

österreichische zeitschrift
für elektrizitätswirtschaft

OZE

5/6

MAI/JUNI 1984
37. JAHRGANG
SEITE 111-184

30 Jahre österreichischer Donauausbau 1954 - 1984



Donaukraftwerk Greifenstein

WAWI-047

Herausgegeben vom Verband der Elektrizitätswerke Österreichs
Organ des Österreichischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz

Hauptschriftleitung: Dipl.-Ing. J. Gartner, Wien
Springer-Verlag / Wien · New York

37. Jahrgang

Mai/Juni 1984

Heft 5/6

30 Jahre österreichischer Donauausbau¹⁾ 1954–1984

30 Years of Development of the River Danube in Austria

30 ans d'aménagement du Danube en Autriche



Titelbild:

Das Donaukraftwerk Greifenstein wurde am 21. Mai dieses Jahres im Beisein von Bundespräsident Dr. Rudolf Kirchschläger feierlich in Betrieb genommen. Greifenstein, mit einer Maschinenleistung von 293 000 Kilowatt und einem Regelarbeitsvermögen von 1720 GWh, ist das achte in der Kette der seit 1954 errichteten Laufkraftwerke an der österreichischen Donaustrecke.

¹⁾ (Artikelserie auszugsweise aus „Donaustrom“, © 1984 by Verlag A. F. Koska)

(Luftbild B. Löb/DoKW, freigegeben vom BM für Landesverteidigung, Zl. 13080/599)

ISSN 0029-9618 – OZELAA 37 (5/6) 111–184 (1984)

Inhalt – Contents – Table des matières

Maurer, A.:

Zum Geleit!

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 111

Foreword

Avant-propos

Wiesinger, A.:

Der Donauausbau – ein Beitrag zur umweltbewußten Entwicklung der Wirtschaft

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 112–114

The Development of the Danube – a Contribution towards an Economic
Development that Makes Allowance for the Environment

L'aménagement du Danube – une contribution à un développement de
l'économie qui tient compte des exigences de l'environnement

Kobilka, J.:

Die generelle Planung von Flußkraftwerken – eine umfassende technisch-ökologische Ingenieurleistung

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 115–130; 26 Abb.

Run-of-river Station Planning – A Comprehensive Ecological Engineering Feat

L'étude générale d'aménagements au fil de l'eau – un grand exploit technique
et écologique

Federspiel, H.:

Kraftwerke – Wasserstraße

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 130–131; 1 Abb.

Power Stations – Waterway

Aménagements hydroélectriques – Voie navigable

Neswada, F.:

Energieerzeugung der Österreichischen Donaukraftwerke

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 132–134; 2 Abb.

Energy Generated by the Power Stations on the Danube

L'électricité produite par les centrales hydrauliques sur le Danube

Schmidt, E., und H. Mally:

Das Hauptbauwerk: Entwicklungen in dreißig Jahren

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 135–142; 12 Abb.

The Main Structure: Development through 30 Years

L'ouvrage principal: Les développements au cours de 30 ans

Wunderle, E.:

Der elektro-maschinelle Bereich in 30 Jahren Donauausbau – bewährte Strukturen und neue Techniken

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 142–150; 8 Abb.

The Electrical and Mechanical Equipment through 30 Years of River Development on the Danube – Time-tested Structures and New Techniques

Les équipements électriques et mécaniques pendant 30 ans d'aménagement du Danube – structures éprouvées et techniques nouvelles

Schimunek, K.:

Ökologie und Kraftwerksbau

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 150–152

Ecology and Power Station Construction

Ecologie et réalisation de centrales hydroélectriques

Schoder, R.:

Wieder- bzw. Neubewaldung und Ersatzaufforstungen am Beispiel „Donaukraftwerk Melk“

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 152–155; 3 Abb.

Reafforestation, New Afforestation as well as Compensating Afforestation for the Melk Power Project on the River Danube

Reboisement, nouveau boisement et boisement de réparation dans la zone intéressée par l'aménagement de Melk sur la Danube

Dückstein, A.:

Der Donauausbau aus betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Sicht

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 156–159

The Development of the River Danube in Terms of Industrial Management and National Economy

L'aménagement du Danube des points de vue économie industrielle et économie politique

Musil, K., und E. Wiche:

Strombedarfsprognosen für Österreich

ÖZE, 37. Jg. (1984), H. 5/6, S. 159–163; 3 Abb.

Die beiden Strombedarfsprognosen des Wirtschaftsforschungsinstitutes und der Elektrizitätswirtschaft unterscheiden sich in der Aufgabenstellung, in den angewendeten Methoden und insbesondere im räumlichen und zeitlichen Geltungsbereich. Ein unmittelbarer Vergleich der beiden Prognosen aus dem Jahr 1983 ist daher nicht zulässig. In einer gemeinsamen Arbeit des Wirtschaftsforschungsinstitutes und der Verbundgesellschaft wird nachgewiesen, daß beide Prognosen weitgehend übereinstimmen, wenn sie auf dieselben Geltungsbereiche bezogen werden.

Bericht des Bundeslastverteilers	Seite
Die österreichische Elektrizitätswirtschaft im Februar 1984	163
Die österreichische Elektrizitätswirtschaft im März 1984	168
Erfahrungsaustausch – Korrosionsschutz	171
Mitteilungen des Verbandes	174
Mitteilungen und Kurzberichte	174
Geschäftsbericht	183
Personalbericht	183
Zeitschriftenschau und Buchbesprechungen	184

Impressum siehe S. 184

Firmenverzeichnis

zu den in diesem Heft enthaltenen Anzeigen

	Seite
Andritz-Aktiengesellschaft Maschinenfabrik, 8045 Graz-Andritz, Stattergerstraße 18	26
Anstalt für Strömungsmaschinen Ges.m.b.H., 8045 Graz, Reichsstraße 68 B	28
ARGE Donaukraftwerk Greifenstein, 2000 Stockerau, Kraftwerksgelände, Augebiet	13
Avenarius-Agro, 1010 Wien, Burgring 1	29
Bauschutz Wels GmbH. u. Co. KG, 4600 Wels, Postfach 238	6
Berndorf Metallwarenges. m. b. H., 2560 Berndorf, Leobersdorfer Straße 26	22
BEWAG Burgenländische Elektrizitätswirtschafts-AG., 7001 Eisenstadt, Kasernenstraße 9	12
Czasch Erich Ing. & Co., 1051 Wien, Castelligasse 20	11
Deller Wilhelm KG, D-5900 Siegen 21, Postfach 223160	12
Dietzel Ges.m.b.H., Kunststoff- und Metwallwarenfabrik, 1051 Wien, Bräuhausgasse 63	21
Donaukraftwerk Jochenstein AG, Zweigniederlassung: 4780 Schärding am Inn, Postfach 10	12
Doubrava KG, 4800 Attnang-Puchheim, Fach 73	16
Drott M. R. K.G., 1015 Wien, Johannesgasse 18	27
EBG Elektro-Bau A.G., 4021 Linz, Kraußstraße 1–7	14
Einkaufsgenossenschaft Österreichischer Elektrizitätswerke reg. Gen.m.b.H., 1095 Wien, Hebragasse 2/Alser Straße 44	6
Electro-Terminal Ges. m. b. H., 6022 Innsbruck, Archenweg 58	11
ELIN-Union, Aktiengesellschaft für elektrische Industrie, 1141 Wien, Penzinger Straße 76	20
Felten & Guillaume, Fabrik elektrischer Apparate A.G., 3943 Schrems-Eugenia, NÖ, Technisches Büro: 1150 Wien, Sturzgasse 18–20	18
GKN – KELLER Spezialtiefbau, 1150 Wien, Mariahilfer Straße 129	29
Glaunach Lärmschutz, 9020 Klagenfurt, Koningsbergerstraße 22	7, 8
GRUNDIG AUSTRIA Ges. m. b. H., 1120 Wien, Breitenfurter Straße 43–45	32
Impregna Holzimpregnierungsges.m.b.H., 1130 Wien, Preindlgasse 2	6
Inglomark, Markowitsch & Co., 1151 Wien, Mariahilfer Straße 133, Postfach 73	10
Keiblinger Umwelttechnik, 1170 Wien, Dornbacher Straße 83/14	12
Lestin & Co. Ges.m.b.H., 1040 Wien, Trappelgasse 3	12
Liebherr-Werk Telfs Ges.m.b.H., 6410 Telfs, Postfach 36	25
Maier B. GmbH. & Co. KG., D-4800 Bielefeld, Postfach 140640	10
Minerva, Wissenschaftliche Buchhandlung, 1010 Wien, Schotengasse 7	12
Mobil Oil Austria AG, 1011 Wien, Schwarzenbergplatz 16	4
Oesterreichische Brown Boveri-Werke Aktiengesellschaft, 1101 Wien, Pernerstorfergasse 94	9, 23

Österreichische Donaukraftwerke AG., 1011 Wien, Parkring 12, Postfach 88	Titelseite
Pelikan Austria, 1101 Wien, Postfach 191	11
Rittmeyer Gesellschaft m.b.H., 1150 Wien, Loeschenkohlgrasse 6	19
Salzburger Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft, 5021 Salzburg, Schwarzstraße 44	6
Siemens Aktiengesellschaft Österreich, 1211 Wien, Fach 83	5
Sprecher + Schuh Ges.m.b.H., 4020 Linz/Donau, Franckstraße 51	17
Springer-Verlag / Wien · New York, 1010 Wien, Mölkerbastei 5 ...	2, 24, 30
Stuag Straßen- u. Tiefbau-Unternehmung AG., 1015 Wien, Seilerstätte 18-20	22
Technol Mineralöl-Veredlungs-Gesellschaft m.b.H., 1144 Wien, Linzer Straße 421a	26
Tiroler Röhren- u. Metallwerke Aktiengesellschaft, 6060 Hall in Tirol, Postfach 62	28
UHER AG., 1194 Wien, Mooslackengasse 17	15
VOEST-ALPINE AG., 4010 Linz, Postfach 2	3
Voith J. M. A.G., Maschinenfabrik, 3100 St. Pölten, Postfach 168 ..	31

Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft

Für die Redaktion bestimmte Zuschriften und Manuskripte sind an die Hauptschriftleitung, A-1040 Wien, Brahmplatz 3, Besprechungsexemplare und Zeitschriften an Springer-Verlag, A-1010 Wien, Mölkerbastei 5, zu richten.

Aufnahmebedingungen: Voraussetzung für die Einreichung eines Manuskriptes an die Redaktion der Zeitschrift ist, daß die Arbeit noch nicht publiziert oder an anderer Stelle zur Publikation eingereicht wurde. Ferner wird vorausgesetzt, daß die Publikation von allen beteiligten Autoren einer Arbeitsgruppe genehmigt und daß die Arbeit, wenn sie zur Publikation angenommen wurde, nicht an anderer Stelle in gleicher Form, ohne die Genehmigung des Copyright-Inhabers, publiziert wird, entweder in derselben oder einer anderen Sprache. Mit der Annahme und Veröffentlichung des Manuskriptes geht das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag über. Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme u. a. von Heften der Zeitschrift, einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Die Manuskripte sollen in klarer Ausdrucksweise und unter Weglassung jedes überflüssigen Ballastes abgefaßt sein. An Abbildungen ist nur das sachlich Notwendige zu bringen. Die Vorlagen für Abbildungen sind auf besonderen Blättern erwünscht. Von Photographien werden Hochglanzkopien erbeten. Als Vorlage für Strichzeichnungen sind sauber und mit tiefschwarzem, einheitlichem Strich angelegte Original-Tuschzeichnungen in etwa doppelter Größe des endgültigen Klischees erforderlich (Kopien genügen nicht). Die Beschriftung soll so groß sein, daß sie nach Verkleinerung (auf Seiten- oder Spaltenbreite) noch gut lesbar ist.

Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung der zum Abdruck gelangten Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachige Ausgaben vor.

Den Verfassern von Originalbeiträgen werden 50 Fortdrucke in Form von gefalzten und beschnittenen Exemplaren der Druckbogen, in denen ihre Arbeit enthalten ist, kostenlos geliefert. Sie können Sonderdrucke, und zwar bis zu 150 Exemplare, gegen Berechnung beziehen.

Bezugsbedingungen: Der Bezugspreis der Zeitschrift beträgt jährlich S940,-, DM 134,-, zuzüglich Versandkosten, für Nordamerika etwa US\$65.00 einschließlich Versandkosten. Für Japan betragen die Versandkosten (Surface Airmail Lifted) DM39,90, für Indien DM36,20; in alle anderen Länder wird nur auf Verlangen per Luftpost geliefert. Abonnements können bei jeder Buchhandlung des In- und Auslandes, für die Bundesrepublik Deutschland und West-Berlin auch beim Springer-Verlag, D-1000 Berlin 33, Heidelberger Platz 3, aufgegeben werden. Einzelhefte können nur, soweit Vorrat vorhanden ist, abgegeben werden; Preis auf Anfrage. Jährlich erscheinen 12 Hefte.

Anzeigenaufträge werden vom Verlag entgegengenommen. Anzeigen-Generalvertretung für die Bundesrepublik Deutschland und West-Berlin: Springer-Verlag, D-1000 Berlin 15, Kurfürstendamm 237.

Springer-Verlag, Wien I, Mölkerbastei 5
Postanschrift: A-1011 Wien / Postfach 367

Fernsprecher (0222) 63 96 14-0* Telex: 114506 Telegrammadresse: Springerbuch Wien



5/6

MAI/JUNI 1984
37. JAHRGANG
SEITE 111-184

30 Jahre österreichischer Donauausbau 1954-1984

Zum Geleit!

Vor drei Jahrzehnten begann mit dem Aushub der Baugrube zum ersten österreichischen Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug der kontinuierliche, bauliche und elektromaschinelle Ausbau des Donaustroms zum Energiespender und zur problemfreien Schifffahrtsstraße. Wenn in dieser Zeit mit bemerkenswerter Konsequenz acht Energie- und Staustufen geschaffen wurden, so steht dahinter eine großartige Leistung, die Anerkennung verdient. „Strom aus dem Donaustrom“ – das ist eine gewichtig gewordene Realität, ein Beitrag zur Minderung der Energieversorgungs-Abhängigkeit ebenso wie ein ökologisch gar nicht hoch genug einzuschätzender Vorteil. Keine sauberere, die Umwelt nicht belastende Energiegewinnung ist denkbar als die aus Wasserkraft.

Im Laufe der drei Jahrzehnte hat es immer wieder Einwände und Bedenken von Natur- und Umweltschützern im Zusammenhang mit den landschaftsbaulichen Erfordernissen der Stromregulierung und Stauraumsicherung gegeben. Soweit heute überblickbar, ist diese Diskussion, wo immer auch Staustufen sind, verstummt, im Gegenteil, man hat sich an den „neuen“, den „ruhigen“ Strom gewöhnt, und auch Landschaft und Umwelt wurden nirgendwo nachhaltig beeinträchtigt. Zusätzlich gewonnen wurde, über schon sehr weite Strecken des Stromlaufes auf österreichischem Gebiet, aber auch eine ideale Schifffahrtsstraße.

Als Aufsichtsratsvorsitzender der Österreichischen Donaukraftwerke AG begrüße ich es daher, daß die „Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft“ in dieser Folge einer zusammenfassenden Darstellung der volkswirtschaftlichen und ökologischen Aspekte der dreißigjährigen Aufbauarbeit der DoKW entsprechend Raum gibt. Sie leistet damit auch einen wichtigen Beitrag zur Entemotionalisierung der Diskussion um den ökonomischen und ökologischen Wert oder Unwert des österreichischen Laufkraftwerksbaues.



Landeshauptmann i. R. Ökonomierat
Andreas Maurer
Vorsitzender des Aufsichtsrates der
Österreichischen Donaukraftwerke AG

Der Donauausbau – ein Beitrag zur umweltbewußten Entwicklung der Wirtschaft

Von A. Wiesinger

Aufbruch nach dem Zweiten Weltkrieg

Mit dem Ende des Zweiten Weltkrieges begann in Österreich – ähnlich wie in vielen anderen europäischen Staaten – nicht nur der rasche Wiederaufbau des Zerstörten, sondern eine äußerst fruchtbare Entfaltung der gesamten Wirtschaft, deren Erfolg man häufig als „Wirtschaftswunder“ bezeichnet hat. Nach den schrecklichen Jahren des Krieges und erstem Wiederaufbau entwickelte sich eine Stimmung des Aufbruches in eine bessere Zukunft, welche die Menschen zu ungewöhnlichen Leistungen und zur Überwindung von Hindernissen befähigte, die sich ihren Zielsetzungen entgegenstellten. Es fand ein Heilungsprozeß statt, in dem die Teile das Ganze förderten und das Ganze seine Teile.

Im Zuge dieser Entwicklung wurde bereits 1947 mit dem Zweiten Verstaatlichungsgesetz auch eine Neuordnung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft herbeigeführt. Diese Neuordnung lag auf der Linie der allgemeinen Entwicklung dieses Wirtschaftszweiges, die 1886 mit der Inbetriebnahme des Elektrizitätswerkes der Stadt Scheibbs in Niederösterreich begonnen hatte und – obwohl auch zahlreiche private E-Werke gegründet wurden – wegen des angebotsmonopoloiden Charakters der Elektrizitätswirtschaft in zunehmendem Ausmaß durch Kommunalisierung und Verländerung gemeinwirtschaftliche Züge angenommen hat. Die besondere Aktualität einer Neuordnung ergab sich jedoch mit der notwendig gewordenen Lösung der Frage des sogenannten Deutschen Eigentums, das nach Verlust der Eigenstaatlichkeit Österreichs durch die Aktivitäten der Alpen-Elektrowerke AG (AEW) und der Rhein-Main-Donau-AG (RMD) entstanden war, wodurch sich neue Eigentumsstrukturen neben und über die bisher organische Entwicklung der Eigentumsverhältnisse gelagert hatten. Bei der Verstaatlichung der Elektrizitätswirtschaft, von der nur kleine Kraftwerke und Eigenversorgungsanlagen ausgenommen wurden, hat man dem bundesstaatlichen Charakter unseres Landes durch Einrichtung von städtischem Eigentum, Ländereigentum und Bundeseigentum an Elektrizitätsversorgungsunternehmen Rechnung getragen. Dabei wurde den Sondergesellschaften, die zusammen mit der Verbundgesellschaft den Verbundkonzern bilden, die Aufgabe des Baus und Betriebes von Großkraftwerken mit überregionaler Bedeutung zugewiesen, wobei für die Bundesbeteiligung an den Sondergesellschaften eine Untergrenze von 50 % festgelegt worden war.

Die Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW) wurde als eine der Sondergesellschaften im Sinne des Zweiten Verstaatlichungsgesetzes am 1. August 1947 gegründet und sollte zunächst die Baustelle des Kraftwerkes Ybbs-Persenbeug übernehmen, mit dessen Errichtung die RMD im Krieg begonnen hatte, die aber im Zuge der Kriegsereignisse den Bau wieder einstellen mußte. Diese Baustelle konnte jedoch von der DoKW nicht übernommen werden, da sie die Besatzungsmacht im Sinne der Potsdamer Beschlüsse von 1945 als Deutsches Eigentum beschlagnahmt

hatte. Erst nach langwierigen Verhandlungen hat die Besatzungsmacht 1953 die auf der Baustelle befindlichen Vermögensschaften mittels Kontakt der österreichischen Regierung übergeben, die sie noch im selben Jahr zugunsten der DoKW verstaatlicht hat. Nachdem durch den Staatsvertrag 1955 das Eigentum der Republik Österreich an diesen Vermögensschaften endgültig klargestellt worden ist, womit die Republik Österreich als Entschädigungsberechtigte ausgewiesen war, konnten auch Verhandlungen über die Höhe der Entschädigung geführt werden, die wegen des komplexen Zusammenhangs mit anderen Entschädigungsproblemen im Rahmen des Verbundkonzerns erst Jahre später ihren endgültigen Abschluß gefunden haben.

Nach Beendigung der kriegsfolgebedingten Verzögerungen durch Beschlagnahme der Baustelle Ybbs-Persenbeug als Deutsches Eigentum wurden von 1954 bis 1984 im Rahmen eines Stufenplans acht Donaukraftwerke errichtet und in Betrieb genommen. Die damit verbundenen Probleme, einschließlich der betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Perspektiven, werden in den einzelnen Beiträgen des vorliegenden Buches ausführlich dargestellt. Sozusagen als Vorbemerkung hiezu erscheint es angebracht, einige Grundprobleme zu behandeln, die mit der Geschichte des Ausbaues der österreichischen Donau-strecke zusammenhängen.

Donaustufen als Mehrzweckanlagen

In theoretischer Sicht kann als Grundproblem der kategoriale Begriff der Entwicklungspolitik angesehen werden, der seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges eine allgemeine und weltweite Bedeutung erlangt hat. In zunehmendem Ausmaß hat sich das ökonomische Problembewußtsein auf dem Gebiet der wirtschaftlichen Entwicklung gegenüber dem Gedankengut der älteren Nationalökonomie erweitert, indem mehr und mehr – dem Falsifikationskriterium Rechnung tragend – erkannt worden ist, daß der wirtschaftliche Fortschritt nicht allein von einer fortschreitenden nationalen und internationalen Arbeitsteilung, sondern auch von der Voraussetzung einer möglichst gleichzeitigen Entfaltung des Eigenlebens aller Wirtschaftsgebilde abhängig ist. Infolge der Gegenseitigkeit aller gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leistungen eines Ganzen erfordert dessen Fruchtbarkeit eine relative Unabhängigkeit, d. h. Selbstversorgung durch Entwicklung und Ausbau aller Wirtschaftsgrundlagen.

Die österreichische Wirtschaft und Wirtschaftspolitik ist seit dem Zweiten Weltkrieg weitgehend in relevanten Leistungsbereichen dieser Erkenntnis gefolgt. Ein Beispiel hierfür ist der Bereich der Energiewirtschaft. In diesem Sinne hat die verstaatlichte Elektrizitätswirtschaft Österreichs, insbesondere der Verbundkonzern, dem Ausbau der heimischen Wasserkrafts stets größte Bedeutung zugemessen. Im gleichen Sinne verfolgte man auch mit dem Donauausbau vom Anfang an zwei Ziele, nämlich sowohl das Ziel der Erzeugung elektrischer Energie als auch das Ziel der Verbesserung des

Wasserweges, dem weit in die Geschichte zurückreichend eine wichtige Rolle zukommt. Bei den durch den Donauausbau gegebenen Staustufen handelt es sich daher um typische Mehrzweckanlagen, womit allerdings auch die Frage der Kostenteilung zwischen dem Bereich der Elektrizitätswirtschaft und jenem der Wasserstraße einer Lösung zugeführt werden mußte. Sie wurde durch Leistung von Baukostenzuschüssen der Republik Österreich an die DoKW für die nicht der Elektrizitätswirtschaft dienenden Anlagenteile der einzelnen Kraftwerksstufen erreicht. Die anlässlich der Errichtung des ersten österreichischen Donaukraftwerkes bei Ybbs-Persenbeug bereits 1957 vereinbarten Richtlinien über die Kostentellung sehen im übrigen vor, daß neben den anteiligen Kosten des Ausbaues der Wasserstraße auch andere infrastrukturverbessernde Maßnahmen (z. B. Straßen und Brücken usw.) entsprechend Berücksichtigung finden.

Das Interesse Österreichs am Ausbau der Donau zur internationalen Wasserstraße ist einerseits in internationalen Verpflichtungen verankert und andererseits durch die ökonomische Bedeutung der Einbindung der Donau in das Projekt der Europawasserstraße vorgegeben, die über den im Bau befindlichen Main-Donau-Kanal nach dessen Fertigstellung die Nordsee mit dem Schwarzen Meer verbinden wird.

Die internationalen Verpflichtungen Österreichs ergeben sich aus seinem 1960 erfolgten Beitritt zur Konvention über die Regelung der Schifffahrt auf der Donau, die 1948 in Belgrad von den Donauuferstaaten (damals Österreich und Deutschland ausgenommen) abgeschlossen wurde. Sie sieht insbesondere freie Handelsschifffahrt von Ulm bis zur Mündung der Donau vor und die Verpflichtung der Uferstaaten, ihre Donauabschnitte in schiffbarem Zustand zu erhalten und notwendige Verbesserungen durchzuführen. Sie sieht ferner die Gründung der Donaukommission vor, in die jeder Staat einen Vertreter entsendet. Mit dem Sitz in Budapest ist sie jene Institution, die die konkreten Empfehlungen für die Wassertiefe, Strombreite, Regelprofile der Schleusen, Höhe der Überspannungen usw. ausarbeitet und den einzelnen Staaten zwecks Erlassung verbindlicher Vorschriften empfiehlt. Nachdem Österreich bereits im Staatsvertrag 1955 gewisse Vorschriften für die Donauschifffahrt akzeptiert hat, 1958 weitere Verpflichtungen in einem Regierungsübereinkommen mit der UdSSR übernommen hat, und der Beitritt zur Donaukommission 1960 durch den Nationalrat genehmigt wurde, ist die innerstaatliche Inkraftsetzung der Empfehlungen der Donaukommission einer völkerrechtlichen Verpflichtung gleichzuhalten, der durch Einfließen der Empfehlungen in eine Reihe von österreichischen Gesetzen auch tatsächlich Rechnung getragen worden ist und die dementsprechenden Niederschlag im Bau und Betrieb der Donaukraftwerke findet.

Hindernisse und ihre Überwindung

Trotz allgemeiner Anerkennung der Zweckmäßigkeit des kontinuierlichen Ausbaues einer geschlossenen Kraftwerkskette an der Donau bei gleichzeitiger Realisierung der internationalen Wasserstraße sollte in einer objektiven rückschauenden Darstellung nicht verschwiegen werden, daß im Zuge der dreißigjährigen

Ausbaugeschichte auch Schwierigkeiten aus dem gesamtwirtschaftlichen Raum heraus aufgetreten sind. Sie ergaben sich einerseits aus der jeweiligen Einschätzung der Entwicklung des Strombedarfes in Österreich insgesamt und für den Verbundkonzern im besonderen, und andererseits aus der Frage, ob es ökonomisch nicht doch günstiger wäre, den Ausbau thermischer Kraftwerke auf der Basis billig zu importierender Rohenergieträger – Kohle, Öl, Gas – zu forcieren bzw. sich stärker auf die friedliche Nutzung der Kernenergie umzustellen.

Die sich aus einer ungünstigen Einschätzung des Bedarfszuwachses ergebenden Schwierigkeiten betrafen nicht den Ausbau als solchen, sondern nur dessen Kontinuität. In diesem Falle galt es, hypothetische Mehrkosten vorübergehend nicht voll genutzter Kapazitäten gegen effektive Mehrkosten abzuwägen, die sich aus Bauverzögerungen zwangsläufig betriebswirtschaftlich und gesamtwirtschaftlich ergeben. Um dem Dilemma dieser Abwägung zu entgehen, entschied man sich nach der Fertigstellung des ersten Donaukraftwerkes (Ybbs-Persenbeug), einen Teil der Stromerzeugung der zweiten Stufe (Aschach) und dritten Stufe (Wallsee-Mitterkirchen) in langfristigen Exportverträgen unterzubringen, die derzeit – nach frühest möglichster Kündigung – ausgelaufen oder im Auslaufen begriffen sind. Durch diese Exportlösung konnte die Ausbaukontinuität – von geringfügigen Verzögerungen abgesehen – im großen und ganzen gewahrt werden.

