Das Strömungsbild des Pfeilkraftwerkes

Autor(en): **Oberleiner, P:**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **46 (1954)**

Heft 8

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921419

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

Das Strömungsbild des Pfeilerkraftwerkes

Von Dr. techn. *P. Oberleitner*, Graz

DK 627.8

Einleitung

Nachdem der Pfeilerkraftwerktyp erstmalig an der Drau [1] eine konkrete Gestalt angenommen hatte, wurde der Gedanke in Berlin [2] in radikaleren Formen weiterentwickelt, und nun scheint es, als ob er sich in der österreichischen Donau [3] nicht durchsetzen könnte und ganz der Wasserkrafttechnik Jugoslawiens überlassen bliebe. Es wäre sinnlos, Bauherren, denen dieser Typ nicht zusagt, etwas derart Neues trotzdem aufdrängen zu wollen; gleichwohl besteht eine gewisse Verpflichtung, das neue System nicht in schiefen Vergleichen schweben zu lassen. Es ist leider sehr schwer, echte Vergleichsgrundlagen zu schaffen, nicht nur, weil jede Baustelle etwas Einmaliges ist, sondern auch wegen der Seltenheit ausgereifter Entwürfe. Indessen bot sich ein solcher in Gestalt des Ausführungsprojektes für das Donaukraftwerk Jochenstein [4] dar, das im Wasserbaulaboratorium der Techn. Hochschule Graz zur hydraulischen Formgebung kam [5]. Nach Abschluß dieser Modellversuche unternahm es mein Assistent Dr. Oberleitner, im selben Vollmodell des Strombandes 1 : 85, mit denselben Turbinenblöcken und unter denselben Bedingungen der Wasserrechts- und Schiffahrtsbehörden einen gleichwertigen Pfeilerkraftwerkentwurf zu entwickeln, der niemals ein Konkurrenzentwurf zum längst und rasch heranwachsenden Buchtenkraftwerk Jochenstein, sondern lediglich das Prüffeld für die Klärung offener Fragen sein wollte. Hierüber berichtete der Genannte in einer für die Veröffentlichung viel zu umfangreichen Dissertation an der Technischen Hochschule Graz. Der folgende, stark gekürzte Auszug gibt das Wesentliche der erzielten Ergebnisse wieder.

Prof. Dr. *H. Grengg*, Graz

[1] *Grengg u. Lauffer*, Das Kraftwerk im Strom. Österr. Wasserwirtschaft 1949, 9, 10.

[2] *Schulz*, Eine neue Pfeilerkraftwerksbauart. (Deutsche) Wasserwirtschaft 1949/50 u. 1950/51; Bauingenieur 1953.

Preß, Untersuchungen über eine Pfeilerkraftwerksbauart. Bautechnik 1952; *Preß* u. *Eicke*, Modellversuche T. U. Berlin 1952.

[3] *Grzywienski*, Das Donauwerk Ybbs-Persenbeug. Springer 1949.

Partl, Ein neuer Vorschlag für das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug, Österr. Wasserwirtschaft (ÖWW) 1951, 2.

Graßberger u. Makovec. Das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug. ÖWW 1951.

[4] *Fuchs*, Die Donaustufe Jochenstein. (Deutsche) Wasserwirtschaft 1952/53, 11, 12.

[5] *Grengg*, Donauprobleme der Wasserkraftnutzung und Schiffahrt. Österr. Wasserwirtschaft 1953, 1.

1. Der Studienentwurf

Die Vergleichsgrundlage, der Ausführungsentwurf des Donaukraftwerkes Jochenstein, ist in Abb. 1 dargestellt. Die Fünfzahl der Turbinen engte die Variationsmöglichkeit der Turbinenpfeiler-Wehrfeld-Reihe einigermaßen ein; in die engere Wahl kamen zunächst nur die beiden unsymmetrischen Anordnungen mit einem Randturbinenpfeiler rechts oder links und fünf Wehrfeldern zu 30 m (Fall 3 der Tabelle 1) sowie die symmetrischen Anordnungen mit je einem Wehrfeld zu 24 m am Ufer und insgesamt sechs solchen Wehrfeldern (Fall 2 der Tabelle 1) und mit je einem Turbinenpfeiler am Ufer und vier Wehrfeldern zu 40 m (Fall 4 der Tabelle 1). Während bei diesen Vergleichen die baukünstlerische Wertung zurücktrat, mußten die Wehrfelder stets so ausgelegt werden, daß bei Ausfall einer Öffnung die Durchflußflächen, wie sie beim Buchtenkraftwerk nach Abb. 1 nach Ausfall einer Öffnung noch vorhanden sind, nicht unterschritten wurden. Ferner war für jede Variante eine geordnete Baugrubenfolge zu entwerfen, welche vor Vollendung einer Schleuse die von der Schiffahrt strenge geforderte Durchfahrtsbreite von 80 m frei zu halten hatte. (Bei der tatsächlichen Baudurchführung des Werkes Jochenstein hat sich übrigens eine Streifenbreite von 74 m als zulässig erwiesen — Schlepphilfe!)

