwei Stufen bei Adony und Faisz geplant, doch sind diese nach letzten Angaben nicht mehr aktuell. Es besteht auch scheinbar keine zwingende Notwendigkeit aus Gründen der Verbesserung des Schiffahrtsweges Stauhaltungen zu errichten, da die ungarischen Fachleute der Ueberzeugung sind, in diesem Bereich durch flussbauliche Massnahmen die notwendigen Fahrwassertiefen, auch für den Zukunftsverkehr (3,50 m bei RNW) sicherzustellen.

Erst in der beidseits jugoslawischen Strecke besteht ein Projekt für ein Kraftwerk bei «Novisad», etwa bei Strom-km 1260. Dieses, etwa 200 bis 250 MW Leistung und 1500 GWh Jahresarbeit aufweisende geplante Kraftwerk ist jedoch ebenfalls ausserordentlich fraglich bezüglich seiner Verwirklichung und sei daher nur der Vollständigkeit wegen angeführt. Hier spielen schiffahrtstechnische Ueberlegungen über einen Donau-Theiss-Donau-Kanal, der den Bereich zwischen Mohacs und Novisad umgehen würde, eine gewisse Rolle.

Bei Belgrad, wo die Donau durch die inzwischen vom linksufrigen Einzugsgebiet einmündende Theiss und die bei Belgrad einmündende Save in ihrer Wasserführung gewaltig angestiegen ist, beginnt bereits die Auswirkung des Kraftwerkes «Eisernes Tor». Die offizielle Bezeichnung hierfür ist «Djerdap» oder «Portile de Fer». Die eigentliche Staustelle liegt ca. 230 km unterhalb von Belgrad. Für das Kraftwerk «Eisernes Tor» wird auf den eigenen Beitrag in diesem Heft verwiesen. Die endgültigen Leistungsdaten sind 2050 MW und 10 000 GWh. Die Stufe ist ohne Zweifel gerade durch die Notwendigkeit der Errichtung im Engtal eine technische Grossleistung, um so mehr, als während der gesamten Bauzeit für die extremen Hochwasserverhältnisse einerseits und die Aufrechterhaltung der Schiffahrt andererseits Vorsorge getroffen werden musste. «Eisernes Tor» ist als Gemeinschaftskraftwerk durch Rumänien und Jugoslawien als Angrenzerstaaten errichtet worden.

Zusammenfassend ergibt sich für den mittleren Donauabschnitt, bestehend aus den Kraftwerken «Wolfsthal-Bratislava» (1/2), «Gabcikovo», «Nagymaros-Vischegrad», «Novisad» und «Eisernes Tor» eine Leistung von 3250 MW und ein RAV von 16 150 GWh, woran die Staaten Tschechoslowakei, Ungarn, Jugoslawien und Rumänien beteiligt sind (Tabelle 2).

5. Untere Donau

von Turnu-Severin bis zur Mündung bei Sulina, das ist km 930 bis km 0 (Bild 12)

Dieser unterste Donauabschnitt grenzt an folgende Staatsgebiete an:

an Rumänien	796 km	linkes Ufer
	374 km	rechtes Ufer
an Jugoslawien	84 km	rechtes Ufer (von Turnu-Severin bis zur Einmündung des Timok)
an Bulgarien	472 km	rechtes Ufer
an die UdSSR	134 km	linkes Ufer

In topographischer Hinsicht ist die Donau im gesamten Verlauf von Turnu-Severin an ein typischer Flachlandstrom, dessen Gefälle von 0,065 Promille bis auf Null abnimmt. Dementsprechend sind sowohl die Breiten des Normalflussbettes, aber insbesondere der Hochwasserbereich ausserordentlich gross, und es bestehen keine besonderen Schwierigkeiten für eine leistungsfähige Schifffahrt in diesem Abschnitt der Donau. Der Anreiz zum Ausbau liegt daher in erster Linie auf energiewirtschaftlichem Gebiet. Für die zuerst zu schildernde oberste Stufe dieses Bereiches ist auch die Sicherung des Unterwassers der im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Grosskraftwerkstufe «Eisernes Tor» von Bedeutung.

Nach verschiedenen anderen Planungen, die mehrere Standorte in Erwägung gezogen haben, scheinen sich nunmehr die Ausbauabsichten auf folgende zu konzentrieren:

Kraftwerk «Gruia» (auch als «Djerdap II» bezeichnet) als Gemeinschaftskraftwerk zwischen Rumänien und Jugoslawien und Unterstufe zum «Eisernen Tor». Der Standort wäre etwa bei km 855, Leistung und Jahresarbeit in der Grössenordnung von 400 MW bzw. 2400 GWh. Vorbereitungen für die Errichtung dieser Stufe sind bereits im Gange. Vorgänger dieses Projektes war eine bei Vidin-Calafat geplante Stufe.