Die Diskussion der Frage, ob der Nutzung heimischer Wasserkraft oder der Nutzung thermischer Rohenergieträger aus dem Ausland (insbesondere Öl und Gas) für den weiteren Ausbau Priorität zukomme, hatte für den weiteren Donauausbau den Charakter einer existentiellen Bedrohung. Das Dilemma bestand damals darin, daß zwar die Verbundgesellschaft, die gemäß dem Zweiten Verstaatlichungsgesetz den Bau von Großkraftwerken zu veranlassen hat, aus langfristigbetriebswirtschaftlichen und aus volkswirtschaftlichen Gründen dem weiteren Ausbau der Wasserkräfte grundsätzlich positiv gegenüberstand, daß aber in dem wichtigsten Bereich ihrer Abnehmer, nämlich im Bereich der Landesgesellschaften, starke Präferenzen für die Errichtung von kalorischen Kraftwerken bestanden. Um klare Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, war es notwendig, die im Verstaatlichungsgesetz nicht geregelte Aufteilung der Deckung des Bedarfszuwachses zwischen Verbundgesellschaft und Landesgesellschaften durch langfristige Koordinierungsverträge, die erst die Erstellung absatzwirtschaftlich gedeckter Ausbaupläne möglich machten, einer Regelung zuzuführen. Mit dem Abschluß solcher Koordinierungsvereinbarungen wurden jene Rahmenbedingungen geschaffen, die auch den Donauausbau – unabhängig von den Rohenergieträgerpräferenzen einzelner Landesgesellschaften – grundsätzlich sichergestellt haben. Um diese Präferenzen zugunsten des Donauausbaues und auch von anderen Großkraftwerken der Sondergesellschaften insgesamt zu beeinflussen, sind einzelnen Landesgesellschaften durch die Verbundgesellschaft, welcher die einzelnen Sondergesellschaften ihre Stromerzeugung weitgehend bereitstellen, Strombezugsrechte aus Großkraftwerken gegen anteilige Mitfinanzierung und gegen Ersatz der bücherlichen Aufwendungen eingeräumt worden. Solche „Beteili-

gungen“ gibt es seither an allen nach dem Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen gebauten Donaukraftwerken, das sind die Kraftwerke Ottensheim-Wilhering, Altenwörth, Abwinden-Asten, Melk und Greifenstein. Auch für die noch zu errichtenden Donaukraftwerke Hainburg, Wien und Rührsdorf wurden solche Regelungen vereinbart. Das Ausmaß von Strombezugsrechten von Landesgesellschaften an den angeführten Donaukraftwerken liegt je nach Kraftwerk zwischen 25 und 33 %. Die großen Vorteile der Stromerzeugung in Donaukraftwerken sind seit dem Ölpreisschock und der Kernkraftdiskussion unbestritten. Daher stellt sich heute nicht mehr die Frage, ob die Nutzung der Donauenergie durch die Nutzung thermischer Rohenergieträger substituiert werden sollte, sondern geht es umgekehrt um die Bemühung – soweit dies energiewirtschaftlich möglich ist – thermische Energie durch Wasserkraft zu ersetzen. Die Vorteile der Energiegewinnung aus der Donau bestehen insbesondere in niedrigen und relativ stabilen Kosten, erheblichen Einsparungen an Devisen und vor allem in der Minderung der relativen Auslandsabhängigkeit der österreichischen Energiewirtschaft. In unserer schwierigen Periode des Überganges von hohen Wachstumsraten zu niedrigeren Wachstumsraten, die das Beschäftigungsproblem auf längere Sicht als vorrangiges Thema der Wirtschaftspolitik erwarten läßt, hat auch der hohe Beschäftigungseffekt des Investitionsvolumens, das mit dem Donauausbau verbunden ist, eine besondere Bedeutung erlangt.

Verbesserung der Umwelt

In den letzten Jahren ist die Umweltproblematik in zunehmendem Umfang in den Vordergrund der gesellschaftspolitischen Diskussion getreten. Schon lange vor der damit verbundenen Problematisierung ökonomischer Aktivitäten ist im Zusammenhang mit dem Donauausbau stets darauf Bedacht genommen worden, die Ausbautätigkeit mit der Lösung regionalpolitischer Probleme zu verbinden, die ohne Donauausbau entweder nicht hätten gelöst werden können oder deren Lösung in ferne Zukunft hinausgeschoben hätte werden müssen.

Aus den vielen infrastruktur- und umweltverbessernden Beiträgen sollten wenigstens einige hervorgehoben werden: Schaffung von Voraussetzungen zur zahlenmäßigen und artenmäßigen Vermehrung des Fischbestandes und des Vogelbestandes, Verbesserung des Hochwasserschutzes entlang der Donau, Sanierung von Trinkwasseranlagen und Abwässerkanalisationen und durch letzteres auch Verbesserung der Wasserqualität des Stromes, Erhaltung und – wenn notwendig – Verbesserung der Grundwasserverhältnisse und damit Beitrag zur Erhaltung der Donauauen, Gewinnung und

Sanierung landwirtschaftlicher Grundflächen, Verbesserung der örtlichen Verkehrsverhältnisse, Schaffung von Erholungszentren und Schaffung von besseren Verhältnissen für die Raumplanung. Durch die kurze Bauzeit und rasche Rekultivierungsmaßnahmen wird selbst im unmittelbaren Baubereich der unvermeidliche Eingriff in die Natur auf ein Minimum begrenzt.

Wenn in der gesellschaftlichen Diskussion der Gegenwart die Umweltprobleme stärkere Beachtung finden als in der Vergangenheit, sollten wir nicht übersehen, daß wir in eine erdgeschichtliche Evolution eingebettet sind, in der die Natur auch ohne den Eingriff des Menschen ständig Veränderungen unterworfen ist. Wenigen Österreichern dürfte es bewußt sein, daß – um ein Beispiel aus dem Donauraum anzuführen – es vor zehntausend Jahren in dem nach seinem Waldreichtum benannten Waldviertel, nördlich der niederösterreichischen Donaustrasse, keinen Wald gab, sondern sich an seiner Stelle eine Steppe mit einem völlig anderen Biotop als jenem befand, an dem wir uns heute erfreuen. Mit dem Menschen, der ein Teil der Natur ist und ewig bleiben wird, ist ein neuer Faktor in Erscheinung getreten, der im Zuge der kulturellen Evolution auf seine Weise dazu beigetragen hat, das Antlitz der Erde zu verändern. Es besteht kein Zweifel darüber, daß sich dieser Einfluß des Menschen zunächst durch die landwirtschaftliche, später durch die industrielle Evolution verstärkt hat. Und es ist verständlich, daß sich im Zuge dieser Entwicklung Menschen finden, die in romantischer Weise in die Vergangenheit zurückblicken und jede Veränderung ablehnen, und andere, die sich am Entwurf technisch-utopischer Zukunftsvisionen erfreuen.

Als verantwortliche Bürger dieser Welt ist es unsere Aufgabe, aus diesem Widerspruch von These und Antithese zu einer Synthese zu gelangen, in der Romantik und Utopie ihren Platz haben, ohne daß die Evolution unserer Zivilisation zum Erliegen kommt. Wenn der Donauausbau auch nur ein Steinchen im Mosaik der Entwicklung darstellen mag, war und ist seiner Planung daraufhin orientiert, nicht nur die Verträglichkeit von Natur und Zivilisation anzustreben, sondern deren möglichen Widerspruch in jener höheren Einheit aufzuheben, die wir in der Gewährleistung eines menschenwürdigen Daseins zu erblicken haben, das ohne Harmonisierung materieller und immaterieller Ansprüche nicht möglich ist.

Direktor Dkfm. Dr. Alois Wiesinger
Vorstandsmitglied der
Österreichischen Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Die generelle Planung von Flußkraftwerken – eine umfassende technisch-ökologische Ingenieurleistung

Von J. Kobilka

Mit 26 Abbildungen

Die Einstellung weiter Teile der Bevölkerung zur Planung und Errichtung von Großkraftwerken hat sich im letzten Vierteljahrhundert zweifellos gewandelt. Ein sensibilisiertes Umweltbewußtsein und gewisse Philosophien über die Grenzen des Wachstums haben dazu geführt, daß einst gefeierte und als Symbol für den Aufbauwillen des ganzen Volkes anerkannte Projekte – denken wir nur an Kaprun oder die Vollendung des ersten Donaukraftwerkes Ybbs-Persenbeug – als technische Selbstverständlichkeit betrachtet werden und heute notwendige Nachfolgeprojekte, selbst auf Konsensbasis, immer schwieriger zu realisieren sind.

Es wäre aber verfehlt, nur die Zeitläufe und überspitzte regionale Gruppeninteressen für diese Entwicklung verantwortlich zu machen: Bis zu einem gewissen Grad waren und sind auch die Wasserbauexperten selbst unschuldig mit daran „schuld“. In Anwendung der Definition für Öffentlichkeitsarbeit, die da heißt „Tu Gutes und rede darüber!“ kann man dieses Versäumnis der Technik vielleicht kurz so formulieren: Das Gute, das Naturbedachte, das Umweltbewußte war schon immer ein Teil der Planung und Durchführung. Man hat es in nüchterner Zielstrebigkeit bloß verabsäumt, auch gebührend informativ darüber zu reden; hat es – vom Ingenieurstandpunkt aus – nicht für notwendig erachtet, weil es dem ingenieösen Fachmann mit ganzheitlicher Sicht als selbstverständlich erscheint, daß gerade beim Wasserbau kein Projekt *gegen* die Landschaft, sondern nur in umfassender Symbiose *mit ihr* dauerhaft funktionell sein kann. Und wenn man dem vielzitierten „Technokraten“ auch manches unterstellt – eines wird man ihm doch wohl zugestehen müssen: Daß er seinen Ehrgeiz in die Schaffung funktionierender Werke setzt.

Diese Feststellung erscheint deshalb wichtig, weil eine Bilanz über drei Jahrzehnte energiewirtschaftlichen Donauausbau von dieser ganzheitlichen Sicht ausgehen muß, will sie nicht zu weiterem Informationsdefizit führen.

Die folgenden Ausführungen zeigen, daß die Entstehung eines Projektes für ein Niederdruckflußkraftwerk, wenn es sich um einen homogenen Planungsvorgang handeln soll, in den mannigfaltigsten Belangen weit ausholt. Fest steht, daß mit fortschreitender Errichtung von Kraftwerken sich der Planungsumfang auf Grund der gemachten Erfahrungen erweitert hat und heute nahezu Gesetzmäßigkeit erreicht hat. Wir unterscheiden dabei natürlich im Sinne der angrenzenden Landschaft die verschiedensten Gesichtspunkte, was die Projektierung und die Errichtung einer Gesamtanlage betrifft und deren Einbindung in die Umgebung. Um nun diese verschiedensten Gesichtspunkte einigermaßen gliedern zu können, darf ich den Begriff „Gesamtanlage“ kurz umreißen. Bei diesem Vorhaben gehe ich nicht nur vom Standpunkt des Wasserrechts aus, welcher das Ganzheitsprinzip normiert, sondern beziehe mich in Analogie zu dieser Norm auf die Kriterien der Technik, deren Auswirkungen ebenfalls einem Ganzheitsprinzip

unterzuordnen sind. Diese Überlegung scheint mir deshalb von Bedeutung, weil, wenn den einzelnen Funktionen untereinander koordinierend entsprochen wird, sich daraus die Güte eines Projektes ergibt.

Das Herz einer Laufkraftwerksanlage ist das Hauptbauwerk, bestehend aus Wehranlage und Krafthaus. Bei vorhandener Schifffahrt im auszubauenden Gerinne ist dieser Bauteil durch eine Schleusenanlage zu ergänzen. Das Oberwasser bildet den Stauraum mit seinen Rückstaudämmen, Ufern und anderen Baulichkeiten. Der unterstromige Bereich, als Unterwasser bezeichnet, ist entweder wegen seiner Beeinträchtigung durch die Betriebsführung oder durch eine künstliche Eintiefung zur Leistungserhöhung ebenfalls der Gesamtkraftanlage zuzuordnen. Eine sehr wesentliche Unterscheidung der Anlagen ist durch die jeweilige geographische Situation gegeben. Es entstehen Laufkraftwerke in Schluchtenstrecken, in Tiefebene und naturgemäß auch in Stadtlandschaften. Diese Unterscheidung ist von Bedeutung, da sich je nach Landschaftscharakter auch die Aufgabenstellung für den Projektanten verändert, speziell mit all den erforderlichen Erhebungen, Feststellungen und Festlegungen, die sich nicht nur auf den Fluß direkt beziehen, sondern auch die nähere und weite Projektionsumgebung einschließen. Selten erfordert eine Ingenieuraufgabe eine so umfassende Bearbeitung wie das Projekt und die Ausführung eines Laufkraftwerkes. Es kommen nahezu alle Sparten der Bauingenieurafakultät, wenn man von Maschinenbau und Elektrotechnik absieht, zur Geltung.

Diese Aufzählung wäre jedoch nicht vollständig, würde man sich nur auf Einzelprojekte beschränken. Besonders sorgfältiges Augenmerk ist dem Fluß selbst, welchen man nutzen will, zuzuwenden. Hier sind es neben den hydraulischen und hydrologischen auch die Fragen der Flußmorphologie, die zu beachten sind. Um ein natürliches Gerinne nicht willkürlich auszunützen, ist es erforderlich, einen Stufenplan zu entwickeln. Dieser Stufenplan hat alle derartigen Kriterien zu berücksichtigen.

Steht ein Flußlauf in seiner Gesamtlänge zur Nutzung zur Verfügung und läßt sich dies unter Berücksichtigung der geographischen und geologischen Situation nur mit Hilfe von Niederdruckanlagen bewerkstelligen, so sind vorweg die Stellen auszusuchen und festzulegen, die die Errichtung einer Stauanlage gestatten. Die Rückhalteprofile sind so zu wählen, daß sie nicht nur in geologisch beherrschbarer Formation liegen, sondern auch die Wahl eines Stauzieles zulassen, das den Anschluß an das Oberliegerkraftwerk gewährleistet. Diese Festlegung ist insofern wichtig, als durch die nahtlose Aneinanderreihung von Stauhaltungen eine staufreie Strecke vermieden werden soll, die unter Umständen einer unkontrollierten Eintiefung anheimfallen könnte und damit flußmorphologisch sicherlich eine Schädigung eintreten würde. Wir bezeichnen einen derartigen Vorgang als „Verwilderung“, der wohl in den Folgen

kontrolliert werden kann, jedoch kaum reversibel wäre. Wir müssen uns in aller Deutlichkeit darüber im klaren sein, daß durch unsere Eingriffe, sei es durch Flußregulierungen oder durch Kraftwerksbauten, eine Beeinträchtigung des Gerinnes erfolgt, und daher sollten die gesetzten Maßnahmen die gewünschte Richtung einer künftigen Entwicklung festlegen. Dies dem Zufall zu überlassen, wäre von geringer Weitsicht.

Bei der Festlegung des Stufenplanes ist auch die Staureife des Gewässers, nämlich seine Wassergüte zu untersuchen. Es wird sich als notwendig erweisen, an Hand von Wassergüteuntersuchungen die Bonität zu dokumentieren, um im Bedarfsfall eventuell erforderliche Vorkehrungen und Maßnahmen rechtzeitig einleiten zu können.

Eine besondere Aufgabe für ein Energieversorgungsunternehmen stellt es dar, einen derartigen Stufenplan soweit voranzutreiben, und zu bearbeiten, daß daraus ein Rahmenplan entsteht. Wenn über Antrag des Unternehmens die Wasserrechtsbehörde diese Planung anerkennt, dann stellt dies eine unerhörte Rechtsposition des Gesamtprojektes dar.

Wenn dies in ausgeprägter Form selten praktiziert wird, dann deshalb, weil die Erstellung eines derart umfangreichen Elaborates häufig hohe Geldmittel bindet, was der Zwang zur sparsamen, wirtschaftlichen Denkweise in den meisten Fällen nicht zuläßt. Man begnügt sich daher mit dem Stufenplan und verlegt die weitere Entwicklung der Unterlagen in das später folgende Wasserrechts- oder Detailprojekt der einzelnen Stufen.

Ein Staustufenprojekt

Das hydraulische Konzept einer Anlage wird von der Umgebung erheblich mitbestimmt. Ist ein Projekt in einer Schluchtenstrecke zu errichten, so ist seine hydraulische Berechnung verhältnismäßig einfach und klar, wenn angenommen werden kann, daß in diesem Staubereich keine Ausuferungen und somit keine Retentionsräume gegeben sind. Hier konzentrieren sich die Haupterhebungen für den Stauraum darauf, zu überprüfen, wie weit allfällige Siedlungen im Einflußbereich der künftigen Wasserspiegelanhebungen zu liegen kommen. Ist es wirtschaftlich vertretbar, so werden diese Siedlungsräume aufgehöhht, den neuen Verhältnissen angepaßt und die Siedlungen neu errichtet. Bei Großkraftwerken eine durchaus praktizierte Vorgangsweise, wobei auch eine Um- oder Absiedlung einzelner Gehöfte durchaus erwogen werden kann, noch dazu wenn damit den Betroffenen eine Verbesserung ihrer Lage geboten wird.

Nachdem in Schluchtenbereichen meist Fels ansteht, ist von den statischen Erfordernissen her die Gründung der Bauwerke problemloser. Bei der Ausformung der Baugrube in den Fundamenten wird man jedoch darauf achten müssen, daß eine klare Ausformung erfolgt, um bei Einsatz von Sprengmitteln die Aufstands- und Seitenflächen nicht zu zerstören. Diese Vorsorge ist deshalb bedeutungsvoll, weil durch eine derbe Behandlung allfälliger Felsaufstandsflächen künstlich eine Klüftigkeit hervorgerufen wird, die eine spätere Durchsickerung ermöglicht. Eine nachfolgende Injektion kann im begrenzten Rahmen Abhilfe schaffen.

Wenn die Probleme im Stauraum hier weniger schwierig gelagert sind, so sind es wohl die Aufgaben, die bei

der Errichtung einer derartigen Anlage im Fluß bewältigt werden müssen. Es darf angenommen werden, daß in einer Schluchtenstrecke für ein Entlastungsgerinne nicht der entsprechende Platz vorhanden ist, die Baustelle selbst wird daher in einzelne Baugruben aufzulösen sein. Diese Tatsache ist bereits im Anfangsstadium des Projekts zu berücksichtigen, damit die einzelnen Bauteile des Hauptbauwerkes darauf zugeschnitten werden. Hier gibt es sicherlich eine Reihe von Variationsmöglichkeiten, wobei neben der Sicherheit die Frage der Wirtschaftlichkeit der gewählten Methode den Ausschlag geben wird. Wenn ich mich von dieser Aufgabe, die sicherlich interessant ist, ab- und den Anlagen in der Niederflur zuwende, so deshalb, weil bei einer Stauhaltung in diesem Gelände noch zusätzliche Aufgaben zu bewältigen sind und dabei die Darstellung noch umfassender gestaltet werden kann.

Zur Projektvorbereitung in den Niederterrassen gehört neben den hydrographischen Erhebungen, die meist aus Jahrbüchern bezogen werden, die hydrologische Durchforschung der angrenzenden Aulandschaft. Es werden dafür eine Vielzahl von Beobachtungsbrunnen und -sonden niedergebracht, die bis zum Grundwasserstauer geführt werden. Mit diesen Sonden wird nicht nur der Grundwasserspiegel, sondern durch Wasserproben auch die Güte des Grundwassers sowohl chemisch als auch bakteriologisch festgehalten und die Durchlässigkeit des Grundwasserträgers durch Pumpversuche ermittelt. Diese Feststellungen dienen sicherlich der Beweissicherung, sind jedoch in ihren Grundzügen ein wichtiges Element für die Projektserstellung. Unsere Flußläufe, die im Laufe der Zeit reguliert wurden, haben auf Grund dieses Eingriffes eine erhöhte Schleppekraft bekommen und damit weitgehend Eintiefungstendenzen erfahren. Mit dieser Eintiefung ist naturgemäß auch die Absenkung des angrenzenden Grundwassers erfolgt. Soll ein Stauprojekt umfassend sein, so hat es in seinen Auswirkungen der in der Zwischenzeit eingetretenen Tendenz entgegenzuwirken und die Sanierung dieses Umstandes zu vollziehen. Eine sehr große Verantwortung lastet schon in den ersten Projektfestlegungen auf der Sparte Grundbau- und Bodenmechanik. Durch Aufschlußbohrungen im Hauptbauwerk und Stauraum sind die bodenkundlichen Werte zu ermitteln, die einerseits Einfluß auf die statische Bemessung haben und andererseits die Verwendbarkeit vorhandenen Materials für Schüttungen und den Aufbau von Dämmen zeigen. Die Entnahme ungestörter Bodenproben sowohl aus festen als auch pseudofesten Gesteinen ermöglicht Laborversuche, um mit Druckproben oder Scherversuchen die erforderlichen Kennwerte zu ermitteln. An dieser Stelle möchte ich besonders darauf hinweisen, daß es durchaus üblich ist, in tonigem Boden, wie z. B. Schlier (Flinz), in einem Versuchsbrunnen mit Versuchsstollen anschließend bodenmechanische Versuche in situ durchzuführen. Bei einer derartigen Versuchsreihe handelt es sich nicht nur um Scherversuche allein, sondern mit Hilfe von weiteren Sonden wird das Verhalten der Gründungssohle überprüft, und zwar wie das Material auf Entspannung und Entlastung von der Überlagerung reagiert. Die Kenntnis dieser Daten ist besonders für den Bauvorgang von Interesse, um das Dehnungs- und Setzungsverhalten des Untergrundes entsprechend beurteilen zu können. Bei dieser Gele-

STUFENPLAN DER OESTERR. DONAU-KRAFTWERKE AG

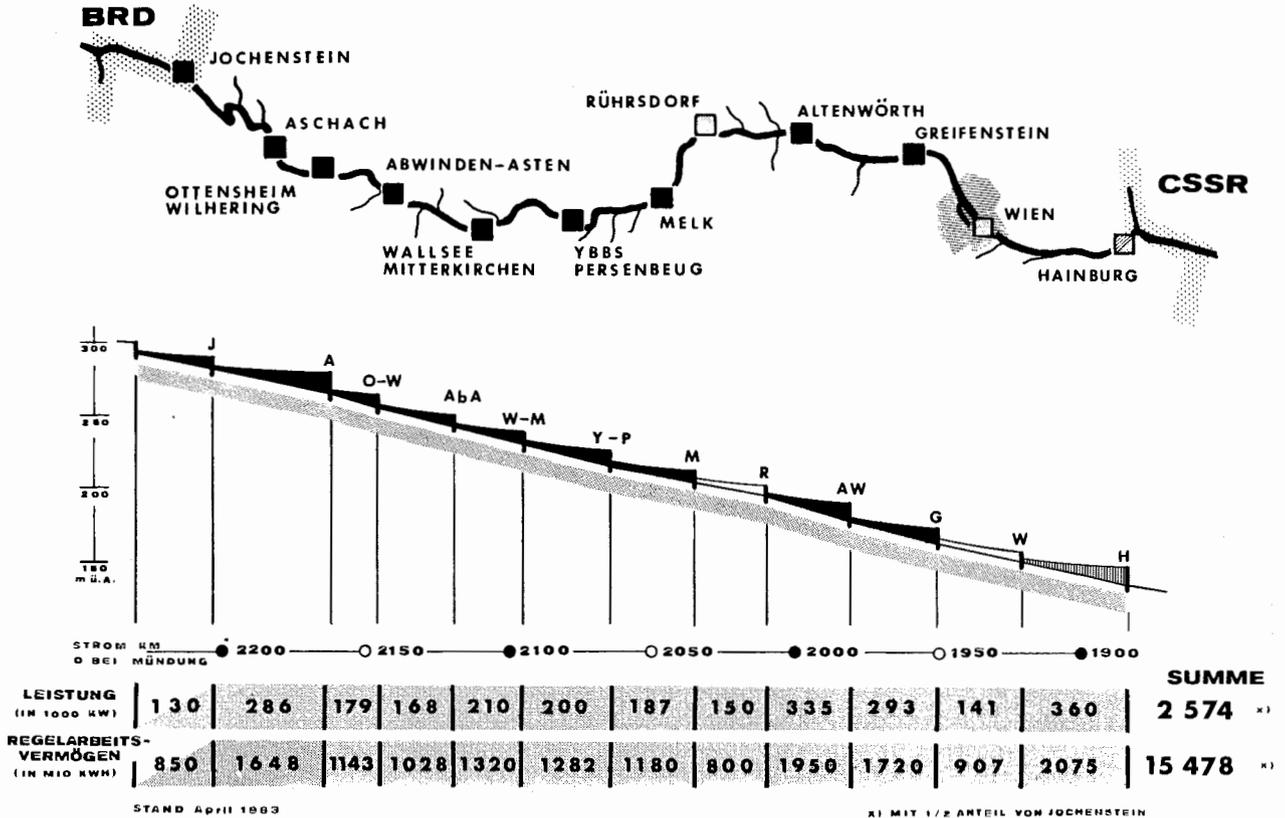


Abb. 1. Stufenplan der Österreichischen Donaukraftwerke AG, Fassung 1984

genheit wird zweckmäßigerweise in die so abgeteufte Brunnensohle ein Setzpegel in den ungestörten Untergrund eingebracht, der später im Bauwerk zu liegen kommt, damit eine langzeitige Beobachtungsreihe geführt werden kann. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein derartig umfangreicher Aufschluß sich nicht nur wirtschaftlich lohnt, sondern auch für die Sicherheit der Baugrube und der Bauausführung von großer Bedeutung ist. Es gehört noch immer zur Projektvorbereitung, wenn im künftigen Baubereich durch umfangreiche Siebanalysen die Zusammensetzung und Kornverteilung der Überlagerung festgestellt wird. Diese Kenntnis dient nicht nur der Feststellung von allfälligen Bauhilfsstoffen, sondern erleichtert auch die allgemeine Projekts- und Baulageposition. Als Bauhilfsstoff verdient natürlich der Betonkies besonderes Augenmerk. Die ausgewerteten Aufschlüsse ermöglichen die Dimensionierung der Kiesaufbereitung sowie die Festlegung und Ausstattung der Betonfabrik.

Parallel zu diesen Fragen wird von einem anderen Team die Hydrographie in Verbindung mit der Hydraulik im Hinblick darauf durchforscht, das Stauziel, den Ausbaugrad und eine allfällige Hochwasserabfuhr im Projekt festzulegen.

Wenn ich eingangs die Meinung vertreten habe, daß in einer Schluchtenstrecke ohne Ausuferung die hydraulischen Probleme verhältnismäßig genau ermittelt werden können, ist dies in einer Anlage, wo Überströmstrecken vorhanden sind, schwieriger. Man bedient sich hier ausgedehnter Modellversuche, um speziell die Abläufe hoher Wasserführungen im Urzustand und nach Projekteinbau überprüfen zu können. Neben diesem Großmodell werden Untersuchungen in Teilmo-

dellen durchgeführt, um das künftige Verhalten des Hauptbauwerkes zu überprüfen und für eine Betriebsordnung die nötigen Unterlagen zu erhalten. Vom Projektgeschehen im Fluß nun zur Projektumgebung. Diesem Bereich kommt nahezu gleiche Priorität zu.