Eine Gegenüberstellung aller vier Varianten bringt die erwähnte Tabelle 1. Die genaueren Versuche beschäftigen sich dann zunächst nur mit der besten Variante 4. Eine maßgebende Umgestaltung dieses Entwurfes brachte der Vorschlag Dr. Jünglings [6], an den Rückwänden der Turbinenspiralen Schützen anzubringen, die sowohl zur Hochwasserabfuhr als auch zur sofortigen Entlastung der Turbinen beim Generalkurzschluß geöffnet werden können. Daß man diese Durchflußöffnungen zur Einsparung von Wehrfeldfläche in Rechnung stellen darf, ist leicht einzusehen. Die weiteren hydraulischen Zusam-

[6] *Dr. Jüngling*, MAN-Werk Gustavsburg. Vorschlag für die Anordnung von Entlastungsöffnungen in den Turbinenspiralen von Niederdruckkraftwerken. 25. September 1952. Nicht veröffentlicht.

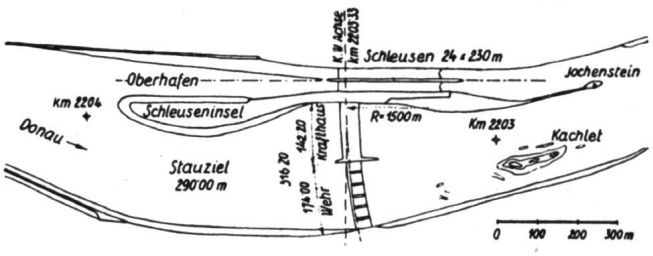

Abb. 1 Buchtenkraftwerk Jochenstein (Ausführungsentwurf).

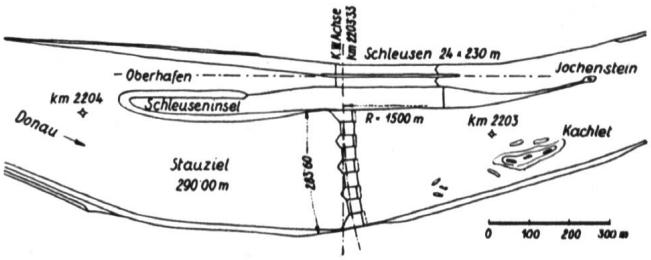

Abb. 2 Das Pfeilerkraftwerk (Variante 5), erstellt unter denselben Bedingungen wie das Buchtenkraftwerk. Die Schleusen blieben in der alten Lage.

Tabelle 1

Pfeilerkraftwerkvarianten im Vergleich zum Buchtenkraftwerk mit Angaben über Hauptabmessungen, Bauzustände und Betrieb bei Katastrophenhochwasser