Im unterhalb anschliessenden Bereich bildet die Donau die Staatsgrenze zwischen Rumänien und Bulgarien. In diesem Abschnitt sind auf längere Sicht zwei Kraftwerke geplant, und zwar bei «Cioara-Belene» und «Cernovoda-Silistra». Das erstgenannte steht bereits in Planung, wobei ein Baubeginn ab 1975 in Erwägung gezogen wird. Hier ist, ähnlich wie beim «Eisernen Tor», an jedem Ufer eine komplette Anlage geplant, bestehend aus einer Einfachschleuse, Krafthaus und Wehr; beide Anlagen sollen jeweils im Uferbereich der beiden Staaten errichtet werden und der jetzige Donaulauf nach Bauvollendung durch einen beide Anlagenteile verbindenden Damm abgeschlossen werden. Es handelt sich also in mancher Beziehung um eine völlige Doppelanlage. Die Anlage «Cernovoda-Silistra» soll anschliessend, ebenfalls gemeinsam zwischen beiden Staaten, errichtet werden. Frühere Planungen, die bis Brăila und Ismail-Tulcea reichten, sind nicht mehr aktuell. Die beiden angeführten Kraftwerke sollen folgende Hauptdaten erhalten:

«Cioara-Belene»	Fallhöhe	10 m
	Leistung	750 MW
	Jahresarbeit	3800 GWh
«Cernovoda-Silistra»	Fallhöhe	5 m
	Leistung	400 MW
	Jahresarbeit	3000 GWh

Der Bereich unterhalb Turnu-Severin ist, wie bereits erwähnt, durch das ausserordentlich geringe Gefälle von weniger als 40 m auf 1000 km Länge gekennzeichnet. Trotzdem ist es interessant, dass auch in diesem Bereich Planungen für Wasserkraftnutzungen bestehen, was durch die ausserordentlich hohe und ausgeglichene Wasserführung aus einem fast 600 000 km² umfassenden Einzugsgebiet erklärlich erscheint.

Die drei im Vorstehenden angeführten Kraftwerke ergeben zusammen 1560 MW und 9200 GWh (Tabelle 2).

6. Zusammenfassung

Es wurde der Versuch gemacht, aus den erreichbaren Angaben — wobei hier allen befragten Stellen der beste Dank ausgesprochen sei — eine Zusammenstellung der Wasserkraftnutzung am europäischen Strom Donau zu verfassen. Das Ergebnis ist in den beigefügten Tabellen enthalten und umfasst

48 Kraftwerke mit einer geplanten Leistung von 7660 MW, die im Regeljahr rund 42 600 GWh elektrischer Arbeit erbringen sollen; davon sind

18 Kraftwerke mit 3253 MW und 17 330 GWh bereits in Betrieb, das sind rund 41 Prozent; mehr als die Hälfte dieses gewaltigen Energievorrates kann also noch zusätzlich genutzt werden.

Betrachtet man abschliessend die in Tabelle 3 ausgewiesenen Leistungs- und Arbeitswerte der einzelnen Donaustaaten, so mag man es dem Verfasser verzeihen, wenn mit Stolz festgestellt wird, dass Oesterreich mit 14 600 GWh Energiepotential der Donau trotz seiner mit 672 km relativ bescheidenen Uferlänge (links und rechts) eindeutig an der Spitze steht. Die ausgewiesenen Werte der je Kilometer Uferlänge geplanten Leistung und Arbeit, die im Mittel 1,5 MW/km und 8,3 GWh/km betragen, erreichen in Oesterreich die Spitzenwerte von 3,6 MW/km bzw. 22 GWh/km. Deutlicher kann das glückliche Zusammentreffen von grosser Wasserführung und starkem Gefälle nicht zum Ausdruck gebracht werden. Gerade in Zeiten der zunehmenden Energieverknappung kann ein solcher Reichtum, wie ihn die Donau allen Anrainerstaaten bietet, nicht hoch genug eingeschätzt werden. Sind alle diese wertvollen Kraftwerkprojekte darüber hinaus noch wesentliche Voraussetzungen für eine verbesserte Grosswasserstrasse zwischen West und Ost und erfüllen sie umfangreiche Zwecke der Bewässerung oder des Hochwasserschutzes, so kann ohne Uebertreibung gesagt werden, dass der weitere kontinuierliche Ausbau für uns alle eine europäische Aufgabe ist.

Die Donau als sich ewig erneuernder Energiespender und als Verbindungsband des Verkehrs, als Europa-Kraftwasserstrasse von der Nordsee bis zum Schwarzen Meer!

Adresse des Verfassers:
Direktor Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Fenz,
Vorstandsmitglied der Österreichischen Donaukraftwerke AG,
Parkring 12, A 1010 Wien