Die Hinterländer der Stauräume

Eingangs wurde kurz darauf hingewiesen, daß die Erhebung der Grundwasserverhältnisse in den angrenzenden Landschaften von Bedeutung ist und daß das Kraftwerksprojekt, falls erforderlich, regulierend in den Grundwasserhaushalt eingreifen kann. Der Umstand, daß dem Grundwasser in den angrenzenden Aulandschaften größte Bedeutung zukommt, erfordert natürlich eine besondere Obsorge. Denn ein Wandel im Grundwasserhaushalt zieht zwangsläufig eine Beeinträchtigung der Aulandschaft nach sich. Das Projekt ist daher so abzustimmen, daß ein negativer Einfluß ausgeschaltet wird. Wie geschieht das? Auf Grund der bereits angedeuteten Erhebungen wird ein mathematisches Grundwassermodell vor Stauerrichtung in Abhängigkeit von charakteristischen Wasserführungen im Fluß aufgestellt. Dieses mathematische Modell wird in Kenntnis des Grundwasserstauers auf den Zustand nach Stauerrichtung ergänzt. Das Ergebnis dieser Projektprüfung kann nun für die weitere Ausarbeitung insofern von Bedeutung sein, als sie einerseits über die Dichtung der Rückstaudämme, die damit verbundene Untergrunddichtung und deren Erfordernis und Wirksamkeit Aufschluß gibt, andererseits über die nötigen zusätzlichen Maßnahmen in den Hinterländern. Dies

könnten Drainagemaßnahmen sein, bei vereinzelt zu hohen Wasserständen oder Dotationen aus der Stauhaltung bei zu niedrigen Grundwasserständen. Alle diese eventuellen Möglichkeiten sind in einem Projekt vorzusehen, damit nach vollzogener Stauerrichtung keine Schädigung in der Land- und Forstwirtschaft eintritt. Zu dieser Kontrolle des Projektes ist naturgemäß eine flächenhafte Aufnahme der Kulturgattungen vorzunehmen, damit einerseits die jeweiligen Flurabstände im zulässigen Ausmaß festgelegt werden können und andererseits ausreichendes Material für eine Beweissicherung vorliegt.

Eine Feststellung der Grundwasserstände vor und nach Stauerrichtung im Projekt ist natürlich in den Siedlungsgebieten genauso wichtig, da Schäden und Beeinträchtigungen an Bauwerken und damit eine Abwertung des Siedlungsraumes vermieden werden muß. Wird in einem Hinterland, egal ob Siedlungsgebiet oder land- und forstwirtschaftlicher Bereich, durch Drainagemaßnahmen eine Absenkung eines zu hohen Grundwasserstandes nicht erreicht oder sind derartige Baumaßnahmen wirtschaftlich nicht vertretbar, so geschieht dies mit Hilfe von Pumpwerken.

Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung

In Stauräumen und deren Siedlungsbereichen spielt die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung eine nicht unerhebliche Rolle und sind derartige Anlagen entschädigungslos den neuen Verhältnissen anzupassen. Diese Frage ist sicherlich rechtlich einwandfrei abgesichert, bedarf aber in der heutigen Zeit einer besonderen Erwähnung. Auf der anderen Seite ist es selbstverständlich, daß unzureichende Anlagen, hier speziell Abwasserbeseitigungsanlagen, von den Benutzern in einen ordentlichen Zustand versetzt sind, ohne daß sie sich am Kraftwerksunternehmen regressieren können. Für das Unternehmen oder den Projektanten besteht nur Entschädigungspflicht für zu Recht bestehende Anlagen. Ungesetzliche Einleitungen sind vom Kraftwerksprojekt nicht zu erhalten oder abzuändern. Es ist jedoch selbstverständlich, daß der Kraftwerksprojektant bei kleineren Gemeinschaften seine sachkundigen Ingenieure und Techniker zur Beratung zur Verfügung stellt, damit aus einem derartig umfassenden Regulierungsunternehmen, wie dies ein Flußkraftwerk in der Niederung darstellt, eine im öffentlichen Interesse optimale Lösung entsteht.

Die Kenntnis der Ergebnisse aller damit zusammenhängenden Erhebungen stellt die Grundlage des endgültigen Projektes dar und hat naturgemäß eine starke Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit einer Anlage. Ein ebenso bedeutsamer Gesichtspunkt ist die Ausbauwürdigkeit eines Flußlaufes zur Kraftnutzung. Bei Großanlagen ist in den meisten Fällen davon auszugehen, daß mit einer Stauhaltung nicht nur der Effekt der Energienutzung in Betracht gezogen wird, sondern neben dem Schiffsverkehr die Fragen der Flußregulierung und nicht zuletzt die Aufgaben der Raumordnung in ein Projekt aufzunehmen sind. Derartig umfassenden Lösungen kommt eindeutig ein Mehrzweckcharakter zu, so daß man schon allein aus dem Umstand, daß der Ausbau nicht nur dem Zwecke der Energieversorgung dient, von einem erweiterten öffentlichen Interesse sprechen kann. Dieses öffentliche Interesse unter-

streicht die Wichtigkeit eines Ausbaugedankens und sollte zwangsläufig zur Folge haben, gesamte Flußläufe nach diesen Gesichtspunkten zu beurteilen. Den einzelnen Kriterien kommt sowohl nach Regionen als auch zeitlich verschieden wechselweise stärkere Bedeutung zu. Es sollte aber nicht der Fall sein, daß begonnene Ausbauvorhaben durch Änderung der Konjunkturlage in ihrer Weiterführung bedroht werden. Diese Feststellung mag vielleicht oberflächlich gesehen nicht ohne weiteres verständlich sein, sie wird es jedoch, wenn man den Umfang der Planungstätigkeit, die ein Laufkraftwerk erfordert, ins Kalkül zieht. Obwohl man heute durch die zunehmende Mechanisierung am Bausektor und in der Maschinen- und Elektroindustrie kurzfristig ein Projekt realisieren kann, bedarf jedoch die Projektierung einer Vorlaufzeit, die sicherlich nicht kürzer sein kann als die reine Bau- und Montagezeit selbst. Für ein Projekt, von dessen Beginn bis zur Fertigstellung, ist daher mindestens ein Zeitaufwand von sechs Jahren erforderlich. Eine Zeitspanne, in der sehr wohl das eine oder andere Kriterium im Wechselspiel der wirtschaftlichen Kräfte erblissen kann, und daraus kurzfristig Schlüsse zu ziehen, ist für den Kraftwerksbau nicht förderlich.

Es wurde bereits angedeutet, daß die Auswirkungen eines Projektes in einem Großmodell geprüft werden. Die Errichtung und der Betrieb solcher Anlagen ist ebenfalls zeitraubend, besonders wenn man einzelne Varianten einer Überprüfung zu unterziehen hat.

Die Modellanlage

In einer Modellanlage ist davon auszugehen, daß vorerst der Naturzustand erfaßt wird, was gleichzeitig einer Eichung dieser Modellstrecke entspricht. Als Modellstrecke sind Flußabschnitte von 20 bis über 70 km gebräuchlich. Bei diesen langen Abschnitten handelt es sich jedoch um zwei aufeinanderfolgende Anlagen, um die gegenseitige Beeinflussung, speziell in bezug auf die Hochwasserabfuhr, prüfen zu können. Im „Urzustand“, wie wir ihn nennen, werden grundsätzlich die charakteristischen Wasserführungen, nämlich Nieder-, Mittel- und Hochwasser, in der Natur nachgebildet, wobei die jeweiligen Wasseranschläge, speziell was die Hochwässer betrifft, auf Grund geodätischer Feldbeobachtungen in das Modell eingeführt werden. Es ist ein langwieriger Vorgang, einerseits die überflutete Aulandschaft, andererseits das Gerinne in seiner tatsächlichen Wirkungsweise nachzubilden. Besondere Sorgfalt erfordern hier die Einbauten für die Nachbildung der Rauigkeiten.

Ein so geeichtes Modell ist nun geeignet, die Kraftwerksanlagen eingebaut zu erhalten, und ab diesem Zeitpunkt beginnt die Überprüfung des Projektes. Dabei interessieren vor allem die Frage der Beurteilung der Wirksamkeit verbleibender Retentionsräume, die Feststellung der Auswirkung der Hochwässer in den Hinterländern, wobei eine Verschlechterung gegenüber dem „Urzustand“ in den allermeisten Fällen nicht statthaft ist, und die Überprüfung der Wellenlaufzeiten der einzelnen Ereignisse. Um der angrenzenden Landeskultur behilflich sein zu können, ist eine Dotation aus dem Stauraum, wie bereits erwähnt, vorzusehen. Auch diese Anlagen sind sinnvollerweise im Großmodell auf ihre Wirksamkeit für die Hinterländer zu

untersuchen, speziell was die Ausbreitung der Dotationswassermengen betrifft.

In weiterer Folge werden auch die hydraulisch dimensionierten Anlagenteile, speziell die Wehranlagen im Modellversuch, überprüft. Dies betrifft im besonderen die Überprüfung der Abfuhrfähigkeit und der Druckverhältnisse an den Verschlüssen und am Wehrboden, verbunden mit Kolkversuchen und anderem mehr.

Elektromaschinelle Anlagen

Der hydraulische Zuschnitt einer Anlage und die Festlegung des Ausbaugrades bestimmen natürlich die Auslegung der Wasserkraftturbinen. Diese wiederum erzwingen die Übereinstimmung mit den erforderlichen Generatoren. Der Projektant wird, bevor er sich mit den einschlägigen Industrien in Verbindung setzt, die Anzahl der Aggregate und damit die Schluckfähigkeit der Maschinensätze festzulegen haben. Diese Festlegungen geschehen meist unter Zuhilfenahme einzelner Projektvarianten in Form eines Optimierungsprogrammes, in dem die Erfordernisse für Bau- und Elektromaschinenseite gegenüberstellend zusammengeführt werden.

Zu diesen generellen Überlegungen gehören auch die Wahl der Anzahl der Transformatoren, die Ausführung der Freiluftschaltanlagen und die Planung der Einbindung des Kraftwerkes in das öffentliche Netz. Diese Festlegungen werden weitgehendst, was die Energieableitung und die Einbindung betrifft, von den vorhandenen Verhältnissen und Gegebenheiten bestimmt. Die Festlegung der Anzahl der Transformatoren und deren Größe resultiert sowohl aus der künftigen Betriebsform als auch aus den zulässigen höchsten Gewichten, die nicht nur während der Montage, sondern auch allenfalls im Betrieb zu bewältigen sein werden. Diese Frage der größten zulässigen Gewichte ist deshalb nicht unbedeutend, weil eine Abstimmung mit anderen Bauteilen sowohl auf der elektromaschinellen Seite als auch beim Stahlwasserbau erst eine wirtschaftliche Auslegung der erforderlichen Krananlagen ermöglicht. Diese Frage ist nicht nur für die Dimensionierung der Baulichkeiten ein Maßstab, sondern kann sich verständlicherweise auch auf die Gesamtwirtschaftlichkeit nicht unerheblich auswirken.

Diese nun schon als sehr markant zu bezeichnenden Projektbestandteile werden den einschlägigen Industrien und Werkstätten zur Weiterbearbeitung und späteren Anbotslegung übergeben. Für eine derartige Vorgangsweise ist es jedoch erforderlich, daß der Projektant die Grundzüge ausgearbeitet hat. Es ist selbstverständlich, daß in weiterer Folge diese Spezialisten durchaus berechtigt und in der Lage sind, allfällige Variantenvorschläge zu unterbreiten. Der künftige Auftraggeber wird derart untermauerte Angebote überprüfen, um festzustellen, ob sie einerseits eine technische Verbesserung seines Konzeptes darstellen und andererseits, ob sie überhaupt der Gesamtauslegung sinnvoll eingefügt werden können. Hier ist natürlich eine enge Zusammenarbeit und auch eine profunde Sachkenntnis von großer Bedeutung, wobei Betriebsfahrten aus anderen Werken oft sehr nützliche Hinweise geben können. Dies sei deshalb erwähnt, weil ja gerade auf diesem Sektor ein technischer Fortschritt rascher vor sich geht als vielleicht in anderen techni-

schen Sparten. Um eine Anlage nach modernsten Gesichtspunkten einzurichten, sind daher derartige Hinweise nicht unbedeutend.

Das Bauprojekt

Nachdem alle umfangreichen Erhebungen durchgeführt wurden, die Anfragen am elektromaschinellen und stahlwasserbaulichen Sektor eingelangt sind, wird das Bauprojekt des Hauptbauwerkes und des Staurumes, welches bereits als Vorprojekt existiert, in die endgültige Fassung gebracht. Die Vorbemessungen, die auf Grund statischer und hydraulischer Untersuchungen erfolgten, werden nun nach Kenntnis dieser Detailauskünfte in endgültige und verbindliche Form gebracht. Dies gilt in hohem Maße für die endgültige Beurteilung der Gründungsverhältnisse, der Bauwerksbemessung und der Bemessung der stauhaltenden und stauregulierenden Anlagen. Zu einer Generalplanung gehört es nämlich, die Ausstattung der Unterlagen bereits im Detail so festzulegen, daß einerseits die zuständige Behörde die erforderlichen Entscheidungen treffen und Genehmigungen erteilen kann, andererseits aber mit späteren Auftragnehmern rechtsverbindliche Verträge abgeschlossen werden können. Ein derartiges Projekt stellt auch die Grundlage dar, soll nach Möglichkeit unumstößlich sein, für ein Detailprojekt und für Detailbemessungen wie Schalungs-, Biege-, Bewehrungspläne und dergleichen. Die nun vorgebrachten theoretischen Erwägungen sollten aber durch Hinweise aus der Praxis ergänzt werden. Die Österreichische Donaukraftwerke AG hat seinerzeit mit dem Ausbaubeginn für das Kraftwerk Ybbs-Persenbeug einen Stufenplan erarbeitet, der vorsah, die österreichische Donaustrecke, die etwa eine Länge von 350 km besitzt und ein Rohgefälle von rund 160 m aufweist, so in Kraftstufen einzuteilen, daß die jeweiligen Stauwurzeln mit dem Oberliegerkraftwerk zusammenfallen. Diese Bedingung ist, wenn von Jochenstein an der gemeinsamen österreichisch-deutschen Grenze stromab begonnen wird, nach der heute gültigen Form durch die Errichtung von elf weiteren rein österreichischen Stufen erfüllt. Die dabei erzielte Leistung kann mit 2574 MW und einem Regelarbeitsvermögen von 15 478 GWh angegeben werden. Von diesem Stufenplan sind von den 11 rein österreichischen Stufen folgende Anlagen, der zeitlichen Folge nach geordnet, errichtet worden (s. Tab. 1, S. 120), wobei die Stufe Greifenstein bei Drucklegung dieses Heftes gerade anlief. Die Entwicklung dieser Ausbaufolge wurde von mancher konjunkturellen Schwankung beeinträchtigt, so daß erst ab dem Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen ein einigermaßen geregelter Rhythmus eingeführt werden konnte.

Bilddokumentation des Ausbaues

Nach der Beauftragung unserer Gesellschaft mit dem Ausbau der österreichischen Donaustrecke hat diese 1954 mit der Errichtung des Kraftwerkes Ybbs-Persenbeug begonnen, und zwar ist dies eine Anlage, die mit ihrem Stauraum im Strudengau, also in einer Schluchtenstrecke, zu liegen kommt. Hier sind nur an der Stauwurzel 2 Beckenlandschaften situiert, die nach wie vor bei hohen Wasserführungen überflutet werden, und zwar am linken Ufer der Polder Dornach und am rechten



Abb. 2. Kraftwerk Ybbs-Persenbeug; Inselbaugrube für die Errichtung der Wehrfelder (BMfLV – 34482-LA/56)

Tab. 1. Österreichische Donaukraftwerke AG: Zeitliche Ausbaureihenfolge der Kraftwerke mit Angabe von Leistung und Regelarbeitsvermögen

Kraftwerk	Bauzeit und Inbetriebnahme	Leistung MW	Regelarbeitsvermögen GWh
Ybbs-Persenbeug	1954–1959	200	1282
Aschach	1959–1964	286	1648
Wallsee-Mitterkirchen	1965–1968	210	1320
Ottensheim-Wilhering	1970–1973	179	1143
Altenwörth	1973–1976	335	1950
Abwinden-Asten	1976–1979	168	1028
Melk	1979–1982	187	1180
Greifenstein	1981–1984	284	1686
		1 849	11 237

Ufer der Polder Ardagger. Nachstehende Bilddokumentation soll wichtige Ausbauphasen veranschaulichen. Abb. 2 zeigt die seinerzeitige Inselbaugrube, in der zwei Wehrfelder errichtet wurden. Eine Bauweise, die heute auf Grund der geographischen Situation nicht mehr praktiziert wird – aber darüber an anderer Stelle.

Abb. 3 zeigt als Folgetakt den Schluß der Baugrube mit Hilfe eines Kreiszellenfangdammes an die in der Zwischenzeit fertiggestellte Schleusenanlage. Damit war der Fluß im Bereich des künftigen Kraftwerkes Ybbs-Persenbeug praktisch abgeschlossen, die Wasserabfuhr erfolgte durch die Wehrfelder und der Schiffsverkehr durch die betriebstüchtige Doppelkammerschleuse.

Die Umbauarbeiten im Stauraum bestanden im wesentlichen aus Landaufhöhungen und Hochbauadaptierungen mit teilweisen Neubauten, um die Objekte den Stauverhältnissen anzupassen.



Abb. 3. Kraftwerk Ybbs-Persenbeug; Generalansicht vom linken Ufer-Unterwasser mit Fertigstellung der Baugrube (Zellenfangdamm) für das Nordkraftwerk

Nach der Baustelle Ybbs-Persenbeug wurde als nächste Stufe Aschach in einer Schluchtenstrecke mit einer Stauraumlänge von 44 km errichtet. In diesem Stauraum wurden eine Reihe von Siedlungen umgebaut, den neuen Verhältnissen angepaßt, umfangreiche Landaufhöhungen vorgenommen und – genauso wie in Ybbs-Persenbeug – erhebliche Schifffahrtshindernisse beseitigt. Auf Abb. 4 sind alle Baugruben in ihrer Reihenfolge zusammengestellt.

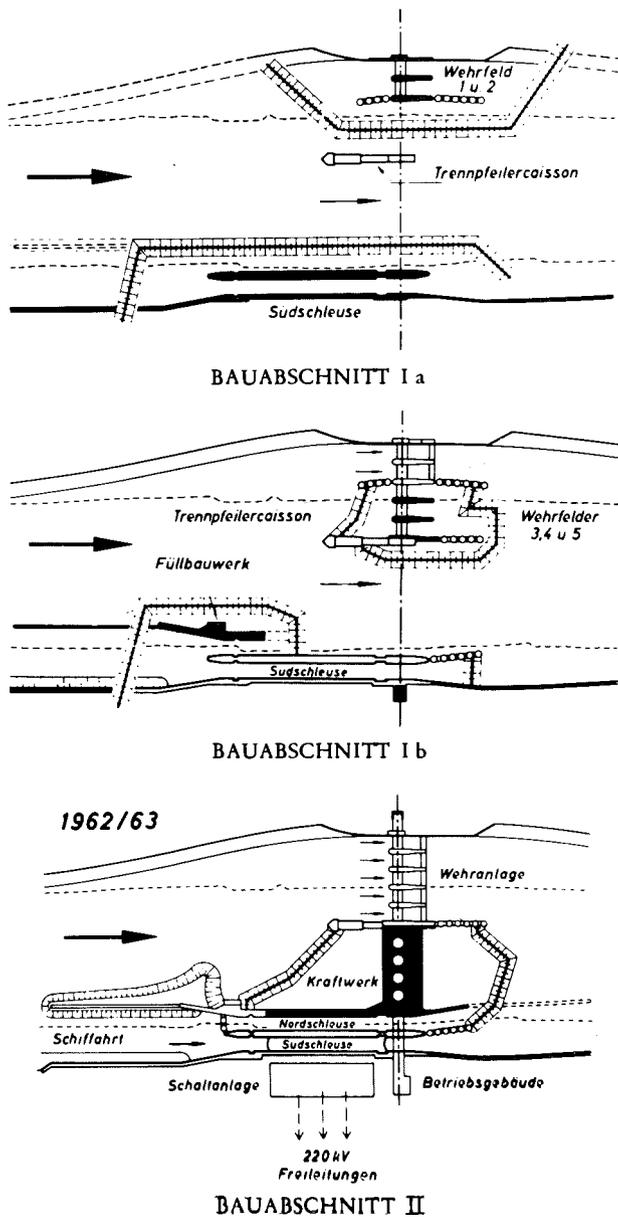


Abb. 4. Kraftwerk Aschach; Baugrubenfolge

Als erste Phase entstand am linken Ufer eine Baugrube für zweieinhalb Wehrfelder, am rechten Ufer für eine Kammer der Schiffsschleuse. In der nächsten Phase wurde am rechten Ufer die Wehrbaugrube zu einer Inselbaugrube erweitert, die zwei nördlichen Wehrfelder in Betrieb genommen, der Einlauf der Schleusenanlage in eine Baugrube miteinbezogen, ein Vorgang, der die Donau, die ja immerhin noch schiffbar bleiben mußte, in ihrem Lauf sehr eingeeengt hat. Daß die Schifffahrt während des Baubetriebes nur mit Vorspann

zu Berg geführt werden konnte, sei nur der Vollständigkeit halber bemerkt. Als dritte Phase wurde die Krafthausbaugrube an die Schleusenmittellauer im Süden und an den Trennpfeiler im Norden angeschlossen. Die Bauphase 2 ist in Abb. 5 dargestellt. In dieser Abbildung ist auch die verbleibende Schifffahrtsöffnung in ihrer Eingeengtheit ersichtlich. Der Schleppzug auf dieser Abbildung ist bergfahrend, der Anhang auf zwei Einheiten reduziert.

Für diese beiden Kraftwerke in den Schluchtenstrecken war der Baugrund für die Hauptbauwerke Fels, wobei der Granit in Aschach von bester Qualität war. Man mußte bei der Ausformung der Baugrube darauf achten, die Sprengmittel vorsichtig zu handhaben, wobei in Nähe der Gründungsfuge Sprengungen wegen der Auflockerungen untersagt waren. Des weiteren wurden aufgetretene Spitzen gekappt, um eine kerbmilde Verzahnung in den Aufstandsflächen zu erhalten. Diese kerbmilde Verzahnung ist besonders wegen der später auftretenden Reißfreudigkeit zu beachten.

Das Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen wurde als erste Anlage in der Niederung gebaut, und damit kam auch eine Änderung des Untergrundes. Es stand hier Schlier (Flinz) an. Wie bereits erläutert, wurde – ähnlich wie in Ottensheim-Wilhering (siehe Abb. 6) – mit Hilfe eines abgeteuffen Brunnens und eines Stollenquerschlages der Schlier auf seine bodenmechanischen Kennwerte hin überprüft. Das Foto zeigt die eingebaute Apparatur für einen Scherversuch.

Eine eingebaute Stollenpresse in Abb. 7 (Hintergrund). Mit dieser Vorrichtung werden die Verformungseigenschaften geprüft und der Verformungsmodul festgestellt.

So sieht das Ergebnis der Entspannungs- und Setzungsmessungen im Diagramm aus. Dieses Diagramm stammt von der Stufe Altenwörth, wo ähnliche Vorversuche gemacht wurden (Abb. 8).

Nach Ermittlung der Bodenkennwerte wird die Abbauweise für diesen Schlier festgelegt. Abb. 9 zeigt die Vorbereitungsarbeiten für den Großaufhub in Abwinden-Asten. Bereits in Wallsee-Mitterkirchen war zu erwarten, daß durch eine große, nicht verspannte „Brust“, durch einen großen Aufschluß der Schlier ins Gleiten kommt. Es wurden daher Brunnen mit einem Durchmesser von 6 m in elliptischer Form so weit abgeteufft, bis man mit Sicherheit annehmen konnte, daß die Rutschkreise durchstoßen sind. Die Abteufung erfolgte händisch, der Brunnen wurde sofort mit Spritzbeton an der Wand fixiert und später als eine Art Pfahl armiert und ausbetoniert. Dieser Pfahl hatte nun einmal die Funktion, die Bruchlinien zu stören, zum anderen jedoch wirkte er als eine Art Nagel. Da die Schichtung des Tons in horizontalen Paketen gegeben war, erfolgte dieses „Vernageln“ einigermaßen senkrecht zur Schichtung.

Auf Abb. 10 von Abwinden-Asten ist zu sehen, wie auf diese Brunnen der Fundamentbeton eingebracht und die entstandenen Oberflächen und Flanken zur Vermeidung von Witterungseinflüssen mit Spritzbeton abgedeckt wurden. Bei winterlichen Bauarbeiten von Wallsee-Mitterkirchen wurden in Teile der Sohlfuge in diesen Spritzbeton Heizungsdrähte eingelegt, um eine Frosteinwirkung zu verhindern. Diese Entwicklung hat sich am grundbautechnischen Sektor ergeben, es kam



Abb. 5. Kraftwerk Aschach; Luftaufnahme der Baugrube Abschnitt Ia mit Schiffsöffnungsöffnung (BMfLV, Zl. 318615/Luft/III/61)

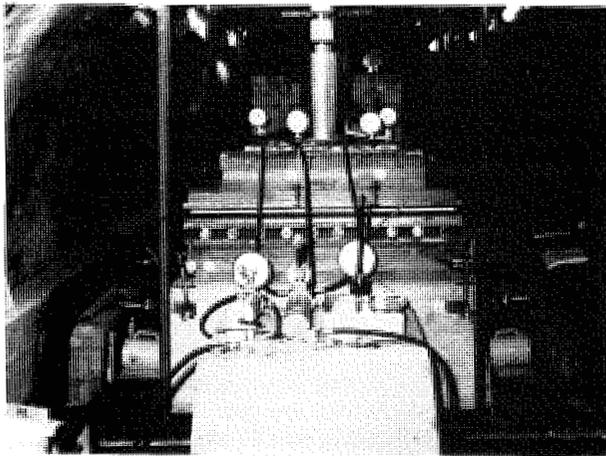


Abb. 6. Aufbau einer Stollenpresse für Scherversuche in situ im Schlier

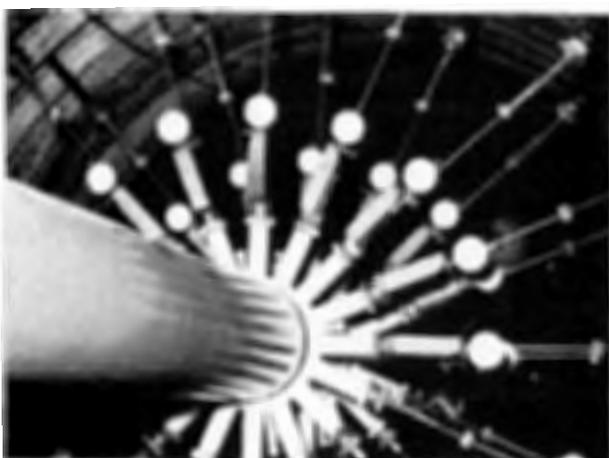


Abb. 7. Radialpresse zur Prüfung des Verformungsverhaltens und Bestimmung des Verformungsmoduls

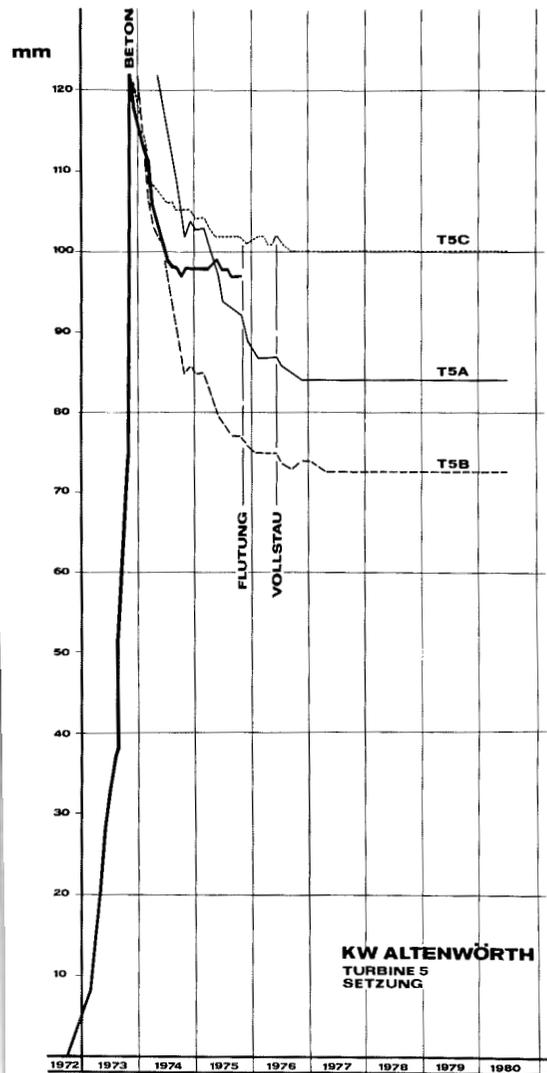


Abb. 8. Dehnungs- und Setzungsverlauf beim Bauablauf im Schlier

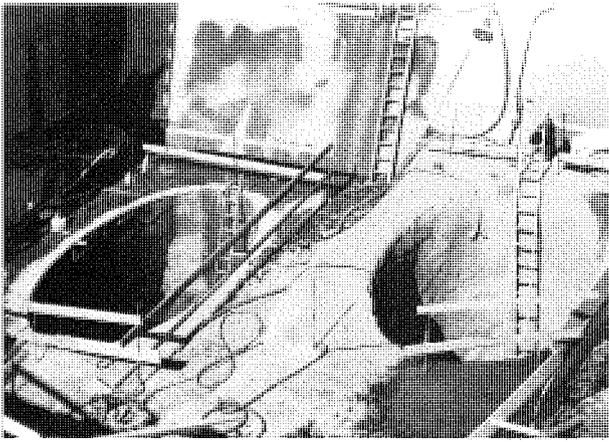


Abb. 9. „Scherbrunnen“ im Schlieraushub



Abb. 10. Schlieraushub mit Spritzbetonsicherung

jedoch auch zu einem Wandel in der Ausführung (Abb. 11). Wir sind mit unseren Hauptbaustellen und der dazugehörigen Baugrube aus der Donau in die angrenzende Aulandschaft gerückt. Mit dieser Entscheidung konnte nicht nur ein wirtschaftlicher Erfolg



Abb. 11. Kraftwerk Abwinden-Asten; Bauzustand und Baugrube neben dem Strom (BMfLV, Zl. 13080/909-1.6./78)

erzielt, sondern auch die Baumethode wesentlich vereinfacht werden. Derzeit beträgt die Bauzeit pro Kraftstufe an der Donau nur 30 Monate.