		Achslänge (m)	I. Bauzustand	II. Bauzustand	III. Bauzustand	IV. Bauzustand	Betrieb bei Katastrophenhochwasser	
							1 W.F. blockiert	Schleusen block.
1	*Buchtenkraftwerk* Krafthaus 5 Turbinen Wehr 6 x 24 m Wehrfelder	316,20 142,20 174,00 144,00	126,0 m — 5 m Pfeiler der Baubrücke	80 m + 2 x 24 m = 48 m W. F.	4 x 24 m = 96 m W. F. + Schleusen 2 Turbinen gehen in Betrieb	—	120 m W. F. + Schleusen	144 m W. F.
2	*Pfeilerkraftwerk* 5 Pfeiler zu 30 m 6 x 24 m Wehrpfeiler keine Randpfeiler	294,00 150,00 144,00	170,0 m	116,0 m + 2 x 24 m = 48 m W. F.	3 x 24 = 72 m W. F. + 23,0 m Hohlpfeiler + Schleusen 2 Turb. in Betrieb	Hohlpfeiler ausgebaut	120 m W. F. + Schleusen	144 m W. F.
3	*Pfeilerkraftwerk* 5 Pfeiler zu 30 m 5 Wehrpfeiler zu 30 m — Uferwand 1 Randpfeiler	296,80 150,00 150,00 — 3,20	194,0 m	104,0 m + 30,0 m W. F.	3 x 30 m = 90 m W. F. + Schleusen 2 Turb. in Betrieb	Kein Hohlpfeiler	120 m W. F. + Schleusen	150 m W. F.
4	*Pfeilerkraftwerk* 5 Pfeiler zu 30 m 4 Wehrpfeiler zu 40 m — 2 Uferwände 2 Randpfeiler	303,60 150,00 160,00 — 6,40	124,0 m	80,0 m + 23,6 m Hohlpf. + Schleusen 2 Turb. in Betr.	Hohlpfeiler ausgebaut	—	120 m W. F. + Schleusen	160 m W. F.
							1 W. F. + 1 Pfeiler block.	Schleusen + 1 Pfeiler block.
5	*Pfeilerkraftwerk* 5 Pfeiler zu 30 m 4 Wehrpfeiler zu 35 m 5 Spiralöffnungen — 2 Uferwände 2 Randpfeiler	283,60 150,00 140,00 5 x 30 m² = 150 m² — 6,40	184,0 m	114,0 m + 35,0 m W. F.	2 x 35 m = 70 m W. F. + Hohlpf. = 23,6 m + Schleusen 2 Turb. in Betr.	Hohlpfeiler ausgebaut	105 m W. F. + 4 Pfeiler- durchflüsse + Schleusen	140 m W. F. + 4 Pfeiler- durchflüsse

Die von der Schiffahrt geforderte Mindestdurchfahrt beträgt 80 m. Wehrschwellenhöhe Kote 278,50 m. W. F. = Wehrfeld
Die eingetragenen Maße sind in der Kraftwerkachse gemessen.

menhänge und die Größenordnung der «Spiralen-Schütze» sind im Absatz 4 dargestellt.

Aus den Vorvergleichen und zahlreichen Skizzen entwickelte sich schließlich die in Tabelle 1 angeführte Variante 5, die als Gegenstück zum Buchtenkraftwerk in Abb. 2 skizziert ist.

2. Die Versuchs- und Meßtechnik; Natur- und Modellfließen

Das Froud'sche Modellgesetz ist genähert anwendbar. Das Lichtbild erwies sich als unentbehrlicher Helfer bei der Festhaltung von Stromlinien, die abschwimmende Kerzen, Oberflächenschwimmer oder in tieferen Lagen Farbfäden erzeugten. Die bewegliche Sohle setzte sich immer aus dem gleichen Korngemisch zusammen. Die Pfeilermodelle selbst bestanden aus leicht zu bearbeitendem Beton. Die Wassermessung erfolgte über vorgeschaltete Dreiecküberfälle und die Wasserspiegelhöhen wurden mit einem Nivelliergerät an Spitzenmaßstäben abgelesen.

Für den Versuch kamen eigentlich nur vier charakteristische Abflußmengen in Betracht. Die untere Grenze war, bedingt durch den niedrigsten schiffbaren Wasserstand in der Donau bei Jochenstein und die damit eng verbundene Turbinenentlastung, mit NSQ = 700 m³/s gegeben (siehe Absatz 4). Mit der Ausbauwassermenge AQ = 1750 m³/s wurde der Vollbetrieb ohne Freiwasser als ein Sonderzustand erfaßt, während eine Vergrößerung dieses Wertes eine Vielfalt an Variationsmöglichkeiten der Freiwasserabfuhr über oder unter den Schützen der an die Pfeiler angrenzenden Wehrfelder zuließ. Das Katastrophenhochwasser KHQ = 8400 m³/s grenzte das Gebiet nach oben hin ab, weshalb für diesen Zustand die Aufstau-, Strömungs- und Geschiebeverhältnisse besonders eingehend studiert wurden. Hier herein fielen auch die Untersuchungen über die zusätzliche Heranziehung der Turbinenpfeiler zur Hochwasserabfuhr.

3. Die hydraulische Formgebung des Pfeilers

Als erster Anhalt dienten die an der Drau ausgeführten Turbinenpfeiler; der dort als Spitzbogen weit ins Oberwasser vorkragende Tauchbalken (Abb. 3) erwies sich aber als verbesserungsfähig, weshalb es zur Ausbildung eines bedeutend verkürzten Korbbogens kam, der

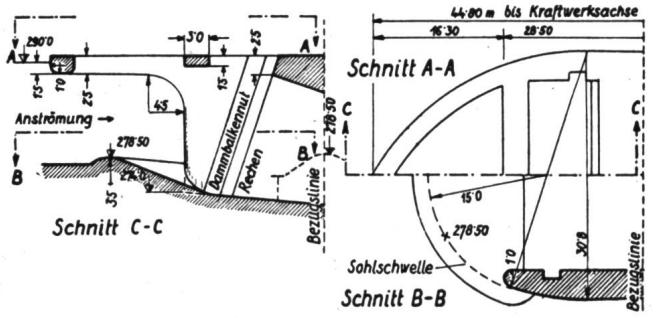

Abb. 3 Spitzbogenförmiger Tauchbalken zur Eis- und Geschiebeabweisung vor dem Einlauf wie bei den Draukraftwerken, Geschiebeschwelle in Höhe der Wehrschwelle.

über der auf Wehrschwellenhöhe hochgezogenen Geschiebeschwelle lag. Abgesehen von der die Einströmung hemmenden Wirkung der Geschiebeschwelle stellte sich nach eingehenden Versuchen heraus, daß trotz der tiefer als die Wehrschwelle liegenden Einlaufsohle kein Geschiebeschutz notwendig ist. Näheres hierüber in Absatz 5. Im Bestreben, eine möglichst wirtschaftliche und baulich leicht ausführbare Gesamtlösung für den Einlauf zu finden, verzichtete die weitere Gestaltung auf die nur scheinbar, d. h. nur in Oberflächennähe, hydraulisch günstige Schiffsbugform der ersten Pfeilerkraftwerke und ersetzte sie durch einen gedrungenen, keilförmigen, knapp an die schräge Dammbalkennut herangeführten Tauchbalken. Dieses Vorgehen bestärkten neben wirtschaftlichen Erwägungen vor allem hydraulische Gesichtspunkte, da eine größere Seitenwandstärke gegenüber der früher härteren Trennung von Trieb- und Freiwasserstrom die Einströmung begünstigte (Abb. 5). Der Kiel wiederum befriedigte voll die hohen Anforderungen, die an ihn bezüglich der automatischen Eis- und Schwemmzeugabweisung bei überströmten Schützen gestellt wurden.

Während es außer der Anbringung der Spiralenschütze sonst zu keinen wesentlichen Abänderungen gegenüber den Maschineneinheiten am Buchtenkraftwerk kam, ist in Abb. 4 die eingezeichnete Wehrschwellen- und Sohlenlage besonders zu beachten.

4. Die Hydraulik der Spiralenschütze

Wie kam es eigentlich zu den vorhin schon erwähnten Spiralenschützen? Sie sind das Ergebnis einer heute selten gewordenen echten Sparsamkeit in der Baugestaltung. Warum sollten denn nicht die großen Mäuler der Turbineneinläufe zur Hochwasserabfuhr herangezogen werden, wenn sie bei radial abgesunkener Turbinenschluckfähigkeit für das Triebwasser kaum mehr ge-