Eine erwähnenswerte Entwicklung hat sich noch ergeben (siehe Abb. 12). Vergleich zwischen Vertikalmaschinen, wie sie in Ybbs-Persenbeug, Aschach, Wallsee-Mitterkirchen eingebaut wurden, und Horizontalmaschinen, wie sie seit Ottersheim-Wilhering in Verwendung sind (Abb. 13).

Die Vereinfachung der Bauarbeiten wird in Abb. 14 besonders erkenntlich; es zeigt das einzubetonierende Saugrohr einer Horizontalmaschine (Aufnahme von Abwinden-Asten).

Am Stahlwasserbausektor ist es gelungen, von den kostspieligen und antriebsempfindlichen Doppelhakenschnitten zu den Drucksegmentschnitten zu wechseln.

Die Gegenüberstellung zeigt Abb. 15.

Einen Portalkran mit einem Drucksegmentschnitt während der Montage zeigt Abb. 16.

Auch in der Frage der Baugrubenumschließung ist ein Wandel vor sich gegangen. Hat es im Falle Ybbs-Persenbeug oder Aschach noch eine schwierige Baugrubenbildung mit Spundwänden gegeben, so wurde in weiterer Folge für derartige Hilfsabschlüsse mit Kunststofffolien gearbeitet. Die Aufbringung der Folien erfolgt sehr einfach auf der natürlichen Böschung und wird später überschüttet (Abb. 17).

Die DoKW betreibt eine eigene Modellanlage (Abb. 18), in der die Flußstrecken nachgebildet werden. Der Bau und der Betrieb einer derartigen Modellanlage unterliegt selbstverständlich eigenen Modellgesetzen, und es ist nicht ohne weiteres möglich, beliebige Maßstäbe festzulegen, sollen die Aussagen verwertbar sein.

An dieser Stelle einiges über das „Innenleben“ des Großmodells, die Verhältnisse der einzelnen Maßstäbe zueinander. Die Konstruktion und die Nachbildung des Geländes erfolgte im Maßstab 1:200:50, also in einer entsprechenden Überhöhung, um die einzelnen Geländeformen nicht nur optisch, sondern auch die Gerinne in ihrer Wirkung, bezogen auf die Wasserführung,

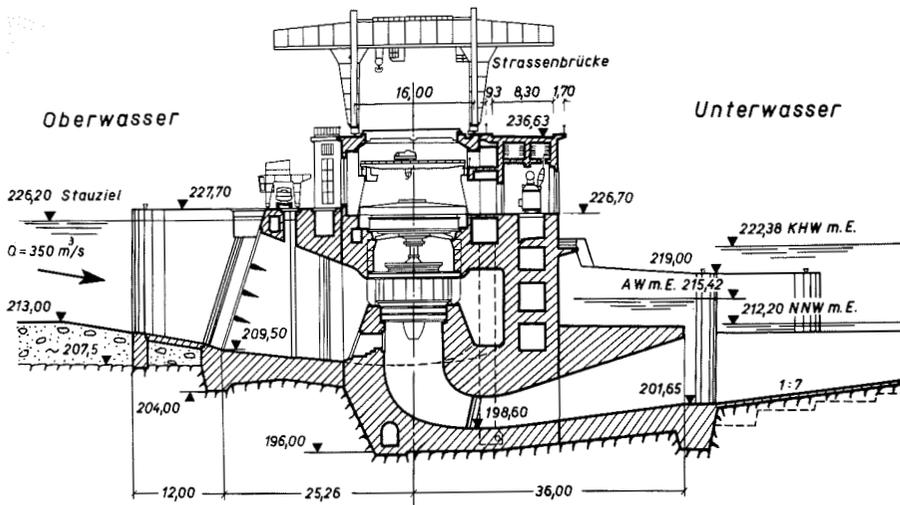


Abb. 12. Krafthaus, Querschnitt vertikal

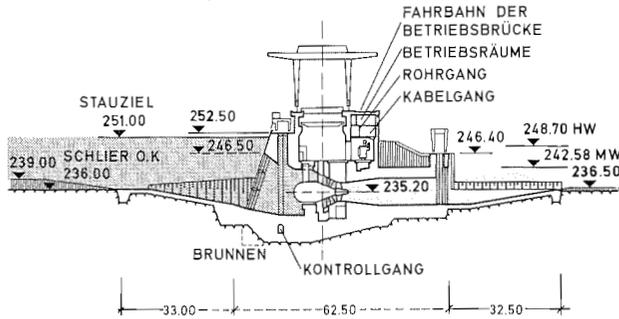


Abb. 13. Krafthaus, Querschnitt horizontal

sinnvoll nachzubilden. Diese Verhältnisse erfordern natürlich auch eine Festlegung des Maßstabes für die einzelnen Wasserführungen, nämlich für das Q . Der M_Q ist mit $1:17,711$ errechnet; für die Geschwindigkeit ergibt dies einen $M_V = 1:7,07$ und letztlich für die Zeit einen Maßstab M_t von $1:28,28$. In diesen Relationen sind nun die Ergebnisse der Beobachtungen rückzurechnen bzw. die in der Natur beobachteten Ereignisse nach diesen Maßstäben in das Modell einzurechnen. Auf diesem Bild ist die Modellanlage mit Betriebsstufen, mit linksufrigem Schloß Persenbeug und rechts im Hintergrund die Stufe Ybbs-Persenbeug zu sehen. Man sieht bei dieser Aufnahme auch, wie schön die Einbindung dieser Anlagen in die Umwelt gelungen ist. Nachbildung einer Aulandschaft im Versuchsmodell mit allen dazugehörigen Altwässern und die Auwaldgestaltung. Der Auwald wird auf Grund der gemachten Erfahrungen durch patschokierte Holzwohle nachgebildet, und zwar entsprechend der natürlichen Rauigkeit (Abb. 19).

Einbau einer Kraftwerksanlage in das Modell (Abb. 20). Die Rauigkeit im Hauptgerinne wird mit Hilfe von Drahtgittern, in den Nebenläufen mit Drahtspiralen und in den freien Strecken mit eingestreuten Kieskörnern nachgebildet. die Eichung erfolgt durch die Nachbildung des Naturzustandes. Das so entstehende Modell wird später für die Prüfung der künftigen Einbauten herangezogen.



Abb. 14. Kraftwerk – Abwinden-Asten; Horizontalturbine Saugrohrauslauf

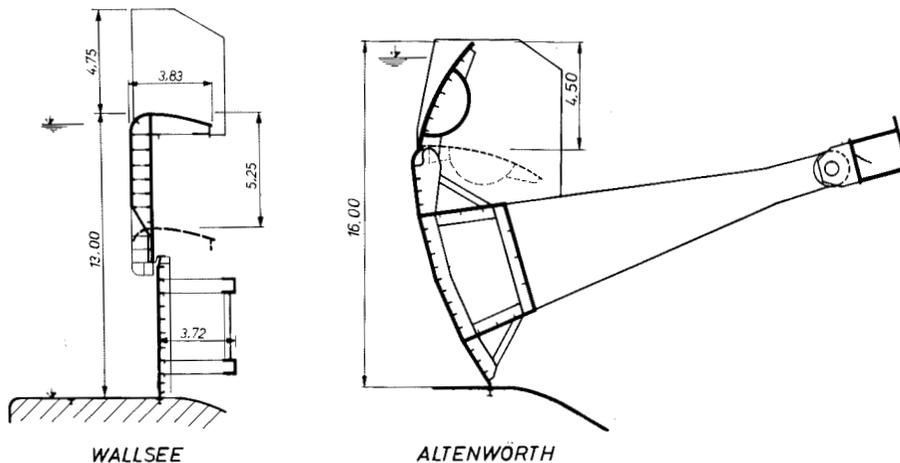


Abb. 15. Wehrschlußvarianten



Abb. 16. Kraftwerk Altenwörth; Drucksegment in Montage

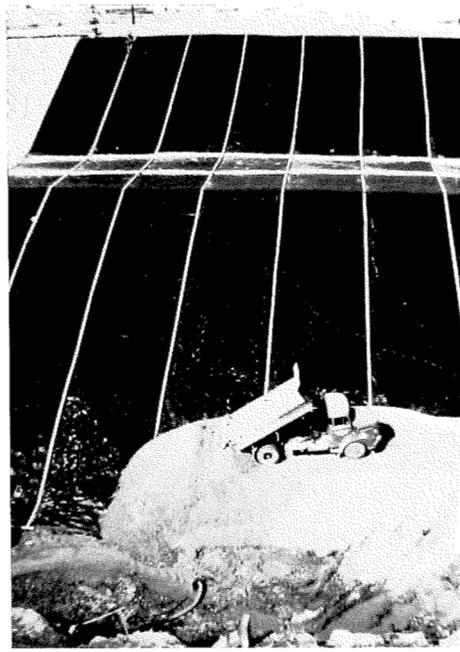


Abb. 17. Foliendichtung im Rückstaudamm und bei Baugrubenumschließungen



Abb. 18. Kraftwerk Ybbs-Persenbeug; Gesamtanlage mit Großmodell im Vordergrund (BMfLV, ZI. 13080/175-1.6./80)

Da die Theorie des Projektes durch die Vielzahl der Erhebungen und deren Prüfung schon vor den Modellversuchen festgelegt ist, kommt es nur in speziellen Fällen durch das Ergebnis der Modellversuche zu Änderungen in der Planung. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß es möglich ist, Projektsablauf und Modell parallel zu gestalten. Ein Vorgang, der sicher erheblich an Vorprojektszeit spart. Die hydrologische Durchforschung der Hinterländer vor Stauerrichtung (Abb. 21). An Hand der Grundwassersonden wird bei verschiedenen charakteristischen Wasserführungen in der Donau die Grundwasserlage festgestellt. Der Verlauf des Grundwassers wird mit Hilfe von Schichtenlinien dargestellt, wie hier in dieser

Kopie eines Planes ersichtlich gemacht wurde. Aus der Summe dieser Erhebungen wird ein mathematisches Grundwassermodell errichtet (Abb. 22), welches etwa das Ergebnis zeitigt. Bei diesem mathematischen Grundwassermodell ist von Bedeutung: die Kenntnis des Grundwasserstauers, die Kenntnis der Überlagerung, deren Durchlässigkeit und die Strömung des Grundwassers, korrespondierend mit der jeweiligen Wasserführung in der Donau. Das Ergebnis dieses mathematischen Modells ist nun Grundlage dafür, die Auswirkung der künftigen Stauerrichtung auf die Hinterländer beurteilen zu können, um allfällige Regulierungsmaßnahmen rechtzeitig vorbereiten oder einleiten zu können. Die erforderlichen



Abb. 19. Großmodell Donau mit nachgebildetem Naturzustand



Abb. 20. Großmodell Donau mit eingebautem Kraftwerk, Donauabriegelung und Altarm

Regulierungsmaßnahmen können bei Grundwasserabsenkung durch Dotation und Bewässerung erfolgen, bei zu hohem Grundwasserstau durch die Anlage einer Drainage, eines Grabensystems oder eines Pumpwerkes.

Auch ein Nicht-Techniker wird nun verstehen, daß ein Stauwerk auch förderlich in die Umweltprobleme eingreifen kann, wenn im Laufe der Zeit durch Eintiefungstendenzen im Gerinne eine allgemeine Grundwasserabsenkung stattgefunden hat. Eine Tatsache, die in den meisten Fällen des Laufkraftwerksbaues positiv vermerkt wird und eine Brücke zum landwirtschaftlichen Wasserbau bildet.

Da die Donau auf Grund der geographischen Gegebenheiten verschiedene Regionen durchläuft, deren Siedlungsräume und Städte von großer Bedeutung sind, soll hier an Hand zweier Beispiele aufgezeigt werden, in welchem Maße die Planung und Baudurchführung einer solchen Großanlage in die Raumordnung, in die Städteplanung und in die Gestaltung der Infrastruktur einzugreifen vermag. Es ist unrichtig zu glauben, daß man sich bei der Planung einer derartigen Anlage über Probleme, die man antrifft, hinwegsetzt – es ist vielmehr so, daß der Projektant „Anlagen-individuell“ den Einflußbereich erhebt und im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden und Organen absteckt. Bei



Abb. 21. Grundwasseraufnahme vor Stauerrichtung



Abb. 22. Grundwassermodell nach Stauerrichtung



Abb. 23. Entwicklung der Stadt Krems zur Donau hin nach Errichtung des Kraftwerkes Altenwörth (BMfLV, ZI 13080/237-1.6/79)



Abb. 24. Raum um den Kremser Hafen (BMfLV, ZI. 13080/237-1.6/79)

dieser großräumigen Betrachtungsweise ist es natürlich zwangsläufig gegeben, daß man auch mit den Problemen der Raum- und Ortsplanung befaßt wird. Abb. 23 zeigt die Entwicklung der Stadt Krems zur Donau hin nach der Errichtung des Kraftwerkes Altenwörth an der Donau.

Schon im Vorprojektstadium wurde mit der Stadt- und Bauverwaltung von Krems Kontakt aufgenommen, wobei es über Vorschlag des Kraftwerksunternehmens gelang, diese alte Wachaustadt im Uferbereich der Donau so zu gestalten, daß nicht nur die Verkehrsprobleme des Durchzugsverkehrs gelöst werden konnten, sondern darüber hinaus auch die Frage der Abwasserbeseitigung. Ein großräumiger Reinhaltverband wurde mit dieser gemeinsamen Regelung befaßt. Diese Gesamtgestaltung war ein Unterfangen, dem sicher anfangs mit Skepsis begegnet wurde, wobei jedoch die bereits vorgezeichneten Planungsziele der Stadtverwaltung eine tatkräftige und zielführende Unterstützung geboten haben. Wenn man heute die fertiggestellten Anlagen in dieser Stadtregion einer Prüfung unterzieht, so ist bei objektiver Betrachtungsweise sicher festzustellen, daß die Nutzung des seinerzeitigen Inundationsgebietes, welches durch den Kraftwerksbau funktionslos wurde, erst diese Entwicklungsmöglichkeiten geschaffen hat. Hier ist eine unterstromige Ergänzung zu der vorangegangenen Bilddemonstration, sie zeigt den Raum um den Kremser Hafen (Abb. 24), wobei ebenfalls festgestellt werden kann, daß durch die vorgenommenen Baumaßnahmen auf Grund des Kraftwerksbaues eine sinnvolle Symbiose zwischen Stadt-Landschaft und verbleibender Au im Unterliegerbereich hergestellt werden konnte.

Die vorgenommenen Maßnahmen und ihre Durchführung zeigen eindeutig die Position, die der Kraftwerksbauer verantwortungsvoll zur Wahrung der öffentlichen Interessen einnimmt, und die damit verbundenen Aufgaben in der Praxis einer kompletten Lösung zuführt.

Die Staustufe Abwinden-Asten im oberösterreichischen Zentralraum wurde schon erwähnt. Die Stadt Linz hat in früher Zeit schon durch Erhöhung der Uferdämme und durch Baggerungen in der Donau eine erhöhte Sicherheit gegen Hochwasser besessen. Durch diese Maßnahmen waren Inundationsgebiete im Stadtbereich bereits weitgehendst ausgeschaltet, so daß die stadtplanerische Betrachtung zum Unterschied von Krems sich auf die staubedingten Erfordernisse beschränken konnte. Hier war es besonders die Abwasserbeseitigung, die einen umfangreichen Anpassungskomplex bildete. Die Stadt Linz verfügte über genehmigte Projekte, die den Entsorgungsraum in regionale Zonen mit entsprechenden Klärwerken teilten. Durch die Errichtung des Kraftwerkes wurde am rechten Ufer im Industriebereich ein Sammelkanal für die Abfuhr der Niederschlagswässer der Stadt und der allfälligen staubedingten Sickerwässer erforderlich. Damit war zwangsläufig die Tatsache gegeben, daß man mit den Projekten der Abwasserbeseitigung in engste Berührung kam, da ja auch für diese wasserrechtlich zu Recht bestehenden Anlagen Abänderungsvorschläge auszuarbeiten und zu unterbreiten waren. Die Anlage eines derartigen Sammlers ermöglichte nun die Mitführung eines Abwasserkanals in einer eigenen Abteilung, so daß in diesem gemeinsamen Bauwerk die Wasser des Fuchselbaches (Oberflächenwasser), die Sickerwässer des Kraftwerkes und die Abwässer der Stadt und Industrien abgeführt werden. Wegen des Industriegebietes und des Stadtbereiches war nur ein geschlossener Kanal möglich, was auch eine Unterdükerung der Hafenanlagen und anderer wichtiger Anlagen erforderte. Diese Dükerstrecke wurde im Schlier vorgetrieben. (Abb. 25 zeigt den südlichen Stollenmund. Im Hintergrund sind die Anlagen der VOEST mit dem kalorischen Kraftwerk zu erkennen.)

Die Aufnahme zeigt, daß dieses Bauwerk, welches aus zwei Teilen besteht, und zwar ein Teil mit einer Länge von 1280 m und ein Teil mit einer Länge von 360 m, alle heiklen und schwierigen Punkte und Strecken, wie



Abb. 25. Südlicher Stollenmund des Sammelkanals. Im Hintergrund die Anlage der VOEST mit dem kalorischen Kraftwerk

VOEST-Hafen, Handelshafen und teilweise die Kanalanlagen der Stadt unterfährt. In diesem Düker wurde ein dreiteiliges Kanalsystem angelegt, in dem die verschiedenen Wässer abgeführt werden.

Der Vortrieb im Schlier wurde mit einer Stollenfräse durchgeführt. Die Auskleidung des Profiles erfolgte unmittelbar nach dem Vollaussbruch in Spritzbeton (Abb. 26).

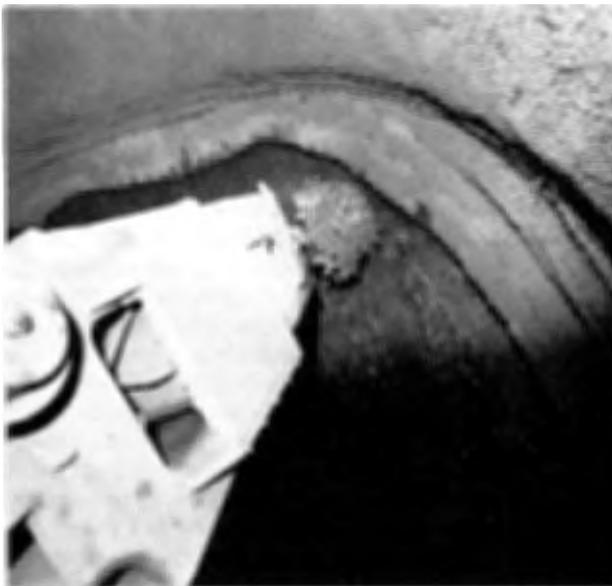


Abb. 26. Stollenfräse, wie sie sich im Schlier vorarbeitet, im Einsatz. Auskleidung in Spritzbeton

Mit diesem Großsammeldüker sind nicht nur die durch die Stauhaltung aufgeworfenen Probleme gelöst worden, sondern es war dies ein Schritt zur Großkläranlage Linz, die in der Zwischenzeit zu einer Anlage mit überregionalem Charakter angewachsen ist. Wie-

derum ein Zeichen, in welchem Maße ein sinnvoll koordinierter Kraftwerksbau förderlich in die Lösung schon seit langem bestehender Probleme eingreift. Dieses Abwasserproblem ist nur als ein signifikantes Beispiel von weiteren Maßnahmen, die gemeinsam durchgeführt werden, herangezogen worden. Es ist jedoch zu erwähnen, daß, speziell was den Schiffsverkehr auf der Donau betrifft, durch die Neugestaltung der Hafenanlagen im Zuge der Stauanpassung verbessernde Änderungen vorgenommen wurden. Ein weiterer Punkt war die weitgehende Neugestaltung der Außenanlagen der Schiffswerft und damit verbunden eine weitere Entwicklungsmöglichkeit dieses Werkes. Im Bereich der großen Industrien wurden neben vorgenommenen Anpassungsarbeiten durch die Anhebung des Stauspiegels große Energieersparnisse erzielt, speziell wenn man die Entnahme der großen Mengen an Kühlwässern ins Auge faßt. Diese kurzen Abrisse können jedoch nur als Streiflichter bezeichnet werden, die deshalb angeführt wurden, um die Vielfältigkeit der Aufgaben darzustellen.

Regulativ für die Umwelt

Diese Beispiele lassen erkennen, daß ein Stauwerk auch förderlich in die Umweltprobleme eingreifen kann, wenn im Laufe der Zeit durch Eintiefungstendenzen im Gerinne eine allgemeine Grundwasserabsenkung stattgefunden hat. Eine Tatsache, die in den meisten Fällen des Laufkraftwerksbaues positiv vermerkt wird und eine Brücke zum landwirtschaftlichen Wasserbau bildet. Wenn ich dies als einen Demonstrationspunkt in der generellen Planung gewählt habe, dann deshalb, weil damit gezeigt wird, daß mit Hilfe eines Wasserkraftbaues bei sinnvoller Projektierung und sinnvoller Bewirtschaftung eine breite Palette mit großer Tiefenwirkung nützlicher Effekte erreicht wird. Hier schließt sich nun der Bogen zur technisch-ökologischen Ganzheit. Gerade die Planungsmaßnahmen und Modellversuche für die lange und mit viel Emotionen seitens der Naturschützer diskutierte Kraftwerksstufe am unteren Ende der österreichischen Kette (Hainburg) sind der beste Beweis dafür. Alle dafür erstellten Projektvarianten gingen nämlich nicht allein von dem Gesichtspunkt der maximal erzielbaren energiewirtschaftlichen Leistung aus, sondern bezogen wesentlich die Mehrzweckaufgabe dieser Stufe ein. Sie hat nämlich auch die Selbsteintiefungstendenz des Stromes in diesem Abschnitt (rund 1,5 cm pro Jahr) und damit das weitere Absinken des Grundwasserspiegels im Marchfeld zu verhindern bzw. durch dessen Anhebung und Dotationsmöglichkeiten Auwaldbestand zu retten. Würde sich nämlich die Selbsteintiefung des Flusses fortsetzen, wären jährlich rund 10 % des angrenzenden Auwaldbestandes von Austrocknung bedroht.

Man sieht also: Die Errichtung jedes Donaukraftwerkes steht seit Beginn des österreichischen Donauausbaues und mit fortschreitenden naturwissenschaftlichen Erkenntnissen um die Biotope in immer engerem Zusammenhang mit der jeweiligen Natur und umgebenden Kulturlandschaft. Wenn die Sachlichkeit es gebietet, von technischen Vorhaben und Einrichtungen zur Gewinnung von umweltfreundlicher elektrischer Energie zu berichten, so soll und darf dabei der stets

miteingeplante Aspekt der Umweltmaßnahmen nicht zu kurz kommen.

Direktor Baurat h. c. Dipl.-Ing. Josef Kobilka
Vorstandsmitglied der Österreichischen Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Schrifttum:

Strom aus dem Strom, eine Information über die Österreichischen Donaukraftwerke AG, Ausgabe 1981.
Fenz, R., Makovec, F., Kobilka, J.: Problems encountered in the slate foundations of Wallsee and Ottensheim power plants on the Danube in Austria, 10th Congress on Large Dams.
Kobilka, J.: Donauausbau und Gewässergüte aus der Sicht der Österreichischen Donaukraftwerke AG, Wasser und Abwasser, Band 1972/73.
Kobilka, J., Grassinger, H.: 14. Internationaler Talsperrenkongreß 1982 in Rio, Fangdämme und Rückstaudämme der Laufkraftwerke an der österreichischen Donau.
Kobilka, J., Hauck, H.: 14. Internationaler Talsperrenkongreß 1982 in Rio, Feststoffhaushalt in den Stauräumen der österreichischen Donaukraftwerke.
Die geologisch-geotechnischen Untersuchungen für das Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen, ÖZE 22/4 – 1969.

Makovec, F.: Schliergründungen von Donaukraftwerken, 6. Europäische Konferenz für Bodenmechanik und Grundbau, Wien 1976.

Makovec, F., Gangl, G., Steinhauser, P.: Anwendung geophysikalischer Verfahren bei einem Kraftwerksprojekt an der österreichischen Donau, Rock Mechanics 12, 1980.
Roehle, W.: Heranziehung von Schleusen zur Hochwasserabfuhr, Beitrag zum International Navigation Congress, Paris 1969, Schriftenreihe des Österreichischen Kanal- und Schifffahrtsvereines.

Roehle, W.: Stahlwasserbau – konservativ, modern oder modisch, Österreichische Wasserwirtschaft, 29. Jahrgang, Heft 9/10

Susan, F.: Die strukturelle Gliederung der Turbinentypen der österreichischen Wasserkraftanlagen – Entwicklung und spezielle Probleme der Rohrturbinen, ÖZE 10/1973.