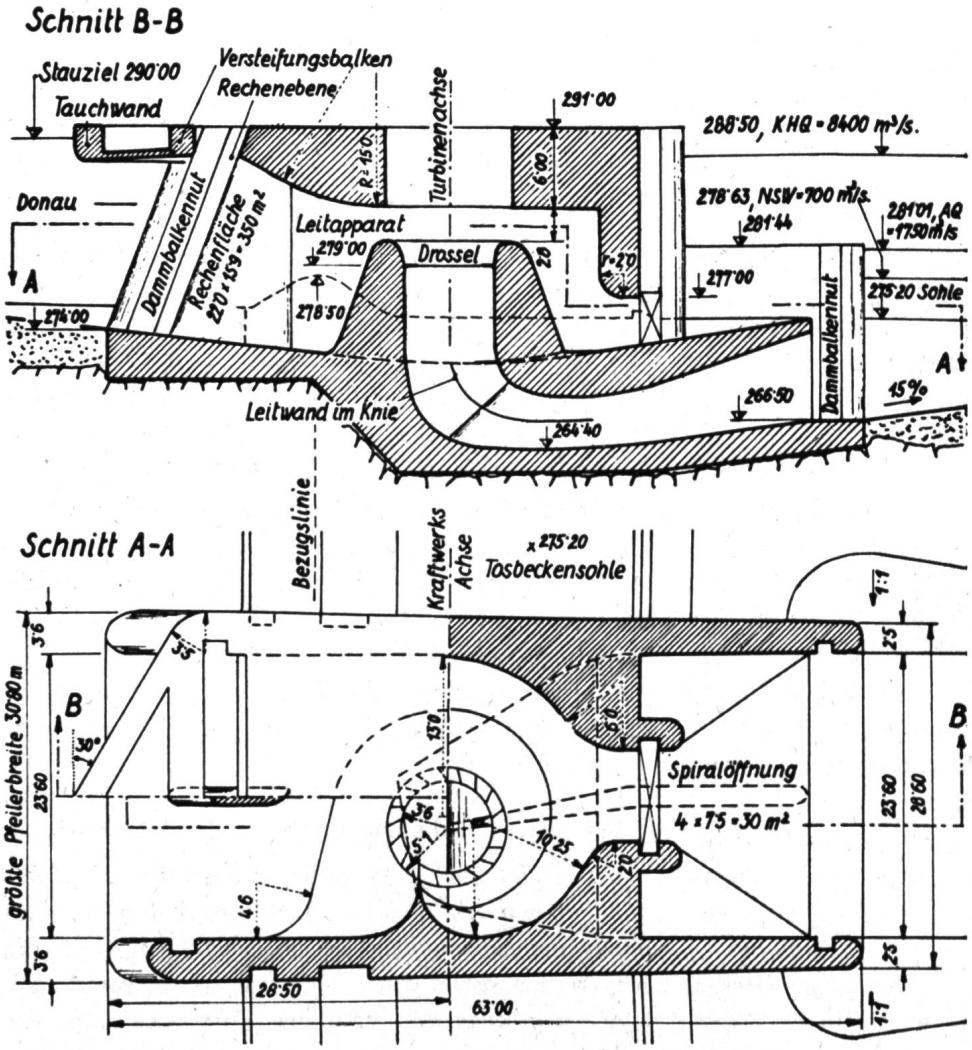

Abb. 4
Form des Turbinenpfeilers, auf die sich die weiteren Abbildungen beziehen. Keilförmiger Tauchbalken, keine Geschiebeschwelle, Pfeilerbreite in der Kraftwerkachse 30 m, Spiralenschütze.

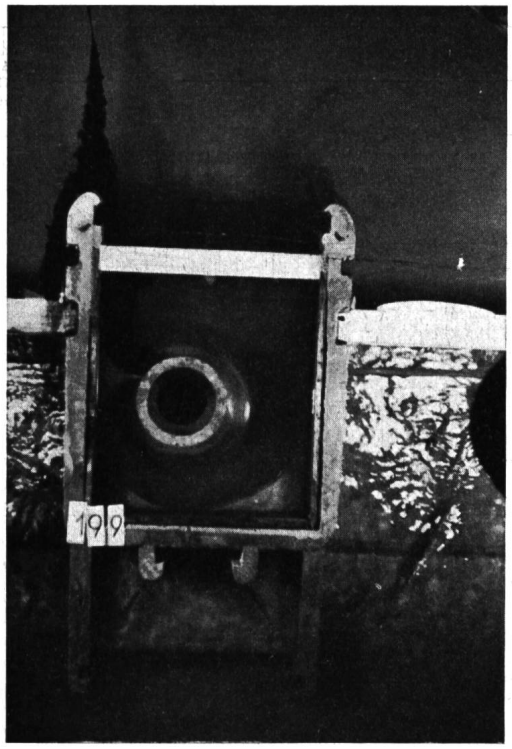

Abb. 5 Anströmung der Turbinenpfeilerseitenwand bei geringem Freiwasser, abgeführt über die Hakenschütze. Zur besseren Demonstration ist der Tauchbalken abgenommen und die Decke über dem Turbineneinlauf durchsichtig.