Böck, K.: Vergleichsmodellversuche für die Turbinen der Kraftwerksstufen an der Donau, Festschrift 25 Jahre ASTRO, 1979.

Wunderle, E.: Vergleichsstudie Rohrturbinen-Vertikalturbinen als Entscheidungsgrundlage für die im Kraftwerk Greifenstein zum Einbau kommende Maschinentype, Interne Studie der Österreichischen Donaukraftwerke AG.

Dorfmeister, K.: Steuer-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen, ÖZE 7/8/1980.

Dorfmeister, K.: Rechner-Einsatz in der Wasserwirtschaft, Schriftenreihe Technische Universität Wien, Band 20/1981.

Kraftwerke – Wasserstraße

Von H. Federspiel

Mit 1 Abbildung

Die österreichische Donau war, wie bekannt ist, schon seit jeher in ihrer gesamten Länge schiffbar. Vor Erfindung der Dampfmaschine wurden die Schiffe stromaufwärts gerudert oder von Pferden und Ochsen gezogen.

So ein Befahren der Donau war jedoch, wie aus alten Chroniken zu entnehmen ist, eine sehr gefährliche Angelegenheit. Unglücksfälle waren fester Bestandteil der Schifffahrt. Verursacht wurden sie durch Felsriffe, scharfe Krümmungen, gefährliche Wirbel und Querströmungen sowie Nebel und Hochwasser.

Bei Niederwasser war die Schifffahrt auf der Donau unmöglich. Durch umfangreiche Regulierungsmaßnahmen, die eine Vertiefung und Verbreiterung der Schifffahrtsrinne erreichen sollten, hatte man in der Vergangenheit versucht, die Fahrwasserverhältnisse zu verbessern. Allen diesen Bemühungen war jedoch nur ein begrenzter Erfolg beschieden. Aufgrund internationaler Konventionen ist Österreich aber verpflichtet, die Donau für die Schifffahrt zu regulieren, d. h. Schifffahrtshindernisse zu beseitigen und entsprechende Fahrwassertiefen und -breiten sicherzustellen. Nur der Ausbau der Donau mit aneinandergereihten Staustufen kann

diese Forderungen auf Dauer erfüllen. In den Jahrzehnten des Wiederaufbaues und der Hochkonjunktur wuchs der Bedarf an elektrischer Energie ständig. So stieg der durchschnittliche elektrische Energieverbrauch pro Kopf von 1985 kWh im Jahre 1960 auf 5100 kWh im Jahre 1982 an. Es lag daher nahe, um den während der letzten 30 Jahre im Durchschnitt um 6,2 % jährlich ansteigenden elektrischen Energiezuwachs abdecken zu können, diese Staustufen als Kraftwerke zu planen und zu bauen. Dies um so mehr, da heimische Energiequellen Devisen schonen und vom Ausland unabhängig machen. So entstanden an der Donau nach dem Betrieb Ybbs-Persenbeug der Reihe nach die Betriebe Aschach, Wallsee-Mitterkirchen, Ottersheim-Wilhering, Altenwörth, Abwinden-Asten, Melk und Greifenstein. Am 27. April 1984 nahm das Kraftwerk Greifenstein den Teilbetrieb auf und wird im Frühjahr 1985 mit allen neun Maschinensätzen in Vollbetrieb stehen.

Dipl.-Ing. Helmut Federspiel
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Kraftwasserstraße der Österreichischen Donaukraftwerke AG

Mit Angaben zur Wasserfracht und Energieerzeugung des Jahres 1983

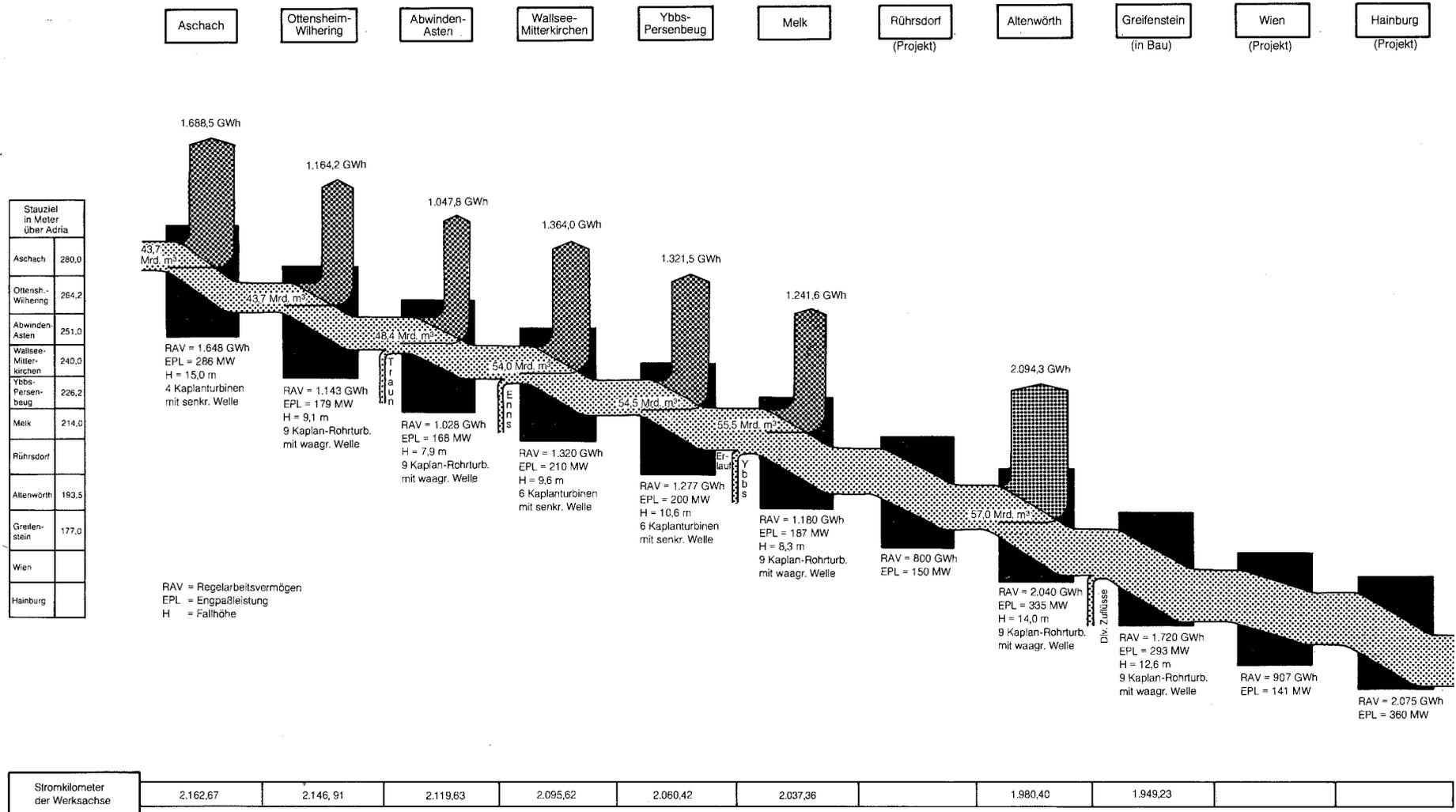


Abb. 1. Kraftwasserstraße der Österreichischen Donaukraftwerke AG

Energieerzeugung der Österreichischen Donaukraftwerke

Von F. Neswadba

Mit 2 Abbildungen

Die Energielieferung der Österreichischen Donaukraftwerke begann am 28. September 1957, als in unserem Kraftwerk Ybbs-Persenbeug der erste Maschinensatz ans Netz geschaltet wurde. Am 9. Juni 1959 stand dann die Anlage mit allen sechs Maschinensätzen in Betrieb und vermochte mit dem jährlichen Arbeitsvermögen von 1250 Millionen kWh damals ca. 630.000 Österreicher mit Strom zu versorgen. Der durchschnittliche österreichische Gesamtverbrauch an elektrischer Energie betrug im Jahre 1960 pro Einwohner 1985 kWh. Um zum Arbeitsvermögen dieses Betriebes noch einen Vergleich anzugeben, sei erwähnt, daß im Jahre 1960 für die gesamte Elektrizitätsversorgung Niederösterreichs 1356 Millionen kWh und für die Wiens 1976 Millionen kWh benötigt wurden. Im Jahre 1982 machte der jährliche Gesamtverbrauch eines Österreichers an elektrischer Energie aber bereits 5100 kWh aus, und das Arbeitsvermögen des Betriebes Ybbs-Persenbeug reicht demnach nur mehr für ca. 250.000 Einwohner. Mit der Vollbetriebsaufnahme der Stufe Melk Ende November 1982 und nach dem Abschluß restlicher Unterwassereintiefungsarbeiten im Bereich der Betriebe Ybbs-Persenbeug und Melk beträgt das Regelarbeitsvermögen unserer nunmehr sieben Werke insgesamt 9641 GWh und deren Engpaßleistung 1564 MW. Ordnet man Österreichs Wasserkraftwerke nach der Größe ihres Regelarbeitsvermögens, so stehen die sieben Betriebe der DoKW, angeführt vom Kraftwerk Altenwörth, an der Spitze dieser Reihe.

Nach dem Vollausbau des österreichischen Donauabschnittes unter Zugrundelegung unseres Rahmenplanes würde das RAV dann mehr als 15.100 GWh betragen. Demnach waren also Ende 1982 knapp zwei Drittel vom Energiepotential des österreichischen Donauabschnittes energiewirtschaftlich genutzt.

Nachstehend wurden in Form einer kleinen Tabelle für die einzelnen Kraftwerke das Datum der ersten Energielieferung, die Energieerzeugung seit diesem Tag bis zum Jahresende 1982, das Regelarbeitsvermögen, die Engpaßleistung und die gesicherte Mindestleistung zusammengestellt.

Zum leichteren Verständnis möchten wir die drei letztgenannten energiewirtschaftlichen Begriffe im folgenden erläutern:

Unter dem Regelarbeitsvermögen (RAV) eines Wasserkraftwerkes versteht man jene Jahreserzeugung, bezogen auf die Generatorklemmen, die dem mittleren Jahreswasserdargebot einer möglichst langen, zusammenhängenden Jahresreihe entspricht. Bei uns wurden das Regelarbeitsvermögen und die gesicherte Mindestleistung nach der Jahresreihe 1924 bis 1973, also aufgrund von 50 Jahren festgelegt. Die Engpaßleistung (EPL) eines Kraftwerkes ist die höchste, auf die Generatorklemmen bezogene, dauernd ausfahrbare Leistung.

Als gesicherte Mindestleistung (Pmin) bezeichnet man jene Leistung, die einem Durchfluß entspricht, der

während des Regeljahres an 347 Tagen, das sind 95 % dieses Jahres, nicht unterschritten wird.

Für sehr große Energiemengen wird in der Elektrizitätswirtschaft oft, so auch in unserer Tabelle, an Stelle der Einheit Kilowattstunde das Einmillionenfache davon verwendet und als „Gigawattstunde“ bezeichnet. Zur besseren Vorstellung, was man mit einer Gigawattstunde anfangen kann, sei erwähnt, daß diese Energiemenge dem jährlichen, durchschnittlichen Verbrauch von 850 österreichischen Haushalten entspricht. Demnach könnten wir, um wieder einen Vergleich heranzuziehen, mit dem an der Donau derzeit installierten Arbeitsvermögen den jährlichen Gesamtstromverbrauch von ca. 8 Millionen Haushalten decken.

Werk	RAV (GWh)	EPL (MW)	Pmin (MW)	Erz. (GWh)	Beginn der Energielieferung
A	1648	278	90	32 644	3. 9. 1963
O	1143	179	70	11 082	1. 3. 1973
Aba	1028	168	63	3 862	4. 2. 1979
Wa	1320	210	83	19 304	27. 2. 1968
Y	1282	200	78	31 666	28. 9. 1957
Me	1180	187	80	871	27. 2. 1982
Aw	2040	342	127	13 509	29. 4. 1976
Summe	9 641	1 564	591	112 938	28. 9. 1957

RAV ... Regelarbeitsvermögen

EPL ... Engpaßleistung

Erz. ... Erzeugung seit Betriebsbeginn bis Ende 1982

Pmin. ... gesicherte Mindestleistung

Vom angegebenen Summenregelarbeitsvermögen entfallen auf den Zeitraum Oktober bis März 41,9 % und auf die Zeitspanne April bis September 58,1 %. Aus den angegebenen Prozentzahlen ist eine typische Eigenschaft der österreichischen Laufkraftwerke gut erkennbar, nämlich die geringere Energieausbeute während der kalten Jahreszeit, verursacht durch die schwächere Wasserführung im Spätherbst und Winter. Um die notwendigen periodischen Revisionsarbeiten der Maschinensätze ohne Energieverluste durchzuführen, verlegt man diese Arbeiten in den Spätherbst und Winter, da zur Abarbeitung der zu dieser Jahreszeit geringeren Wasserführung im Regelfall nicht alle Turbinen eines Kraftwerkes benötigt werden. Im Netz kommen dann die großen kalorischen Kraftwerke besonders zum Einsatz.

Es kann jedoch auch im Winter in unseren Kraftwerken fallweise durch in Revision stehende und damit nicht verfügbare Maschinensätze zu Energieverlusten kommen, nämlich dann, wenn die Wasserfracht einer Winterperiode recht hoch ist und die in Betrieb verbliebenen Turbinen die in einem Regeljahr nicht vorkommende hohe winterliche Wasserfracht nicht verarbeiten können.

Die Beeinträchtigung der Energieerzeugung während eines Betriebsjahres durch in Revision befindliche Maschinensätze sowie durch unvorhersehbare Stö-
 rungsereignisse wird mit Hilfe der sogenannten „Verfügbarkeit“, die das Verhältnis der tatsächlich erzeugten zur erzeugbaren Energie darstellt, zum Ausdruck gebracht.

Wenn wir die Verfügbarkeit von Betriebsbeginn an bis zur Gegenwart unserer einzelnen Betriebe mitteln, so liegt die Verfügbarkeit durchwegs über 99 % und ist somit ein Beweis für die hohe Betriebszuverlässigkeit der Anlagen und für die termingerechte und zügige Durchführung von notwendigen Revisionen und Reparaturen.

Das an der Donau beobachtbare Verhältnis zwischen der Höchstleistung, die normalerweise im Frühjahr oder Frühsommer auftritt und der Mindestleistung im Herbst oder Winter kann 2,5:1 oder fallweise noch größer sein. Aus der Gegenüberstellung der Engpaßleistung und der gesicherten Mindestleistung wäre dieses Verhältnis in der angegebenen Tabelle ebenfalls ablesbar.

Die Betriebe unserer Kraftwerkskette, die derzeit von der österreichisch-bayerischen Grenze bis Melk eine lückenlose Kraftwasserstraße bilden, wandeln das Rohenergiedargebot mit einem Anlagenwirkungsgrad, der etwa zwischen 85 und 90 % liegt, in elektrische Energie um, und das ohne Belastung der Umwelt durch Abwärme, Abgase und Lärm. Von der sogenannten Bruttoerzeugung an den Generatorklemmen gehen im Schnitt 0,5 % in den Eigenbedarf, und weitere 0,5 % entfallen auf die Verluste in den Transformatoren, wobei in den älteren Anlagen die Verlustwärme der Generatoren und bei den Kraftwerken mit Rohrturbinen die Abwärme der Transformatoren im Winter zur Beheizung der Krafthäuser und Betriebsgebäude verwendet wird.

Um den Energiefluß in einem Donaukraftwerk auch durch echte Zahlenangaben deutlich zu machen, haben wir in der folgenden Abb. 1 die Jahresenergiebilanz 1982 des Betriebes Altenwörth in Form eines Energieflußbildes dargestellt.

Im genannten Jahr wurde beim Kraftwerk Altenwörth eine Wasserfracht von 63,4 Mrd. Kubikmeter (m³) registriert. Von diesem Wasserdargebot gingen 3,8 Mrd. m³ ungenützt über die Wehranlage ins Unterwasser, da die Wasserführung an mehreren Tagen des Berichtsjahres höher als das Schluckvermögen der neun eingebauten Turbinen war. Im Betrieb Altenwörth kommt dies während eines Regeljahres an 53 Tagen vor. Wir können auch sagen, der Ausbaugrad dieses Kraftwerkes entspricht einer 53tägigen Wasserführung. Ferner gingen durch Schleusungen zu Betriebszeiten, an denen die Wasserführung kleiner als das Schluckvermögen der Turbinen war, 0,28 Mrd. m³ für die Energieerzeugung verloren. Von der verbleibenden, als verwertbare Wasserfracht bezeichneten Menge mußten durch unvorhersehbare Störungen 0,005 Mrd. m³ und durch in Revision stehende Maschinen nochmals 0,27 Mrd. m³ ungenützt über die Wehranlage abgegeben werden, so daß die endgültig verwertete und zur Energieerzeugung ausgenützte Wasserfracht etwa 59,04 Mrd. m³ betrug. Diesem Wasserdargebot stand an den Generatorklemmen eine Bruttoerzeugung von 2264,81 GWh gegenüber. Die Umwandlung der poten-

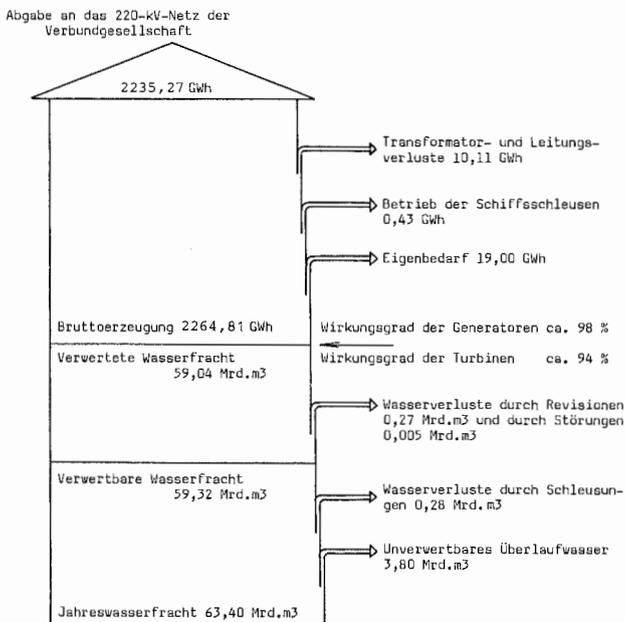


Abb. 1. Energieflußbild des Betriebes Altenwörth für das Jahr 1982

tiellen Energie des aufgestauten Wassers in elektrische Energie erfolgt im Kraftwerk Altenwörth bei Nennlast mit einem Turbinenwirkungsgrad von etwa 94 % und mit einem Generatorwirkungsgrad von etwa 98 %.

Von dieser Energie wurden 19,0 GWh für den Eigenbedarf und 0,43 GWh für den Betrieb der beiden Schiffschleusen abgezweigt, so daß nach Abzug von 10,1 GWh für Tranformator- und Leitungsverluste an der Übergabestelle ins Verbundnetz 2235,27 GWh gezählt wurden. Als Übergabestelle dient in diesem Fall das nahe beim Betrieb Altenwörth liegende Umspannwerk Dürrrohr der Verbundgesellschaft, das mit unserem Kraftwerk durch drei 220 kV-Hochspannungsleitungen in Verbindung steht.

Die folgende Abb. 2 zeigt den Anteil der Österreichischen Donaukraftwerke an der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs, der im Jahre 1982 bei 26,5 % lag, womit unsere Gesellschaft der größte Stromerzeuger Österreichs war.

Wie aus der Abb. 2 zu erkennen ist, kommt derzeit etwa die Hälfte der in Österreich erzeugten Laufenergie von der Donau. Die erzeugte elektrische Energie wird nahezu ausschließlich in das Netz der Österreichischen Verbundgesellschaft abgegeben, und zwar liefern die Betriebe Aschach, Ybbs-Persenbeug, Wallsee-Mitterkirchen und Altenwörth mit einer Spannung von 220 kV und die Betriebe Ottensheim-Wilhering, Abwinden-Asten und Melk mit 110 kV.

Aus dem Verbundnetz steht dann den an unseren Betrieben beteiligten Landesgesellschaften jene Strommenge zur Verfügung, die ihnen aufgrund der Zahlung eines Baukostenzuschusses während der gesamten Betriebsdauer der Kraftwerke zusteht.

Am Betrieb Ottensheim-Wilhering sind OKA und SAFE zu je 10 % beteiligt, am Betrieb Abwinden-Asten die SAFE zu 5 % und OKA, VKW, KELAG zu je 10 %. Am Betrieb Melk sind OKA, SAFE und VKW zu je 7 % und die NEWAG erstmalig bei der DoKW mit 12 % beteiligt. In Altenwörth entfallen auf OKA und KELAG je 10 % und auf die VKW 15 %. An den Werken Aschach und

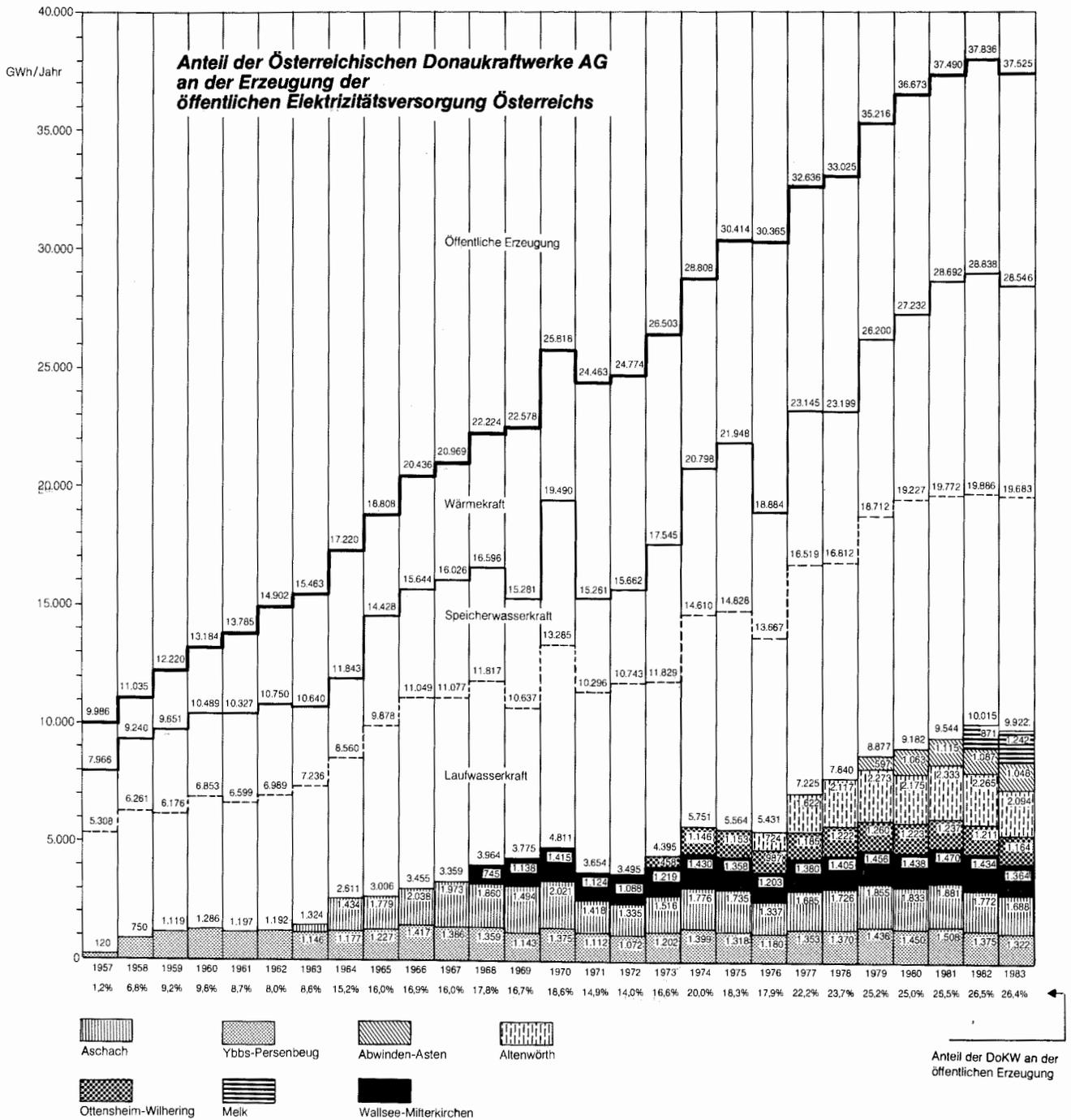


Abb. 2. Anteil der Österreichischen Donaukraftwerke AG an der Erzeugung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs

Wallsee-Mitterkirchen sind deutsche Partner (RWE und EVS), jedoch nicht auf Betriebsdauer beteiligt. Die Betriebsführung aller unserer Kraftwerke liegt ausschließlich in den Händen der DoKW.

Zum Vergleich sei noch erwähnt, daß die Jahreserzeugung der DoKW im Jahre 1982 von genau 10 015 GWh etwa so groß war wie der Gesamtstromverbrauch aller österreichischen Haushalte plus der Landwirtschaft. Der finanzielle Betriebsaufwand für die Erzeugung einer Kilowattstunde liegt zur Zeit bei etwa 20 Groschen, wodurch klar wird, daß durch die Kraftwerke an der Donau, neben einer Reihe anderer Vorteile, eine enorm wirtschaftliche Energiequelle zur Verfügung steht, da Brennstoffinvestitionen wegfallen und die

Lebensdauer wesentlich länger ist als bei kalorischen Anlagen.

Wollte man die genannte Jahreserzeugung mit Heizöl aufbringen, so müßten dazu 2,25 Mio. Tonnen Heizöl verfeuert werden, wenn man mit dem durchschnittlichen spez. Ölverbrauch von 0,225 kg Öl pro Kilowattstunde rechnet.

Im Jahre 1982 wären dazu etwa 7 Mrd. Schilling an Brennstoffinvestitionen notwendig gewesen.

Dipl.-Ing. Franz Neswabba
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Das Hauptbauwerk: Entwicklungen in dreißig Jahren

Von E. Schmidt und H. Mally

Mit 12 Abbildungen

Das erste Donaukraftwerk, das die Österreichische Donaukraftwerke AG errichtete, war das Kraftwerk Ybbs-Persenbeug, Baubeginn Oktober 1954.

Grundsätzlich wurde festgelegt, daß aus Gründen der Betriebssicherheit solch großer Anlagen alle Bauteile des Hauptbauwerkes, nämlich Krafthaus, Wehr und Schleuse, mit einem Portalkran bedient werden sollen. Das Kraftwerk *Ybbs-Persenbeug* liegt in einem Engtal. Auf Grund der Talbreite und der Nähe der Stadt Ybbs kam nur die nähere Umgebung des Schlosses Persenbeug für die Situierung des Hauptbauwerkes in Frage. Nach Durchführung zahlreicher Modellversuche und unter Berücksichtigung eines möglichst einfachen Teilstaubetriebes ergab sich folgendes Konzept:

Die Schleusenanlage befindet sich am linken Ufer, das Krafthaus ist unterteilt in ein „Nordkraftwerk“ und ein „Südkraftwerk“. Das Nordkraftwerk schließt unmittelbar an das Schleusenoberhaupt an, in der Mitte des Flusses liegt die Wehranlage. Das Südkraftwerk ist südlich der Wehranlage situiert. An das Südkraftwerk schließen noch die Montagehalle und das Betriebsgebäude an.

In jedem der beiden Krafthäuser sind drei Maschinensätze angeordnet, bestehend aus Kaplan-Turbinen mit vertikaler Welle und aufgesetztem Schirmgenerator. Wie bereits erwähnt, kann ein großer Portalkran auch über die Krafthäuser fahren, so daß schwere Maschinenteile bei Montage oder Revision mit Hilfe dieses Kranes ein- und ausgebaut werden können. In der Krafthaushalle selbst ist ein Innenhauskran von 15 t Tragkraft angeordnet. Die beiden Krafthäuser sind in der sogenannten „halbhohen Bauweise“ mit Krafthaushalle errichtet.



Abb. 1. Kraftwerk Ybbs-Persenbeug: Hauptbauwerk, Blickrichtung Oberwasser

Die Wehranlage besteht aus fünf Wehrfeldern mit je 30 m lichter Weite, vier Wehrpfeilern und den beiden Trennpfeilern. Als Wehrverschlüsse dienen die auch damals bereits bewährten Hakendoppelschützen. Für die Obertafeln ist eine Schnellsenkvorrichtung installiert, damit bei totalem Turbinenausfall größere, für die Schifffahrt schädliche Schwall- und Sunkerscheinungen vermieden werden. Jedes Wehrfeld kann zu Revisionszwecken im Ober- und Unterwasser durch Dammbalken abgeschlossen werden. Die Wehrfelder sind auftriebsentlastet. Die Pfeilerwände und die Wehrfelder sind mit Granitsteinen verkleidet. Die Verschlußmontage erfolgte durch den Portalkran. Auch die Oberwasser-Dammbalken können mit Hilfe dieses Kranes eingesetzt werden; für den Einsatz der Unterwasser-Dammbalken ist ein Schwimmkran erforderlich. Die Träger für die Portalkranbrücke sind als Stahl-Torsionsträger ausgebildet.

Die Schleusenanlage besteht aus zwei Kammern mit je 24 m lichter Weite und 230 m Nutzlänge. Jede Kammer kann einen Schleppzug mit vier paarweise gekoppelten Kähnen aufnehmen oder einen Schubverband, bestehend aus Schubschiff und vier paarweise gekoppelten Schubleichtern. Als Oberhauptverschlüsse dienen Hakendoppelschützen, als Verschlüsse beim Unterhaupt finden Riegelstemptore Verwendung. Alle Verschlüsse werden mechanisch angetrieben. Im Oberwasser und im Unterwasser sind je ein Schleusenvorhafen angeordnet, wobei jeder vor dem Haupt eine trompetenförmige Erweiterung hat. Die Schleuse wird durch Anheben des Unterschlützes des Oberhauptverschlusses aus dem Oberhafen gefüllt. Die Entleerung erfolgt durch Rollschützen, die in den Stemptoren angeordnet sind; die Entleerungswassermenge fließt in den Unterhafen. Diese Art der Füllung und Entleerung entspricht der des deutsch-österreichischen Kraftwerkes Jochenstein; bei diesen Füll- und Entleerungsvorgängen entstehen in den Vorhäfen Strömungen, die die Schifffahrt etwas behindern können.

Das Hauptwerk Ybbs-Persenbeug wird auch von einer Bundesstraßenbrücke überquert. Im Bereich von Schleuse und Wehr liegt eine unabhängige Tragkonstruktion auf den Wehrpfeilern bzw. den Schleusenmauern auf. Im Bereich der beiden Krafthäuser und der Montagehalle bildet die Fahrbahn einen Teil des Daches.

Alle Teile des Hauptwerkes sind in Granit/Gneis gegründet. Unter dem Einlauf des Südkraftwerkes wurde ein Injektionsschirm angeordnet. Der Bau mußte, da es sich um eine Baustelle im Engtal handelt, in einzelnen Baugruben erfolgen. Nach drei Jahren konnte ein Teilstau errichtet und der Betrieb im Südkraftwerk aufgenommen werden. Mit Fertigstellung des Nordkraftwerkes, nach insgesamt fünf Jahren, wurde auch der Vollstau erreicht.

Abschließend sei bemerkt, daß es sich bei allen Donaukraftwerken um Mehrzweckanlagen handelt. Neben dem Hauptzweck der Energieerzeugung werden auch die Schifffahrtsverhältnisse wesentlich verbessert;

es werden Schifffahrtshindernisse beseitigt bzw. überstaut; weiters werden durch den Stau im gesamten Stauraum die Fahrbahnabmessungen entsprechend den Empfehlungen der Donaukommission erreicht, so daß auch bei geringer Wasserführung ein zweibahniger Schiffsverkehr Tag und Nacht möglich ist. Außerdem werden im Stauraum diverse Gebiete hochwasserfrei-gestellt.

Die nächste Staustufe, die seitens der Österreichischen Donaukraftwerke AG gebaut wurde, ist das Kraftwerk *Aschach*. Auch hier wurde das Hauptbauwerk in einem Engtal errichtet. Das ganze Hauptbauwerk wurde auf Granit hervorragender Qualität gegründet. Die Schleusenanlage befindet sich am rechten Ufer, unmittelbar

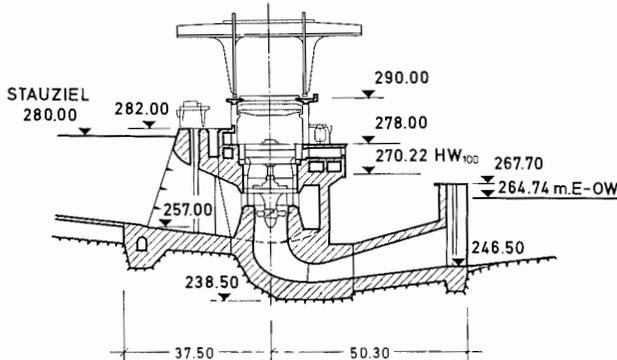


Abb. 2. Kraftwerk Aschach: Krafthausquerschnitt, vertikale Kaplan-Turbine mit Schirmgenerator, halbhohe Bauweise, durchgehende Halle

anschließend in Flußmitte liegt das Krafthaus. Im nördlichen Teil des Flusses liegt die Wehranlage. Landseits der Schleuse schließen die Montagehalle und das Betriebsgebäude an. Im Krafthaus, welches wieder in „halbhoher Bauweise“ errichtet ist, sind vier Maschinensätze angeordnet, bestehend aus Kaplan-Turbinen mit vertikaler Welle und aufgesetztem Schirmgenerator.

Die Wehranlage besteht aus fünf Wehrfeldern à 24 m lichter Weite, vier Wehrpfeilern, einem Trennpfeiler und dem Landwiderlager. Auch hier kamen als Verschlüsse Hakendoppelschützen zur Anwendung. Die Wehrfelder sind ebenfalls auftriebsentlastet. Bei drei Wehrfeldern wurde in den Tosbecken die Granitsteinverkleidung durch Hartbeton ersetzt. Zwei Wehrfelder sind total steinverkleidet, es handelt sich um die sogenannten „Eisfelder“. Bei diesen Wehrfeldern liegen auch die Tosbecken tiefer, damit der ungünstigen Beanspruchung eines Eistriftens Rechnung getragen wird. Die Portalkranbrücken sind auch hier als Stahl-Torsions-träger ausgebildet.

Die Abmessungen der Schleusenammern und der Vorhäfen sind die gleichen wie in Ybbs-Persenbeug. Die Oberhafen-Leitmauer ist hier durch eine Dalbenreihe ersetzt. Die Besonderheit der Schleusenanlage Aschach ist das System der Schleusenfüllung und -entleerung. Die Schleusenfüllung erfolgt durch ein eigenes Füllbauwerk, das wehrseitig des Schleusen-Oberhauptes angeordnet ist. Die Füllwassermenge wird aus dem gestauten Wasser vor der Wehranlage entnommen. Das Schleusenentleerungsbauwerk liegt zwischen dem Schleusen-Unterhaupt Nord und dem Krafthaus, die Rückgabe der Entleerungswassermenge erfolgt in das Unterwasser der Wehranlage. Durch diese Anordnung ist sichergestellt, daß beim Füllungs- und Entleerungsvorgang keine die Schifffahrt behindernden Strömungen in den Schleusenvorhäfen auftreten können. Darüber hinaus sind unter den Schleusenammern Grundläufe gebaut, in deren Decken Schlitze angeordnet sind. Das Füllwasser fließt aus dem Füllbauwerk in diese Grundläufe und steigt von hier gleichmäßig verteilt und beruhigt durch die Deckenschlitze in die Kammer auf. Diese optimal ruhige Füllung ist wegen der großen Stauhöhe in Aschach besonders wichtig. Die Entleerung erfolgt wieder über die Schlitze in die Grundläufe; diese Grundläufe führen zum Entleerungsbauwerk und von dort in das Unterwasser.

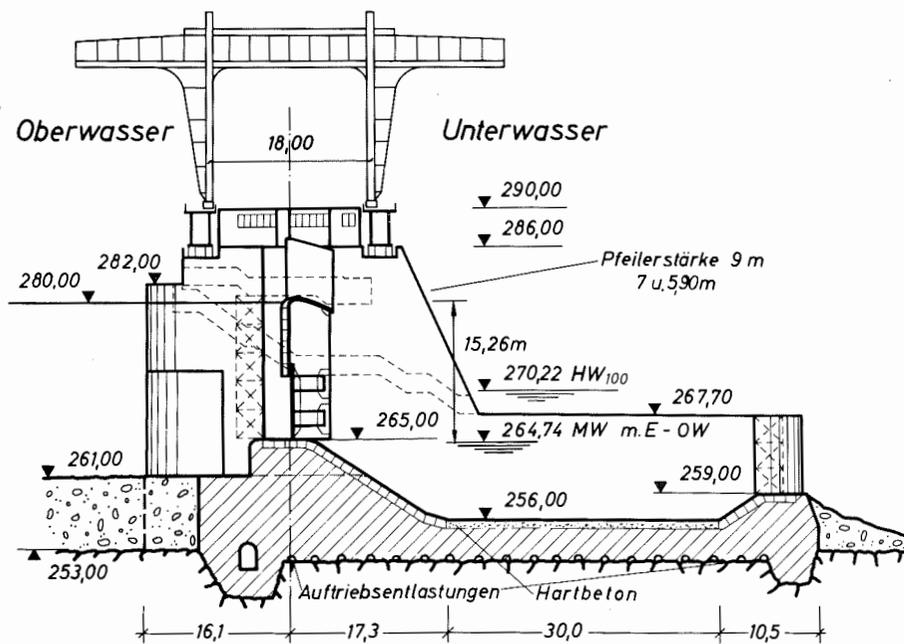


Abb. 3. Krafthaus Aschach: Wehrquerschnitt, Verschußart: Hakendoppelschützen

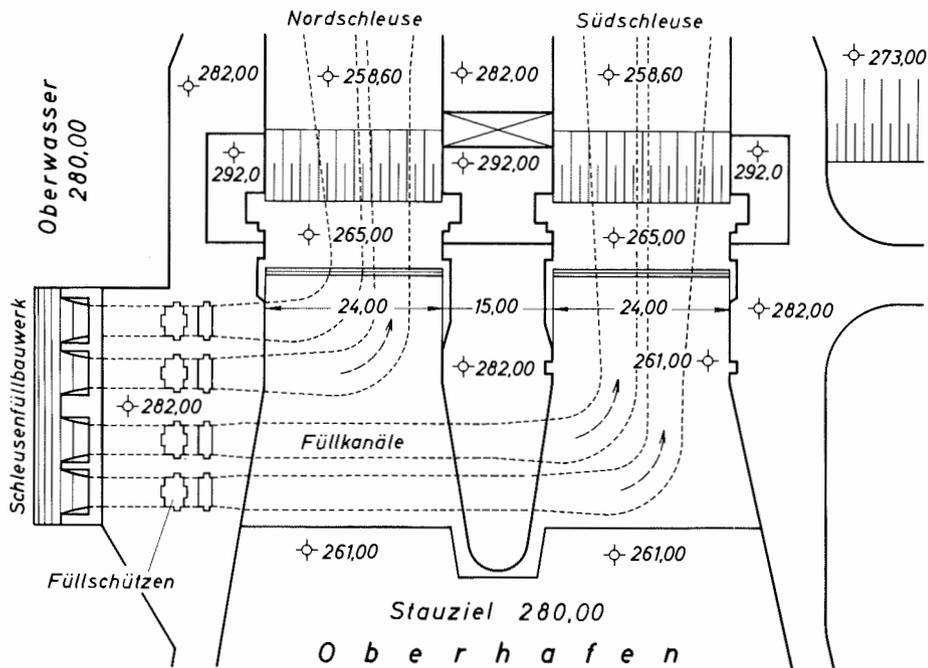


Abb. 4. Kraftwerk Aschach: Schleusen-Oberhaupt mit Schleusenfüllbauwerk und Schleusenfüllkanälen, Grundriß

Diese Bauweise war vor allem deshalb wirtschaftlich und statisch vertretbar, weil wegen des hervorragenden Untergrundes jede Schleusenmauer für sich allein standfest ist und andererseits der Fels rund 5,5 m unter der Kammersole praktisch horizontal anstand. Es war dadurch möglich, diese Grundläufe anzuordnen, ohne aufwendigen Felsaushub durchführen zu müssen. Als Schleusenverschlüsse wurden beim Oberhaupt ebenfalls Hakendoppelschützen eingebaut. Beim Schleusen-Unterhaupt kamen wieder Riegelstemptore zur Anwendung; die Stemptore werden im Gegensatz zu Ybbs-Persenbeug hydraulisch angetrieben.

Das Kraftwerk *Wallsee-Mitterkirchen* war die erste Staustufe, die in der Niederung errichtet wurde. Es war daher naheliegend, das Hauptwerk so nieder wie irgend möglich zu halten, damit sich die Anlage möglichst gut in die Aulandschaft einfügt. Das Hauptbauwerk wurde in einem Durchstich in der Sehne eines Linksbogens der Donau errichtet. Durch die Bauweise neben dem Strom war es möglich, alle Anlagenteile des Hauptbauwerkes ohne Behinderung der Schifffahrt in einer einzigen großen, hochwasserfreien Baugrube wirtschaftlich und schnell zu errichten. Die Schleusenanlage befindet sich am linken Ufer, die

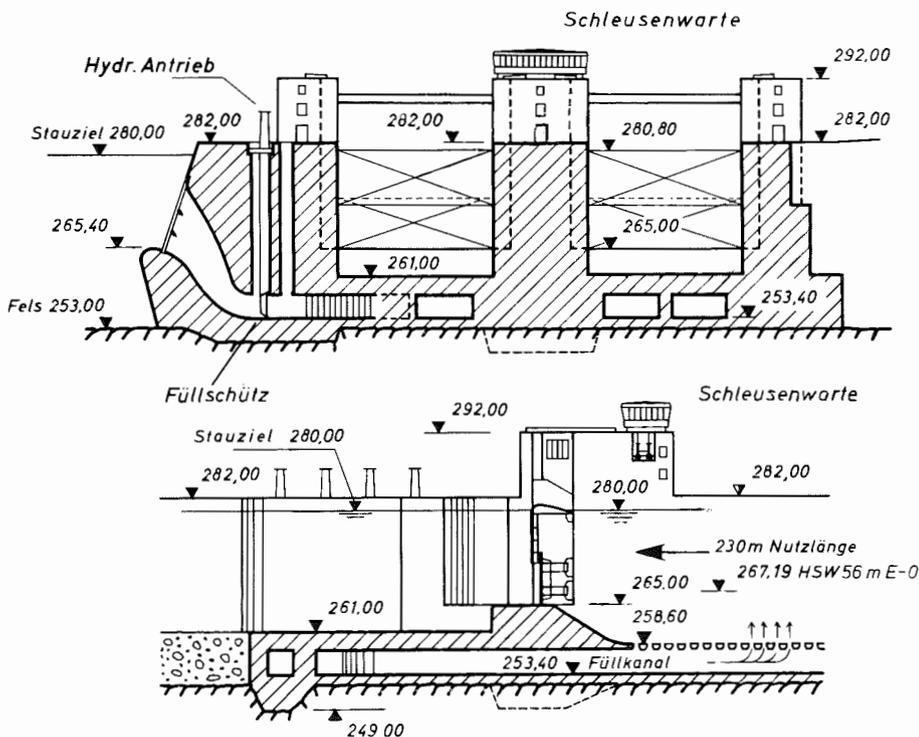


Abb. 5. Kraftwerk Aschach: Schleusen-Oberhaupt mit Schleusenfüllbauwerk und Schleusenfüllkanälen, Schnitte

Wehranlage liegt in der Mitte, das Krafthaus ist im rechten Drittel des neuen Durchstiches angeordnet. Landseitig an das Krafthaus schließen die Montagehalle und das Betriebsgebäude an. Die Gründung der Bauteile erfolgte in tertiärem Schieferthon, Schlier genannt. Dieser Schlier hat einen verhältnismäßig kleinen Winkel der inneren Reibung und ist bei freigelegter Oberfläche besonders empfindlich. Sowohl bei Vernässung als auch bei Austrocknung, insbesondere aber bei Frost verliert er seine Festigkeit und zerfällt. Bei der Baudurchführung war es daher notwendig, die Gründungssohle nur kleinflächig zu öffnen und sofort mit Spritz- bzw. Schutzbeton zu sichern. Zur besseren Krafteinleitung in den Untergrund wurden Gründungsbrunnen errichtet, die mit den Fundamentplatten jeweils biegesteif und schubfest verbunden sind.

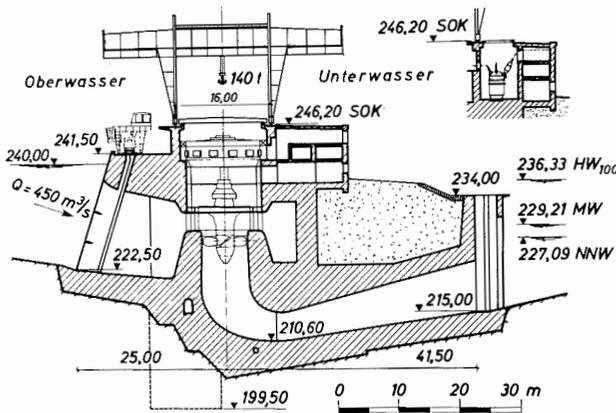


Abb. 6. Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen: Krafthausquerschnitt, Kaplan-Turbine mit vertikaler Welle und Schirmgenerator, keine durchgehende Halle, um die Anlage möglichst klein zu halten

Im Krafthaus sind sechs Maschinensätze eingebaut, bestehend aus Kaplan-Turbinen mit vertikaler Welle und aufgesetztem Schirmgenerator. Um das Krafthaus so nieder wie möglich zu halten, wurde die Betriebserchwernis in Kauf genommen, auf eine durchgehende Halle zu verzichten. Über den Turbinenausläufen wurde ein Kieskörper aufgebracht, der letztlich humusiert und begrünt wurde. Dies gibt nicht nur einen optisch natürlichen Eindruck, sondern verbessert auch die Standfestigkeit des Bauwerkes.

Die Wehranlage besteht aus sechs Wehrfeldern, fünf Wehrpfeilern und den beiden Trennpfeilern. Die Wehrfelder sind auftriebsentlastet. Alle Pfeilerwände sind steinverkleidet, bei vier Wehrfeldern sind die Tosbecken aus Hartbeton ausgeführt, bei zwei „Eisfeldern“, die geometrisch gleich sind, sind auch die Tosbecken steinverkleidet. Als Verschlüsse kamen wieder Haken-doppelschützen zur Anwendung, die Kranbrücken bestehen aus Stahl-Torsionsträgern, wobei die unterwasserseitige Brücke gleichzeitig als Straßenbrücke für den Werksverkehr ausgebildet wurde. Dies ist notwendig, weil im Hochwasserfall die Rückstaudämme an beiden Ufern jederzeit kontrolliert und gesichert werden müssen.

Die Schleusenanlage hat dieselben generellen Abmessungen und die gleichen Verschlussorgane wie bei den übrigen Donaustufen. Wegen des schlechten Untergrundes war es nicht möglich, die Schleusenmauern

jede für sich standfest zu fundieren. Nord-, Süd- und Mittelmauer wurden durch entsprechend starke Sohlplatten der Kammern in Form einer Gelenkskette miteinander verbunden. Damit war es möglich, die erforderlichen Gleitsicherheiten zu erreichen und die maximal zugelassenen Bodenpressungen einzuhalten. Durch das Erfordernis dieser Gelenkskette, mit tiefem Aushub im Schlier, war es wirtschaftlich nicht vertretbar, eine Füllung und Entleerung mit Grundläufen wie in Aschach anzuordnen. Es wurde ein gemeinsames Füll- und Entleerungsbauwerk zwischen Schleusen-Unterhaupt und Wehranlage entwickelt.

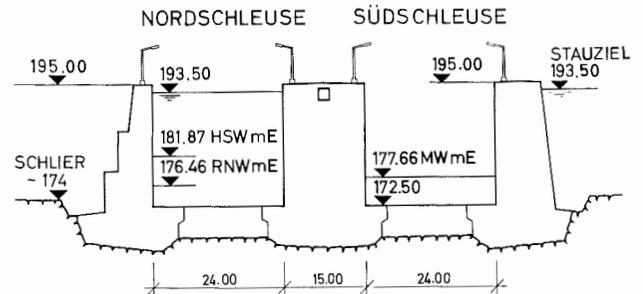


Abb. 7. Kraftwerk Altenwörth: Regelquerschnitt der Schleusenanlage. Ausbildung als Gelenkskette

Die Füllwassermenge wird aus dem Oberwasser der Wehranlage entnommen, die Entleerungswassermenge fließt in das Unterwasser der Wehranlage zurück. Es treten demnach auch hier während des Füll- und Entleerungsvorganges keine ungünstigen Strömungen in den Schleusenvorhöfen auf. Die Füllwassermenge selbst wird im Bereich des Unterhauptes durch ein Kanalsystem unter die jeweilige Kammer geleitet und tritt dort beruhigt in die Kammer aus. Die Entleerung der Kammer erfolgt auf demselben Weg in umgekehrter Richtung; das Wasser wird durch entsprechend gesteuerte Verschlussorgane im Füll- und Entleerungsbauwerk in das Unterwasser abgeleitet.

Durch die besonders rationelle Bauweise in einer einzigen großen Baugrube konnte der erste Maschinensatz nach nur 31 Monaten Bauzeit in Betrieb gehen.

Auch das Kraftwerk *Ottensheim-Wilhering* wurde in der Auniederung errichtet, und zwar in der Sehne eines flachen Rechtsbogens der Donau. Wieder konnte das ganze Hauptbauwerk in einer einzigen hochwasserfreien Baugrube gebaut werden. Im linken Teil des Durchstiches befindet sich die Schleusenanlage, die Wehranlage liegt in der Mitte, das Krafthaus ist auf der rechten Seite angeordnet.

Erstmalig wurden hier beim Krafthaus Kaplan-Turbinen mit horizontaler Welle, im weiteren Rohrturbinen genannt, verwendet. Der Generator sitzt oberwasserseitig in einem allseits umströmten Strömungskörper. Es wurden neun solcher Maschinensätze eingebaut. Der große Vorteil dieser Bauweise ist, daß einerseits weniger Aushub und Betonkubatur erforderlich sind und andererseits die bei Vertikal-Turbinen sehr aufwendigen Schalungen für Saugrohr und Spirale entfallen. Weiters ergibt sich durch die geänderten Höhenverhältnisse, daß der Maschinenflur tiefer liegt als bei Vertikal-Turbinen; es bestand daher die Möglichkeit, trotz äußerlich „niederer Bauweise“ eine durchgehende Maschinenhalle mit Innenhauskran und allen

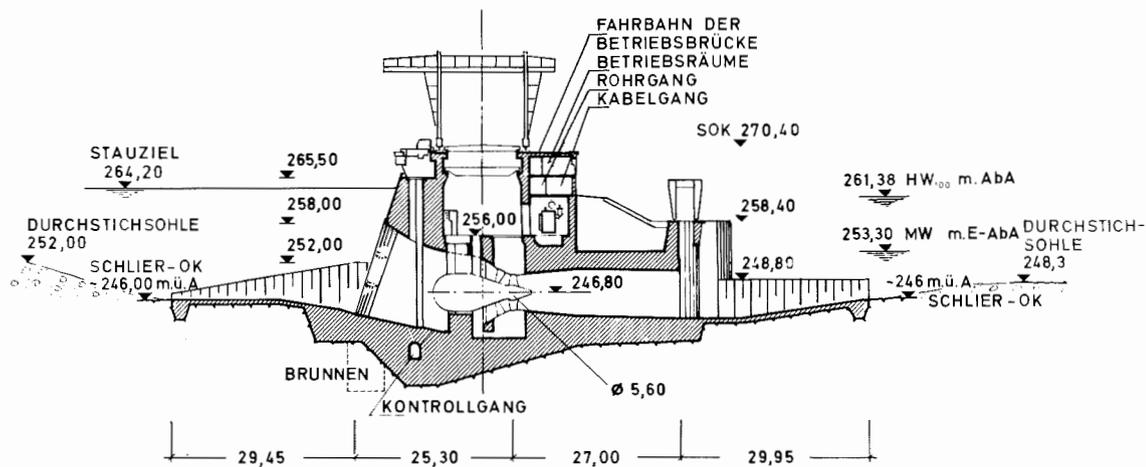


Abb. 8. Kraftwerk Ottensheim-Wilhering: Krafthausquerschnitt, Kaplan-Turbine mit horizontaler Welle, niedere Bauweise, durchgehende Halle

damit verbundenen betrieblichen Vorteilen anzuordnen. Im Unterwasserteil des Krafthaushochbaues wird durch den Wegfall der Spirale zusätzlich Raum gewonnen. Man hat daher in Ottensheim-Wilhering sämtliche Betriebs- und Aufenthaltsräume und auch die Schaltwarte in ein eigenes Betriebsgeschoß im Krafthaus verlegt. Diese Entscheidung wurde auch dadurch möglich, weil die Werke Aschach und Ottensheim-Wilhering zu einer Betriebsgruppe zusammengefaßt wurden, mit der eigentlichen Betriebsleitung in Aschach. Allerdings verursachen die Rohrturbinen starken Lärm, die Betriebs- und Aufenthaltsräume und auch die Schaltwarte mußten daher mit Schallschutz versehen werden. Auch das Hauptwerk Ottensheim-Wilhering wurde im Schlier gegründet. Bei den Rohrturbinenkrafthäusern waren keine Gründungsbrunnen erforderlich, allerdings wurden Stützbrunnen in der Oberwasser-Aushubböschung zur Sicherung der Bau-durchführung angeordnet.

Die Wehranlage besteht aus fünf Wehrfeldern à 24 m lichter Weite, vier Wehrpfeilern und den beiden Randpfeilern. Die Wehrfelder sind auftriebsentlastet, die Steinverkleidung ist wesentlich reduziert worden, die Pfeilerwände wurden kunstharzbeschichtet, bei allen fünf Wehrfeldern wurden die Tosbecken mit Höchstwertbeton ausgebildet. Dieser Höchstwertbeton hat keinen Hartbetonzuschlag, sondern besteht nur aus Donaukies, allerdings nach der optimalen Kornverteilungskurve; als Zement wurde hier PZ 475 verwendet. Aufgrund der mehr als zehnjährigen Erfahrung im Winterbetrieb wurde auf die Anordnung eigener Eisfelder verzichtet. Es hat sich gezeigt, daß es bei extremen Wintern am zweckmäßigsten ist, eine geschlossene Eisdecke entstehen zu lassen und das Eis weder zu brechen noch zu triffen. Bei Erwärmung des Wassers um wenige Zehntel Grad C schmilzt die geschlossene Eisdecke gut ab. Als Wehrverschlüsse wurden wieder Hakendoppelschützen angewendet. Aus wirtschaftlichen Gründen wurden die Kranbrückenträger und auch die Träger der Werksbrücke in Stahlbeton ausgeführt, und zwar als schlaff bewehrte Einfeldbalken. Bei der Wehranlage wurden zur besseren Kraftübertragung in den Untergrund, wie in Wallsee, Gründungsbrunnen angeordnet, die mit dem Bauwerk biegesteif und schubfest verbunden sind.

Die Schleusenanlage mit den zwei Kammern und dem Füllbauwerk wurde wie beim Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen ausgebildet. Bei den Vorhäfen wurde jeweils eine Mauer wie ein schwach gekrümmter Säbel gestaltet, weil dies für die immer mehr zunehmende Schifffahrt besonders geeignet ist. Erstmals wurde in beiden Schleusenammern Ottensheim-Wilhering jeweils vor dem Stemmtor eine Schiffsstoßschutzeinrichtung in Form einer hydraulisch gefederten Seilbremse ausgeführt. Diese Einrichtung wurde nachträglich auch bei schon bestehenden Anlagen montiert.

Die Staustufe *Altenwörth* ist die derzeit größte in Betrieb befindliche Anlage der Österreichischen Donaukraftwerke AG. Ähnlich dem Kraftwerk Ottensheim-Wilhering wurde auch das Hauptbauwerk *Altenwörth* in der Sehne eines Rechtsbogens der Donau errichtet, allerdings ist das alte Flußbett in diesem Bereich wesentlich stärker gekrümmt. Auch hier liegen in Fließrichtung gesehen die Schleusenanlage links, die Wehranlage in der Mitte und das Krafthaus rechts. Das Hauptbauwerk ist auf Oncophorasanden gegründet, einer intensiven Wechsellagerung von Sand- und Tonschichten. Der Winkel der inneren Reibung ist bei diesem Material gut, hingegen der Zusammendrückungsmodul kleiner, so daß hier mit größeren Setzungen zu rechnen war. Krafthaus und Montagehalle sind

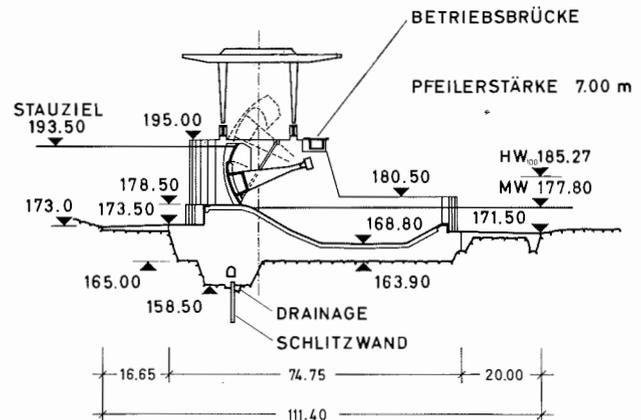


Abb. 9. Kraftwerk Altenwörth. Wehrquerschnitt, Verschlussart: Segment mit aufgesetzter Klappe

weitestgehend ähnlich konzipiert wie in Ottensheim-Wilhering. Südlich der Montagehalle wurde angesichts der Größe der Anlage noch ein flachgegründetes Bürogebäude errichtet. Die Wehranlage besteht aus sechs Wehrfeldern, fünf Wehrpfeilern und den beiden Trennpfeilern. Wegen des setzungsempfindlichen Untergrundes wurden zur besseren Einleitung der äußeren Kräfte und, um die Bodenpressungen möglichst gleichmäßig zu halten, die Wehrfelder mit den Pfeilern zu Rahmentragwerken zusammengefaßt. Wehrfeld 1 und Wehrfeld 6 bilden mit den zugehörigen Pfeilern je einen Rahmen, die Wehrfelder 3 und 4 bilden mit den zugehörigen Pfeilern einen Doppelrahmen. Die Wehrfelder 2 und 5 sind als Einhängplatten ausgeführt. Wegen der Gefahr eines Ausspülens des Untergrundes wurde auf eine Auftriebsentlastung verzichtet. Bei allen sechs Wehrfeldern bestehen die Tosbecken aus Höchstwertbeton, auf eine Steinverkleidung der Pfeilerwände wurde verzichtet.

Als Wehrverschlüsse wurden hier erstmalig bei der Österreichischen Donaukraftwerke AG ölhdraulisch angetriebene Drucksegmente mit aufgesetzter Klappe angeordnet. Die Anwendung dieser Verschußart war deshalb möglich, weil erstmalig Klappen mit 4,50 m Höhe installiert werden konnten, wodurch auch hier eine ausreichende Schnellsenkreserve gegeben war. Außerdem entstehen bei dieser Art von Verschußorganen geringere Erhaltungskosten, da die aufwendigen Kettenrevisionen entfallen. Zur Einleitung der konzentriert angreifenden Gelenklagerkräfte wurden die Wehr- und Trennpfeiler nach dem System BBRV vorgespannt. Die Kranbrücken und die Werksbrücke wurden auch hier in schlaff bewehrtem Stahlbeton ausgeführt.

Die Schleusenanlage samt Schleusenfüllung entspricht voll und ganz dem Konzept von Ottensheim-Wilhering. Aufgrund der großen erforderlichen Füllwassermenge wurde die maximale, von der Behörde gestattete Füllzeit bei Regulierungsniederwasser von 14 auf 17 Minuten erhöht, was für die Gesamtschleusungszeit von 45 Minuten keine Rolle spielt. Wegen des setzungs-

empfindlichen Untergrundes wurden der Stemmtorblock Süd, der Drempele der Südkammer und der Stemmtorblock Mitte zu einem Rahmen zusammengefaßt. Für die Nordkammer war diese Ausbildung nicht erforderlich, weil die Erdhinterfüllung des Stemmtorblockes Nord eine ausreichende Gegenkraft ergibt. Auch bei der Schleuse Altenwörth sind bei den Stemmtoren Schiffsstoßschutzeinrichtungen eingebaut.

Unter dem gesamten Hauptbauwerk ist eine Dichtungswand angeordnet, die bis jeweils 10 m unter die tiefste Gründungssohle des jeweiligen Hauptbauteiles reicht und als klassische Schlitzwand ausgeführt wurde. Sie soll im unmittelbaren Gründungsbereich eine Durchströmung und eine eventuell damit verbundene innere Erosion verhindern.

Das Donaukraftwerk *Abwinden-Asten* ist ebenfalls in der Sehne eines Rechtsbogens des alten Donaubettes angeordnet. Wieder liegen die Schleusenanlagen links, die Wehranlage in der Mitte, Krafthaus und Montagehalle rechts. Das Krafthaus besteht auch hier aus neun Maschinensätzen mit Rohrturbinen. Die Betriebs- und Aufenthaltsräume im Betriebsgeschoß des Krafthauses sind wie bei Altenwörth und Ottensheim-Wilhering schallgesichert. Die Schaltwarte wurden aus dem Krafthaus in das Widerlagerbauwerk verlegt. Bei dieser Anordnung ist die Schaltwarte nicht nur vibrationsfrei, es konnte auch auf eine Schallisolierung verzichtet werden. Das Kraftwerk *Abwinden-Asten* ist mit dem Kraftwerk *Wallsee-Mitterkirchen* zu einer Werksgruppe zusammengefaßt.

Die Anlage *Abwinden-Asten* ist wie in Ottensheim-Wilhering und *Wallsee-Mitterkirchen* im Schlier gegründet. Als Sicherung für die Aushubarbeiten wurden in der Krafthaus-Oberwasserböschung Stützbrunnen angeordnet, die Oberwasser-Aushubböschung der Wehranlage wurde durch große Betonstützblöcke gesichert.

Die Bauteile des Wehres erhielten Gründungsbrunnen, mit denen sie biegesteif und schubfest verbunden sind.



Abb. 10. Kraftwerk *Abwinden-Asten*: Luftaufnahme des Hauptbauwerkes drei Jahre nach Stauerrichtung, Blickrichtung Oberwasser, im Hintergrund der Donaualtarm (BMfLV, Zl. 13080/176-1.6./82)

Die Wehranlage besteht aus fünf Wehrfeldern à 24 m lichter Weite, vier Wehrpfeilern und den beiden Trennpfeilern. Hier ist wieder wie in Ottensheim-Wilhering eine Auftriebsentlastung angeordnet. Bei den Wehrfeldern wurden die Tosbecken mit Höchstwertbeton ausgebildet, die Pfeilerwände erhielten keine Verkleidung. Alle Pfeiler wurden selbständig gegründet.

Die Verschlüsse sind wieder Drucksegmente mit aufgesetzter Stauklappe, die Vorspannung der Pfeiler erfolgte diesmal mit Einzelspanngliedern System DYWIDAG. Die Kranbrücken und die Werksbrücke sind auch hier aus schlaff bewehrtem Stahlbeton hergestellt.

Die Schleusenanlage entspricht in ihren Abmessungen grundsätzlich der Anlage Altenwörth, auf eine Rahmenausbildung bei den Stemmtorblöcken konnte wegen des wesentlich setzungsunempfindlicheren Untergrundes verzichtet werden.

Das Hauptbauwerk des Donaukraftwerkes *Melk* liegt in einem Außenbogen rechts neben dem dort geradlinig verlaufenden alten Flußbett. Auch hier befinden sich die Schleusenanlage links, die Wehranlage in der Mitte, das Krafthaus und die Montagehalle auf der rechten Seite. Die Gründung erfolgte zur Gänze im Melker Sand. Dieser Melker Sand hat einen guten Winkel der inneren Reibung, ist jedoch wasserdurchlässig. Es wurde daher unter dem ganzen Hauptbauwerk eine Dichtungswand angeordnet, die am rechten Ufer noch rund 100 m unter der Oberwasserufermauer fortgesetzt wurde. Diese Dichtungswand wurde in das verwitterte Grundgebirge eingebunden. Sie wurde unter dem Schleusen-Unterhaupt, unter der Wehranlage und den Turbinen 9, 8 und 7 als Betonwand in einem Baggerschlitz von 1 bis 7 m Tiefe hergestellt. Unter den restlichen Turbinenblöcken und unter der Ufermauer ist sie als Schlitzwand bis maximal 23 m Tiefe ausgeführt. Weiters wurde noch eine Schlitzwand 10 m tief zwischen Schleusen-Oberhaupt Nord und Block 9 der Oberen Ländemauer niedergebracht, hier allerdings nicht bis zum Grundgebirge.

Das Krafthaus mit seinen neun Maschinensätzen wurde nach dem Konzept Abwinden-Asten errichtet, die Schaltwarte ist wieder im Widerlagerbauwerk situiert. Die Wehranlage besteht aus sechs Wehrfeldern à 24 m lichter Weite. Wegen der geringeren zulässigen Bodenpressungen sind die Bauteile der Wehranlage wie in Altenwörth zu Rahmen zusammengefaßt, um eine innere Erosion des Melker Sandes zu vermeiden, wurde auf eine Auftriebsentlastung verzichtet. Die Tosbecken der Wehrfelder sind mit Höchstwertbeton ausgeführt, die Pfeilerwände sind nicht steinverkleidet. Als Verschlüsse dienen Drucksegmente mit aufgesetzter Klappe. Die Vorspannung der Pfeiler erfolgte wieder mit Einzelspanngliedern System DYWIDAG. Die Kranbrücken und die Wehrbrücke sind auch hier schlaff bewehrte Stahlbetonkonstruktionen.

Die Schleusenanlage entspricht in ihrem Grundkonzept voll und ganz der Anlage in Abwinden-Asten. Erstmals werden die Verschlüsse beim Schleusen-Oberhaupt – nach wie vor Hakendoppelschützen – vollhydraulisch angetrieben.

Das Hauptbauwerk der Staustufe *Greifenstein* wurde in der Sehne eines Linksbogens der Donau, bei Strom-km

1949,180, errichtet. Die Schleusenanlage befindet sich am rechten Ufer des Durchstiches. Die Wehranlage in Strommitte, Krafthaus und Montagehalle sind auf der linken Seite des Durchstiches angeordnet. Aufgrund der Größe der Anlage wurde hier landseits der Montagehalle, am Nordende des Hauptbauwerkes, ein eigenes Betriebsgebäude errichtet. Das Kraftwerk Greifenstein wird nach Fertigstellung ein Regelarbeitsvermögen von 1 720 GWh haben. Alle Teile des Hauptbauwerkes wurden im Flysch gegründet; es handelt sich um eine intensive Wechsellagerung von Tongestein und Sandstein. Der Winkel der inneren Reibung reicht von 35 Grad bei gutem Sandstein (Schleusen-Unterhaupt) bis zu 20 Grad im Bereich der Tongesteine beim Krafthaus. Bei den Gründungsarbeiten mußten zahlreiche Stützblöcke angeordnet werden, um Rutschungen des steil abfallenden Gesteines während der Bauarbeiten zu vermeiden. Außerdem wurden alle Gründungssohlen durch sofortige Abdeckung mit Schutzbeton gegen Verwitterung geschützt. Im allgemeinen konnte der Flyschauhubb durch Reißen erfolgen, im Bereich des Schleusen-Unterhauptes mußten Lockerungsschüsse angewendet werden.



Abb. 11. Kraftwerk Greifenstein: Luftaufnahme der Baugrube Hauptbauwerk nach eineinhalb Jahren Bauzeit, Blickrichtung Oberwasser (BMfLV, Arch.-Nr. LURGrNC 46/4-20.4./83)

Das Krafthaus umfaßt wieder neun Rohrturbinen-Maschinensätze. Durch die Anordnung eines eigenen Betriebsgebäudes konnte das Betriebsgeschoß im Krafthaus entfallen.

Die Wehranlage besteht aus sechs Wehrfeldern, fünf Wehrpfeilern und den beiden Randpfeilern. Auch hier sind, wie in Melk und Altenwörth, die Pfeiler und Felder zu Rahmen bzw. Doppelrahmen zusammengefaßt. Es wurde keine Auftriebsentlastung installiert, bei allen Wehrfeldern wurden die Tosbecken in Höchstwertbeton ausgeführt. Pfeilerwände wurden nicht steinverkleidet. Als Wehrverschlüsse kamen wieder Drucksegmente mit aufgesetzter Klappe zur Anwendung. Die Kranbrücken und die Straßenbrücke sind auch hier in schlaff bewehrtem Stahlbeton ausgeführt.



Abb. 12. Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen: Luftaufnahme von Hauptbauwerk und Altarm, Blickrichtung Oberwasser, 14 Jahre nach Inbetriebnahme (BMfLV, Zl. 13080/176-1.6./82)

Die Schleusenanlage entspricht in ihrem Konzept im wesentlichen der Anlage in Melk. Da sich die hydraulischen Oberhauptantriebe bisher gut bewährt haben, werden auch hier die Hakendoppelschützen hydraulisch angetrieben. Im Gegensatz zu den bisherigen Anlagen wurde die Obere Leitmauer in aufgelöster Bauweise errichtet, damit Verschlämmungen des Oberhafens im Bereich der Fahrwassertiefe nach Tunlichkeit vermieden werden.

Der Kontrollgang unter dem gesamten Hauptbauwerk wurde mit 3 m Höhe und 2 m Breite ausgeführt, weil beabsichtigt ist, von hier aus den Untergrund im Gründungsbereich – soweit erforderlich – durch Kontaktinjektionen zu dichten.

Die Gesamtbetonkubatur beträgt rund 1,1 Mio. m³. Am 14. April 1983 wurde nach nur 14 1/2 Monaten Betonierzeit der einmillionste Kubikmeter Beton eingebracht. Das Terminprogramm für alle Bau- und Montagearbeiten konnte eingehalten werden. Plangemäß nahmen nach nur 30 Monaten Bauzeit am 21. Mai 1984 der 1. und 2. Maschinensatz die Energielieferung auf. Die kurze Bauzeit von lediglich 30 Monaten ist nur durch die

ungehinderte Bauweise neben dem Strom und unter größtmöglicher Rationalisierung aller Bau- und Montagearbeiten möglich.

Im Laufe einer 30jährigen Entwicklung des Kraftwerksbaues an der österreichischen Donau wurde der technische Fortschritt auf dem Bau- und Maschinen-sektor stets berücksichtigt und zur Anwendung gebracht. Dadurch gelang es, Einsparungen zu erzielen und die inflationsbedingte Kostenerhöhung zu bremsen. Unter Anwendung aller Rationalisierungseffekte kann die Bauzeit bei einem Großkraftwerk wie Greifenstein auf 30 Monate gesenkt werden. Darüber hinaus wurde auch für den Kraftwerksbetrieb eine größtmögliche Rationalisierung erreicht. Die Errichtung des Hauptbauwerkes in „niederer Bauweise“ zusammen mit Rekultivierung und Aufforstung ermöglicht eine optimale Einpassung in das Landschaftsbild.

Dipl.-Ing. Erich Schmidt
und Dipl.-Ing. Herbert Mally
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Der elektro-maschinelle Bereich in 30 Jahren Donauausbau – bewährte Strukturen und neue Techniken

Von E. Wunderle

Mit 8 Abbildungen

Im nachstehenden Beitrag wird zunächst ein kurzer Überblick über den organisatorischen Aufbau und die Entwicklung der Hauptabteilung Elektro- und Maschinenbau in 30 Jahren Donauausbau gegeben. Anschließend wird auf die Projektierungstätigkeit in der Hauptverwaltung, die Arbeit der Montageabteilung auf der Baustelle und den organisatorischen Ablauf der Inbe-

triebnehmearbeiten etwas näher eingegangen. Zur Charakterisierung des wesentlichsten Aufgabenbereiches wird unter dem Abschnitt „Die Projektierungstätigkeit in der Hauptabteilung“ als Beitrag zum allgemeinen Thema „Rohrturbinen – Vertikalturbinen“ auszugsweise anhand einer Untersuchung für das Kraftwerk Greifenstein gezeigt, welche Überlegungen

bzw. in Bau befindlichen Kraftwerken, deren charakteristische Kenndaten in den nachstehenden Tabellen zusammengefaßt sind.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß eine Vielzahl an technischen Entwicklungen im maschinellen und elektrischen Bereich seit dem Beginn des österreichischen Donauausbaues ohne die Initiative der heimischen einschlägigen Industrie nicht möglich gewesen wäre

und diese dadurch starke Impulse empfangen konnte, die zur Stärkung und Verbesserung ihrer Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt beigetragen haben.

Direktor Dipl.-Ing. Ernst W u n d e r l e
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Ökologie und Kraftwerksbau

Von K. Schimunek

Allgemeine Betrachtungen

Der Begriff Ökologie ist in den letzten Jahren in den besonderen Blickpunkt öffentlicher Diskussionen gelangt, obwohl Ökologie schon immer betrieben wurde – wenn auch unbewußt in Hinsicht dieser Bezeichnung – weil sie in vereinfachter Definition nichts anderes darstellt als das Zusammenspiel und die Wechselwirkung aller biologischen Lebensabläufe.

Es handelt sich um ein weitgespanntes Spektrum der Beziehungen allen Lebens, in das auch der Mensch einbezogen ist, der die Umwelt ja am meisten verändert. Dies sowohl im Positiven als auch im Negativen. Im Negativen vorwiegend durch die Belastung der Umwelt durch Verschmutzungen der Luft, des Bodens und des Wassers und auch durch direkt zerstörende Handlungen.

Die besondere Beachtung, welche der Ökologie in den letzten Jahren zugeordnet wurde, resultiert sicher aus der Erkenntnis des notwendigen, gesteigerten Umweltschutzes, da man sich bewußt wurde, daß die Übertechnisierung der heutigen Zeit zu irreversiblen Schäden der Natur, unserer Umwelt führen kann.

Schließlich war es der Mensch, dem es als höchstentwickeltem Lebewesen dieser Erde vorbehalten blieb, sich durch Umweltveränderungen die Erde erst zunutze zu machen, um überhaupt leben und überleben zu können.

Der fortschreitende Prozeß der künstlichen Naturveränderungen führte aber schlußendlich zu unserer heutigen Kulturlandschaft. Sie ist somit keine Urlandschaft mehr, sondern ein in allen Beziehungen veränderter Lebensraum, der uns jenen erhaltenswerten Zustand bietet, der unseren heutigen Lebensstandard erst ermöglicht. Diese immerwährende Evolution und fortschreitende Entwicklung in der Veränderung unserer Umwelt ist ein Lebensprozeß, der auch von Menschen dieser Zeit nicht gestoppt werden kann. Eine solche Unterbrechung wird auch gar nicht immer gewollt werden, wenn man die Wertigkeiten zueinander in Betracht zieht, z. B. Regulierung eines Flusses mit Verlust von Auwaldflächen als Gegenüberstellung der Sicherheit für Menschen dieser Region oder auch zur Sicherstellung der Ernährungsbasis. Man müßte nur im Sinne des Fortschrittes darauf Bedacht nehmen, daß diese Entwicklung durch die Übertechnisierung nicht zu stürmisch und unkontrolliert verläuft, um unreparierbare Schäden an der Natur und Umwelt zu vermeiden.

Im Hinblick auf den Donaustrom kann die Feststellung getroffen werden, daß die DoKW im Zusammenhang mit der Errichtung von Donaukraftwerken und der Gestaltung von Stauräumen seit vielen Jahren eine umweltbewußte und praxisbezogene Ökologie betreibt.

Der objektive Betrachter wird bei genauerem Hinsehen erkennen müssen, daß es bei den bisher errichteten acht Staustufen gelungen ist, die technischen Erfordernisse der Kraftwerksbauten mit den Umweltbedürfnissen derart zu koordinieren, daß unreparierbare Schäden vermieden werden konnten und die Vorteile durch den im Interesse und zum Wohl der Öffentlichkeit dienenden Donauausbau bei weitem überwiegen.

Es muß auch die Feststellung getroffen werden, daß der scheinbare Widerspruch zwischen Ökologie und Ökonomie bei sachgemäßer Abwägung aller Faktoren eliminiert werden kann. Dieser scheinbare Widerspruch hat seine Wurzeln wahrscheinlich erst im 19. Jh. mit der stark expandierenden Industrialisierung und der enorm zunehmenden Agrarproduktivität, welche eine Intensivierung der Agrarbewirtschaftung zur Folge hatte.

In letzter Zeit ist jedoch wieder ein Umdenken erkennbar, wobei Umwelt- und Naturschutz mit einem optimal abgestimmten Wasserbau als vereinbar angesehen werden.

Ökologie und Ökonomie müssen somit einander ergänzen, um Grundlage zur Errichtung gewollter technischer Einrichtungen zu werden. Ein wesentlicher Umstand ist dabei die Tatsache, daß Energie aus hydraulischen Kraftwerken nicht nur die sauberste und umweltfreundlichste ist – es gibt keine umweltbelastenden Faktoren, keine Emissionen –, sondern auch der Energieträger Wasser weder in mengenmäßiger noch direkt in qualitativer Hinsicht verändert und somit als Energieträger nicht verbraucht wird.

Zukunftsorientiert wird man auch die Tatsache nicht übersehen können, daß nur die verstärkte Anwendung der Wasserkraft als Substitution fossiler Brennstoffe in der Lage sein wird, dem sogenannten sauren Regen und dem daraus resultierenden Waldsterben Einhalt zu gebieten.

Die ökonomische Situation

Diese ist dabei ebenfalls einer Betrachtung wert. Das ausbauwürdige Wasserkraftpotential Österreichs 1982 betrug 53 700 GWh. Auf die Donau entfallen dabei 15 539 GWh/a, das ist rund ein Drittel des Gesamtpotentials. Die Bruttoerzeugung der 1982 in Vollbe-

trieb stehenden sieben Donaukraftwerke erreichte 10 015 GWh, das sind 26,5 % der gesamten Jahreserzeugung für die öffentliche Elektrizitätsversorgung. Das verstärkte Energiebewußtsein sollte daher zur optimalen Verfügbarkeit von Wasserkraftanlagen führen.

Jede aus hydraulischen Kraftwerken gewonnene Energie trägt dazu bei, die Ressourcen an fossilen Brennstoffen (Kohle und Öl) zu verringern.

Zur Erzeugung von 1 GWh (1 Milliarde Kilowattstunden) werden in einem ölbefeuerten kalorischen Kraftwerk etwa 250 000 t Heizöl benötigt. Bei einem angenommenen Ölpreis von rund S 3 000,-/t entspräche der Gegenwert für rund 10 Milliarden kWh aus der kostenlosen Laufwasserkraft der Donau rund 7,5 Mrd S. Dies stellt einen nicht unwesentlichen volkswirtschaftlichen Beitrag zur Deviseneinsparung dar und verdient, um es erneut zu unterstreichen, auch Beachtung in der Hinsicht, daß durch die Nichtverfeuerung solcher riesiger Ölmengen jede Emission von Schadstoffen unterbleibt und die Umwelt in keiner Weise belastet wird.

Die Umweltbeeinflussung

Die Österreichische Donaukraftwerksgesellschaft ist sich bewußt, daß die Wassersituation eines Landes als eines der wichtigsten Umweltprobleme überhaupt angesehen werden muß.

Dem Umweltschutz wird dementsprechend bei Planung und Kraftwerkserrichtung ein vorrangiger Stellenwert beigemessen, um gegen Umweltbeeinträchtigungen wirksam ankämpfen zu können. Spezielles Fachwissen auf den in Funktion zueinander stehenden Fachgebieten, wie Hydrologie, Biologie, Geologie, Meteorologie, Ökologie, Chemie, Physik usw. ist dazu erforderlich. Die Österreichische Donaukraftwerke AG bedient sich daher auch des Fachwissens wissenschaftlicher Institute und Forschungsstationen.

Ferner wird getrachtet, mit einem angewandten naturnahen Wasserbau die Eingriffe in die Natur möglichst klein zu halten und durch gestalterische Maßnahmen umweltfreundliche Aspekte zu setzen. Die fertiggestellten Kraftwerksanlagen und Stauräume geben Zeugnis von diesem Gelingen.

Problemstellungen im Zusammenhang mit Kraftwerkserrichtungen

Die Gewässer stehen in engem stofflichen Zusammenhang mit den Böden, der Vegetation, Mikroflora und -fauna. Biochemische Vorgänge und Grundwasserzirkulation sind lebenswichtige Vorgänge, die durch Schadstoffe wie Nitrite, Überdüngung durch die Landwirtschaft und industrielle Einwirkungen schwer beeinträchtigt und geschädigt werden können. Wesentliches Gewicht kommt dabei der Grundwasserkontamination zu, welche in erster Linie durch Industrie und Überdüngung durch die Landwirtschaft hervorgerufen wird. Deshalb gilt die besondere Aufmerksamkeit nicht nur dem Donauwasser, sondern wegen der Wechselbeziehung zueinander auch dem Grundwasser. Dies sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht.

Zur Beurteilung und Vermeidung unerwünschter Umweltbeeinflussungen bedient man sich einer umfangreichen *Beweissicherung*.

Die Beweissicherung

Diese erstreckt sich auf alle Berührungspunkte im Zusammenhang mit einem Kraftwerksbau. Sinn, Zweck und Charakteristik einer Beweissicherung ist die vergleichende Gegenüberstellung der Verhältnisse vor und nach einer Kraftwerkserrichtung.

Besondere Beachtung ist dabei den *hydrologischen Verhältnissen* zu widmen:

a) in *quantitativer* Hinsicht mit folgendem Zweck:

1. Erforschung der hydrologischen Systeme als Grundlage für die planenden Ingenieure
2. Überwachung während des Baues. Dazu zählt z. B. die Sickerwassermessung zur Überwachung der Sicherheit der Dämme oder die Verteilung von Wassermengen über Dotationsbauwerke in die Grabensysteme.
3. Vergleichende Gegenüberstellung vor und nach Kraftwerkserrichtung, also die eigentliche Beweissicherung.

Sie erfolgt im Einvernehmen mit den staatlichen Dienststellen der Wasserrechtsbehörden. So werden derzeit in speziellen Hydronetzen wöchentlich über 2 500 Stationen erfaßt, wobei über 150 Limnigraphenstationen betrieben werden, welche z. T. mit Temperaturregistrierung ausgestattet sind.

b) in *qualitativer* Hinsicht

In einem Netz ausgesuchter Stationen werden laufend Messungen bestimmter Parameter durchgeführt, die im Labor mit der chemisch-physikalischen Analyse sowie einer bakteriologischen Untersuchung ergänzt werden.

Die meteorologische Beweissicherung

Die Faktoren und Einflüsse der Meteorologie haben wesentlichen Anteil an der angewandten Hydrologie. Zum hydrologischen Meßprogramm gehören somit auch meteorologische Meßprogramme. Sie dienen einerseits der Klimaerforschung, andererseits der Beweissicherung und sollen eine objektive Beantwortung ermöglichen auf die Frage, ob durch Stauerrichtungen eine Beeinflussung des Mikroklimas möglich ist.

Betrachtungen über die Problematik der Wasserqualität

Messungen in dieser Hinsicht erfolgen in verstärktem Maß auch deshalb, weil die Wasserqualität infolge erhöhten Konsums, der verbreiteten Verschwendung und wegen der allgemeinen Umweltverschmutzung immer mehr an Aktualität erlangt.

Auch ist die Frage, ob sich durch Stauerrichtungen nachteilige Einflüsse auf Gewässerregime und die Wasserqualität ableiten lassen, berechtigt. Dies umso mehr, als einerseits die Gewässerverschmutzung bis jetzt in zunehmendem Maße fortgeschritten ist und andererseits die Flüsse, dem Erfordernis entsprechend, immer mehr mit Kraftwerksstufen verbaut werden.

Auf den Donaustrom bezogen muß man feststellen, daß mit der im Bau befindlichen Stufe Greifenstein derzeit das achte Donaukraftwerk vollendet wird und die Österreichische Donaukraftwerke AG an diesen Fragen nicht nur aus Verantwortungsbewußtsein besonders interessiert ist, sondern auch, um unerwünschte Nebenerscheinungen bzw. mögliche Beeinträchtigungen erkennen und abwenden zu können.

Dazu sei festgestellt, daß die oftmals angenommene und vertretene Ansicht, daß eine Stauhaltung prinzipiell zur Qualitätsverschlechterung und zur Verminderung der Selbstreinigungskraft der Donau führen muß, nach Jahren wissenschaftlicher Untersuchungen als unrichtig erkannt wurde. Mit solchen Untersuchungen und Befundungen werden staatliche Dienststellen betraut. Diese sind die Nö. Umweltschutzanstalt, das Bakteriologisch-Serologische Institut Linz, die Bundesanstalt für Wassergüte sowie staatlich beeedete Sachverständige.

Die Untersuchungen bestätigen, daß sich die Gewässergüte der Donau seit 10 Jahren wenig geändert hat, jedoch ein deutlicher Trend zur Verbesserung feststellbar ist. Die Darstellung in den Wassergütekarten zeigt auf, daß in den Stauräumen durchwegs Wassergütekategorie II aufscheint und auch in den Ballungszentren die ehemals vorhandene Wassergütekategorie III nicht mehr besteht.

Diese Verbesserung der Wasserqualität ist unter anderem eine Auswirkung der im Zusammenhang mit dem Kraftwerksbau erfolgten, längst notwendigen Sanierung von Zuflüssen und Abwasserbeseitigungsanlagen sowie der Errichtung von Kläranlagen.

Besondere Beachtung sei der Selbstreinigungskraft gewidmet. Diese wird durch biochemische und mechanische Vorgänge über das Phyto- und Zooplankton beeinflusst, wobei die heterotrophen Organismen (aerobe Bakterien) die organischen und fäulnisfähigen Substanzen abbauen und mineralisieren. Die Faktoren Licht, Temperatur und Sauerstoff sind dabei maßgeblich für die Nährstoffbilanz, welche wiederum vorwiegend durch die eingetragenen Phosphor- und Stickstoffverbindungen beeinflusst wird.

An der biologischen Selbstreinigung sind nicht nur Planktonorganismen, sondern auch jene des Benthos beteiligt. Durch eine naturnahe Verbauung der Ufer wird der Lebensraum für die Benthosorganismen

erhalten. Die Ufer der Donaustauräume werden daher mit Steinwürfen befestigt, die eine gute Möglichkeit für die Ansiedlung der Benthosbiozöten und für Fischunterstände bilden.

Die Beeinflussung der Auwälder und Feuchtbiotope

Zur Erhaltung der Auwälder bleiben Hochwasserretentionsräume erhalten. Diese können mittels der in den Dämmen eingebauten Überströmstrecken und Dotationsbauwerken mit Donauwasser beschickt werden. Durch die Graben- und Gerinneaktivierung, Sohleneintiefungen und Schwelleneinbauten in Verbindung mit Dichtungsmaßnahmen und der Möglichkeit von Grundwasseranreicherungen über die Dotationsbauwerke kann in den meisten Fällen der Grundwasserspiegel im ursprünglichen Maß erhalten bzw. optimiert und auch Feuchtbiotope erhalten werden.

Schlußbemerkung

Die Österreichische Donaukraftwerke AG ist bestrebt, mit einem angewandten, naturnahen Wasserbau diese Eingriffe in die Natur so klein wie möglich zu halten und durch aufwendige gestalterische Maßnahmen umweltfreundliche und den Naturschutzbestrebungen entsprechende Aspekte zu setzen. Die Rücksichtnahme auf Belange der Tier- und Pflanzenwelt erfolgt gezielt durch ökotechnische Maßnahmen.

Aus der Praxis der bisher errichteten Staustufen kann somit aufgezeigt werden, daß ökologische Gesichtspunkte sowie Natur- und Umweltschutz auch bei Großkraftwerksbauten beachtet und mit der gewichtigen Ökonomie in Einklang gebracht werden können.

Dipl.-Ing. Kurt Schimunek
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien

Wieder- bzw. Neubewaldung und Ersatzaufforstungen am Beispiel Donaukraftwerk Melk

Von R. Schoder

Mit 3 Abbildungen

Im Zeitalter der tiefgreifenden Eingriffe in Landschaftsräume, infolge Zersiedelung, Überbetonung der Industrialisierung, der Anlage von Verkehrsflächen, der zunehmenden Verödung und Verarmung der Fluren, der Bedrohung und Belästigung durch Rauch, Gas, Staub und Lärm, ist es eine ernstzunehmende Aufgabe, die Sicherung und Wiederherstellung günstiger Lebensbedingungen für Menschen, Tiere und Pflanzen zu schaffen. Verbleibende Relikte sind zu schützen, zu vervollkommen und in die übrige Landschaft wieder einzugliedern. Diese Forderung gilt gleichermaßen auch für den Kraftwerksbau an der Donau.

Für ein solches Bauvorhaben werden vor allem im Hauptbauwerksbereich größere Auwaldflächen für Baumaßnahmen benötigt. So wurden zum Beispiel bei

der Kraftwerksanlage Melk für die Bereiche Hauptbauwerk und Stauraum insgesamt 201 ha Auwaldflächen dauernd dem Forstzwang entzogen. In den Bescheiden der Obersten Wasserrechtsbehörde wurde die Genehmigung zur Rodung von der Verpflichtung zur Ersatzaufforstung bzw. Wieder- und Neubewaldung abhängig gemacht. So konnten, im Einvernehmen mit dem forstwirtschaftlichen Amtssachverständigen und den Vertretern der Bezirksforstinspektion, im Donauraum 97 ha Ersatzaufforstungen durchgeführt werden. Weitere 75 ha werden nach erfolgter Rekultivierung im Bereich der Kraftwerksanlage und dem Abriegelungsbereich der Donau wieder- bzw. neubewaldet. Nicht berücksichtigt sind hier die gärtnerisch zu gestaltenden Flächen um das Kraftwerk selbst sowie die parkähnli-

chen Anlagen am linken und rechten Donauufer in den Gemeinden Leiben, Klein-Pöchlarn und Pöchlarn. Für die sich ergebende Waldflächendifferenz ist eine Entschädigung zu leisten, die dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft abzuführen ist. Mit dieser Entschädigung sollen Aufforstungen von Grenzertrags- und Hochlagenstandorten im gesamten Bundesgebiet mitfinanziert werden.

Bei diesen neu- bzw. wiederzubewaldenden Flächen handelt es sich fast ausschließlich um Schuttböden, mit einer 2 m hohen Ausandgemischauflage mit mangelhaftem Nährstoffhaushalt. Der Untergrund besteht aus Aushubmaterialien. Lediglich der Altarmuferbereich, die Umgebung des künstlich angelegten Vogelschutzteiches und der sogenannte PORR-Teich können in ihren Randbereichen als grundwassernahe Standorte bezeichnet werden. Ganz allgemein muß gesagt werden, daß der natürliche Uferbewuchs an der Donau eine bestimmte Anordnung der Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften erfordert. Es läßt sich eine vertikale Gliederung, infolge der periodisch schwankenden Wasserstände, und eine horizontale Gliederung, infolge von Unterschieden im Boden und der Geländeneigung, unterscheiden. An natürlich erhaltenen Flüssen, mit wechselndem Wasserstand – der Altarmbereich erbringt zum Teil diese Voraussetzungen – folgt auf die unterhalb der Niederwasserlinie bestehende Laichkrautzone die Röhrlichtzone des Niederwasserbereiches. Im Anschluß folgt die Weichholzzone im Mittelwasserbereich. Danach schließt die Hartholzzone im Hochwasserbereich an (Abb. 1). Bei den durch Baumaßnahmen veränderten Flächen handelt es sich überwiegend um Trockenstandorte, die auch von Hochwässern nicht mehr erreicht werden können und die auf die natürlichen Niederschlagswässer angewiesen sind, sofern die Gehölze nicht künstlich bewässert werden; denn diese Bepflanzungen sollen zahlreiche Aufgaben erfüllen.

Je nach dem erwünschten Zweck der Standortsgegebenheit, wird immer eine bestimmte Rangfolge der Aufgaben vorliegen. Es ergeben sich daraus übergeordnete, nach- oder untergeordnete Ziele. Diese Rangfolge ist im jeweiligen Aufbau der Pflanzung zu beachten. Weiters sind die laufenden Erziehungsmaßnahmen darauf abzustimmen. Es ist unumgänglich, daß die Anordnung der Bäume und Sträucher vor Beginn der Auspflanzungsarbeiten planlich festgelegt wird. Der Aufbau erfolgt, abgesehen von Flächenbepflanzun-

gen, in schmalen bis breiten Streifen. Schmale Streifen (Hecken) können z. B. vom Wind durchkämmt werden und sind als Schutz gegen nachteilige Winde am besten geeignet. Einreihige Pflanzungen benötigen dagegen längere Zeit, bis sie die geforderte Höhe erreicht haben, wogegen Bäume und Sträucher in mehrreihigen Pflanzungen sich gegenseitig hochtreiben. So sind wiederum bei breiteren Bepflanzungen biologische Funktionen weitaus günstiger gegeben. Bei der Begründung sollte es auch kein wahlloses Durcheinander in Einzelmischung geben, vielmehr müssen Trupps oder Gruppen einer Art bzw. Einzelexemplare so zueinander geordnet sein, daß der spätere Aufbau und die spätere Wuchsleistung berücksichtigt wird. Sträucher sind im allgemeinen zu fünf bis fünfzehn Stück je nach Größe einer Art in Gruppen zusammenzupflanzen. Bäume der zweiten Größe (über 8 m) sind ebenfalls in Gruppen zu zehn bis dreißig Stück einer Art und Bäume der ersten Größe (über 20 m) zu fünf bis zehn Stück anzuordnen. Bewährt hat sich auch die Begründung mittels Reihengebepflanzung verschiedener Holzarten, unter Berücksichtigung des Mischungsgrades mit einer sieben bis zehn Meter breiten gruppenweisen Klein- bis Großstrauchummantelung. So entsteht eine Innenzone, eine Zwischenzone und eine Randzone mit aerodynamischer Kronendachausbildung und günstigen Kleinklimaverhältnissen (Abb. 2).

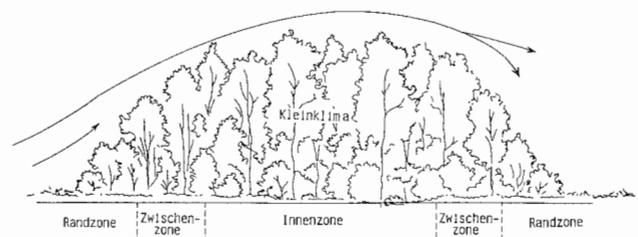


Abb. 2. Schnitt durch ein Gehölz, Beziehung zwischen Wind und biologischer Funktion

Was sind nun die Aufgaben bzw. Zielsetzungen derartiger Bepflanzungen?

Punkt 1: Bepflanzung zum Zwecke der Verhinderung und Verminderung von Bodenschäden durch Wind-, Sonnen- und Wassereinwirkung.

Punkt 2: Wiederherstellung eines weitgehend naturgemäßen dynamisch-biologischen Gleichgewichtes (Vogelschutz, Bienenweide, Kleintierlebensräume, Wild) (Abb. 2).

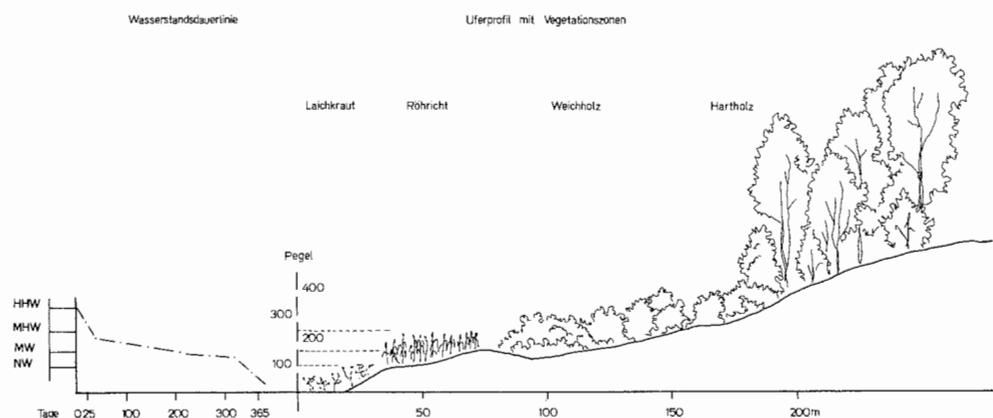


Abb. 1. Die Ufervegetation in Abhängigkeit vom Wasserstand (Schematische Darstellung)

Punkt 3: Landschaftsgestaltende Elemente (siehe Baum- und Strauchartenwahl)

Punkt 4: Holznutzung (Flechtweidennutzung)

Punkt 5: Fruchtnutzung für Mensch und Tier

Zu Punkt 1: Ihre günstigste Aufbauform ist die Hecke, und zwar im lockeren Baumverband mit darunter geschlossener Strauchschicht. Durch sie erfolgt eine Minderung der Windgeschwindigkeit, und gleichzeitig werden Flugleitlinien für die Honigbienen geschaffen. Pflanzungen dieser Art müssen folgenden Forderungen entsprechen: Winddurchlässigkeit, keine allzugroßen Lücken, schnelles Zuwachsen entstandener Lücken, Verwendung lichtkroniger Holzarten, unregelmäßiger Kronenfirst und schließlich genügend Standfestigkeit. Pflanzungen gegen Wasserschäden und Bodenab-schwemmung:

Uferschutzpflanzungen an natürlich fließenden Gewässern bestehen nur selten aus Einzelbäumen, es handelt sich dabei fast immer um geschlossene Pflanzungen, die dem Standort angepaßt sind (Strauchweiden – Röhrichtzone). Diese bieten dem Ufer die entsprechende Widerstandskraft gegenüber den dynamisch angreifenden Kräften des Wassers. Sie zerteilen oberirdisch mit den Halmen, Ruten und Zweigen das Wasser, durchwirbeln es und schwächen so seine Bewegungsenergie. Der Bewuchs soll elastisch und durchlässig sein, nicht zu dicht, damit er die lebendige Wucht des fließenden Wassers ausreichend abremst, aber auch nicht zu weitständig, da sonst die Bäume und Sträucher als Einzelexemplare (Kolke) nachteilige Folgen bewirken. Gleichzeitig wird das Schwemmgut in solchen Pflanzungen aufgefangen (s. Abb. 3: Bremspflanzung im Bereich der Überströmstrecke Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen, linkes Ufer). Jener Teil des Pflanzverbandes, der diese Schutzaufgaben zu erfüllen hat, soll auf vegetative Weise verjüngt werden können, damit die Schutzwirkung auch nach der Nutzung erhalten bleibt. Bei Pflanzungen im Hanggelände sollten die Niederschlagswässer in Randfurchen gesammelt und in die Mitte der Pflanzungen geleitet werden. Dies ergibt eine Verkürzung der Fließlängen und somit eine Verminderung der Bodenerosion. Flechtzaunbepflanzungsterrassen, zur Sicherung vorhandener Erosionsrinnen, verkürzen ebenfalls die Fließlängen und reichern den Boden nachhaltig mit Feuchtigkeit an.



Abb. 3. Bremspflanzung im Bereich der Überströmstrecke Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen, linkes Ufer

Zu Punkt 2: Rasche Einleitung der Wiederherstellung des biologischen Gleichgewichtes:

a) Vogelschutz

Hecken, aber auch alle übrigen Bepflanzungen sind wertvolle Hilfen für die Ansiedlung von nützlichen Boden- und Buschbrütern und später von Höhlenbrütern. In diesen Gehölzen finden sie Nahrung, Schutz und Deckung und unternehmen von dort ihre Futterflüge. Durch entsprechende Schnitte oder durch Zusammenbinden von Zweigen können Nestquirle bzw. Nisttaschen geschaffen werden. Je artenreicher die Pflanzenwahl, umso vorteilhafter und vielfältiger ist die Zusammensetzung der Vogelwelt. Für Fasane und Rebhühner, als wichtige Schädlingsvertilger, sind kleine geschlossene Gehölze ebenfalls günstig. In Altholzrelikten wirkt sich das Aufhängen von Nistkästen positiv auf die Vogelwelt aus. Für Raubvögel, Krähen usw. bewährt sich das Aufstellen von Sitzkrücken (1,5 bis 3 m hoch, Querholz 25 cm lang). Diese Sitzkrücken sind eine vorbeugende Maßnahme zur Verhinderung von Leittriebbrüchen und sind überdies ein sehr wirksames Mittel zur Hintanhaltung einer aufkommenden Mäuseplage.

b) Bienenweide

Bienen finden in artenreichen Bepflanzungen während der ganzen Vegetationsperiode in den blühenden Gehölzen wertvolle Pollen- und Nektarspender. Besonders die frühblühenden Gehölze, wie Weiden, Hasel, Erle, Pappeln, Birke u. a. sind als Pollenspender besonders wertvoll. In diesen Pflanzungen wird, wie bereits erwähnt, der Bienenflug erleichtert und bildet geschützte Flugleitlinien bei kaltem und starkem Wind. Im Schutzbereich solcher Pflanzungen verlängert sich die Vegetationsdauer, dieser Umstand wirkt sich auf die Bienenhaltung ebenfalls günstig aus.

c) Kleintierlebensräume

Schad- und Nutzinsekten benötigen zu ihrer Entwicklung oft Zwischen- und Nebenwirte, die nur in Biozöosen mit artenreicher Lebensgemeinschaft vorkommen. Frösche, Kröten, Blindschleichen u. a. finden in diesen Bepflanzungen als Vertilger verschiedenster Fliegenarten, Erdräupen und Nacktschnecken geeignete Lebensbedingungen. In diesen Pflanzungen finden sich wertvolle Helfer im Kampf gegen die Schadinsekten, Feldmäuse, Ackerschnecken u. a., wie Schlupfwespen, Laufkäfer, Kurzflügler, Spitzmäuse, verschiedene Spinnenarten, Marienkäfer, viele Vogelarten, Fasan und Rebhuhn, Igel, Wiesel, Iltis, Tag- und Nachtraubvögel u. a. m.

Das Wild findet ebenfalls Deckung und Laubäsung.

Zu Punkt 3: Landschaftsgestaltende Elemente:

Jede Neu- bzw. Wiederbepflanzung erfordert primär die Berücksichtigung der umliegenden Landschaft. Übergänge von Bestehendem müssen allmählich erfolgen, dabei ist mit artengleichen Gehölzen anzuschließen und erst dann mit anderen Gehölzen fortzusetzen. Es sollte die Laubfärbung des Herbstes und des Frühjahrs, die Blüten- und Fruchtstände, die Stammfärbung, der Austriebszeitpunkt und vieles andere mitberücksichtigt werden. Eine der Voraussetzungen ist sicherlich die standortsgerechte Pflanzung bodenständiger Arten,

doch wird man z. T. auch auf nicht heimische Gehölzarten zurückgreifen müssen, und zwar dann, wenn es gilt, Extremstandorte zu bepflanzen. Die Auswahl der Baum- und Straucharten sollte jedoch nicht allein nach den einzelnen Eigenschaften bzw. den erwünschten oder unterstellten Wirkungen geschehen, sondern sollte in synthetischer Ganzheitsbetrachtung von Vegetation und Standort erfolgen. Von Baumaßnahmen verschonte Baumgruppen oder Bestände haben gegenüber Neupflanzungen einen jahrzehntelangen Vorsprung, der sie hinsichtlich ihrer günstigen Auswirkungen auf den umgebenden Landschaftsraum außerordentlich wertvoll macht. Idealziel jeder Bepflanzung ist es demnach, die Natur in ihrer Vielfalt, Vitalität und Nuancierung in der Farbgebung, nachzuempfinden.

Vorschlag zur Baum- und Strauchartenwahl:

Spitzahorn (*Acer platanoides*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), gem. Birke (*Betula verrucosa*), Edelesche (*Fraxinus excelsior*), Quirllesche (*Fraxinus parvifolia*), Weißpappel (*Populus alba*), Graupappel (*Populus canescens*), Schwarzpappel (*Populus nigra*), Zitterpappel (*Populus tremula*), Hybridpappel (*Populus androsaggin*; als Pioniergehölze), Winterlinde (*Tilia cordata*), Stieleiche (*Quercus robur*), Silberweide (*Salix alba*), Weißerle (*Alnus incana*), Feldahorn (*Acer campestre*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Zürgelbaum (*Celtis australis*), Blumenesche (*Fraxinus ornus*), Weißesche (*Fraxinus americana*), Walnuß (*Juglans regia*), Wildapfelbaum (*Malus silvestris*), Wildbirnbaum (*Pirus communis*), Traubenkirsche (*Prunus padus*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), Felsenkirsche (*Prunus mahaleb*), spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*), Eberesche (Vogelbeere; *Sorbus aucuparia*), Speierling (*Sorbus domestica*), Oxelbirne (schwed. Mehlbeere; *Sorbus intermedia*), Bastard-Eberesche (*Sorbus hybrida*), Feldulme (*Ulmus carpinifolia*), Flatterulme (*Ulmus laevis*), Salweide (*Salix caprea*; Pioniergehölz), kaspische Weide (*Salix acutifolia*), Dünenweide (*Salix arenaria*), Reif- oder Schimmelweide (*Salix daphnoides*), Lavendelweide (*Salix elegnos*), Pfahlweide (*Salix fluviatilis*), Glanzweide (*Salix glabra*), Grauweide (*Salix incana*), Purpurweide (*Salix purpurea*), Pfahlweide (*Salix rubens*), Küblerweide (*Salix smithiana*), Mandelweide (*Salix triandra*), Korbweide (*Salix viminalis*), Gemeine Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*), Berberitze (*Berberis vulgaris*), Kornelkirsche (*Cornus mas*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Haselstrauch (*Corylus avellana*), Weißdorn eingriff. (*Crataegus monogyna*), gem. Weißdorn (*Crataegus oxyacantha*), gem. Bergmispel (*Cotoneaster vulgaris*), Filzige Bergmispel (*Cotoneaster tomentosa*), Spindelbaum (*Evonymus europaea*), Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Goldregen (*Laburnum*

anagyroides), Schlehdorn (*Prunus spinosa*), Hafer-schlehe (*Prunus insititia*), Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Faulbaum (*Rhamnus frangula*), Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Felsen-Johannisbeere (*Ribes petraeum*), Hundsrose (*Rosa canina*), Schott. Zaubrose (*Rosa eglanteria*), Bibernell-Rose (*Rosa pimpinellifolia*), Kartoffelrose (*Rosa rugosa*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Zwergmispel (*Sorbus chamaemespilus*), Mehlbeere (*Sorbus aria*), gem. Flieder (*Syringa vulgaris*), Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*), gem. Schneeball (*Viburnum opulus*).

Zu Punkt 4: Holznutzung. Jede in der freien Landschaft angelegte Pflanzung muß sich landschaftspflegerischen Notwendigkeiten unterziehen und anpassen, sodaß die Holzerzeugung nicht Selbstzweck ist, sondern immer ein Teil der Gesamtaufgabe bleiben soll. Das Holz kann z. B. Verwertung finden:

als Schnittholz (Eiche, Linde, Birke, Schwarzpappel, Hybridpappel u. a.)

als Faserholz (Pappeln, Weide, Erle)

als Brennholz hart (Esche, Eiche, Ulme, Robinie)

als Biomasse und als Flechtgut.

Als Flechtgut eignen sich im besonderen die auf vegetative Art vermehrbaren Strauchweiden (Korb- und Mandelweide). Sie waren früher bei den Korbweidenflechteien das Hauptverarbeitungs-material. Heute werden diese Materialien fast ausschließlich aus dem Ausland eingeführt.

Zu Punkt 5: Fruchtnutzung für Mensch und Tier. Es darf hier auf die früher allgemein bekannten Wirkungsweisen verschiedener Früchte hingewiesen werden. So können z. B. aus Holunderblüten vortreffliche Sirupe und Limonaden hergestellt werden. Andere Sträucher liefern Beeren, die reich an Vitamin C und besonders zur Herstellung von Marmeladen oder Kompotten geeignet sind. Es handelt sich dabei vor allem um Eberesche, Kornelkirsche, Hagebutte, Sanddorn u. a. Bei allen Neubepflanzungen ist aber besonders auf die Einbringung von Futterpflanzen für unsere heimischen Vögel Bedacht zu nehmen. Diese sind an die Bestandesränder zu plazieren (Reife). Als spezielle Fruchtgehölze kommen in Betracht: Mährische Eberesche, schwarzer Holunder, Sanddorn, Kornelkirsche, Haselnuß, Schlehdorn, Hundsrose, Weißdorn, Liguster, Pfaffenhütchen, gem. Schneeball, Felsenbirne, Alpen-johannisbeere u. a.

Wie Untersuchungen zeigten, beherbergen Hecken bzw. mit Fruchtgehölzen bestockte Bestandesränder bis zu 37 Vogel- und 20 Säugetierarten; Landschaften ohne diese Merkmale nur 6 Vogelarten und 5 Säugetierarten.

Rudolf Schoder
Österreichische Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A-1010 Wien