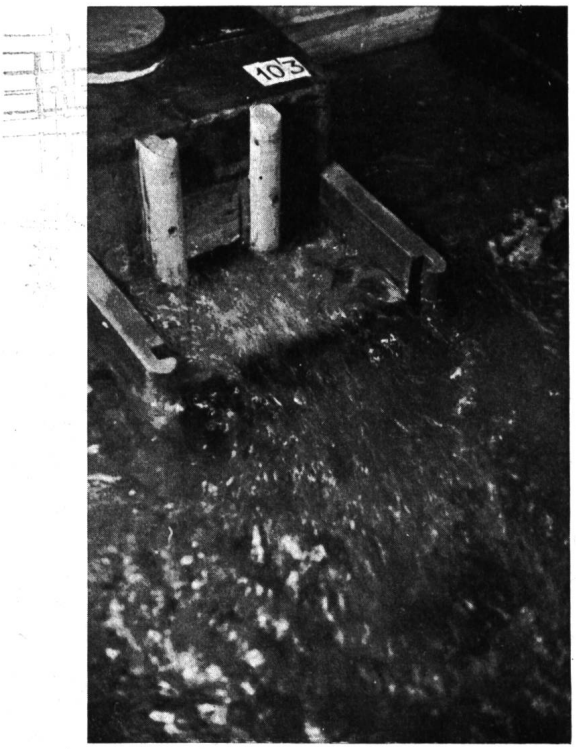

Abb. 6 Turbinenentlastung durch eine Spiralenöffnung bei NSQ = 700 m³/s.

braucht werden, und damit Kraftwerklänge quer zum Strom eingespart werden kann? Obendrein werden dadurch ungünstige Erweiterungen des natürlichen Flußlaufes vermieden und das Strömungsbild wesentlich verbessert (siehe Absatz 5).

Eine derartige Hochwasserschütze ist auch für die Milderung des Absperrsunkes geeignet, der bei niedrigstem schiffbaren Wasserstand der Schiffahrt gefährlich werden kann. Bei diesem schwierigen Problem ist das Pfeilerkraftwerk von vornherein bevorzugt, weil jeweils eine Turbine und ein unmittelbar benachbartes Wehrfeld funktionell gekuppelt werden können und der Wasserstrom nur geringfügig verlagert werden muß. Die Spiralenschütze vermag nun den plötzlich gehemmten Triebwasserstrom unmittelbar ins Unterwasser zu führen, was freilich auch dem Buchtenkraftwerk zugute käme (siehe Abb. 6). Ähnliches gilt für den Absperrschwall.

Die Auslegung der Verschlußgrößen hängt nun vom Hauptzweck ab, für den man sie vorsieht:

a) Reine Turbinenentlastung. Die Schluckfähigkeit der Spiralöffnung überdeckt die der Turbine (Abb. 7).

b) Abführung eines Teiles des Hochwassers durch die Spiralenöffnung *und* die ohne Last laufende Turbine.

c) Abführung eines Teiles des Hochwassers allein durch die Spiralenöffnung bei geschlossenem Leitapparat.

Bei jeder Pfeilerdurchströmung, gleichviel welcher Kombination, ist darauf zu achten, daß keine Überbelastung des Einlaufrechens auftritt, d. h. im Falle Jochenstein dürfen pro Einheit maximal AQ = 350 m³/s abgeführt werden.

Im Versuch erfolgte die Auslegung nach Punkt a, jedoch wurde auf die kombinierte Hochwasserabfuhr (Punkt b) nicht verzichtet (Abb. 7).

5. Hochwasserdurchfluß, Kolkbildung und allfälliger Geschiebetransport

Eng verbunden mit dem bisher offenbar überschätzten Geschiebeproblem beim Pfeilerkraftwerk ist der gesamte Hochwasserdurchfluß, weshalb zuerst die grundsätzlichen Betriebsfälle skizziert werden sollen.

Analog zum Buchtenkraftwerk wurden entweder die Schleusen blockiert angenommen, dann war der Weg

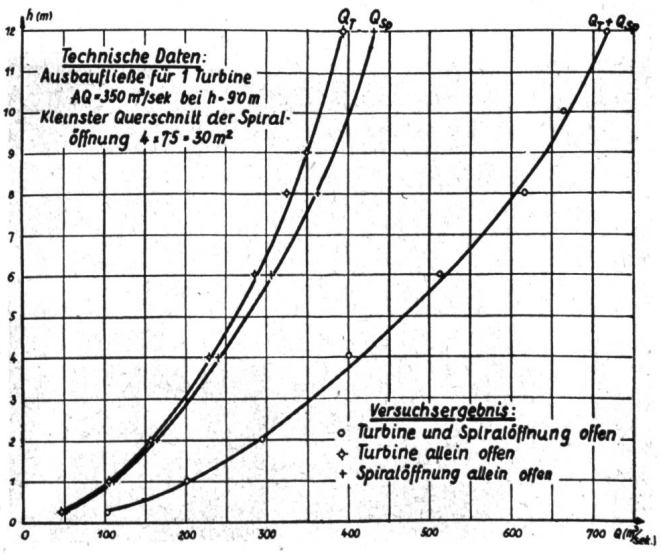

Abb. 7 Gemessene Schluckfähigkeiten in Abhängigkeit von der Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser.

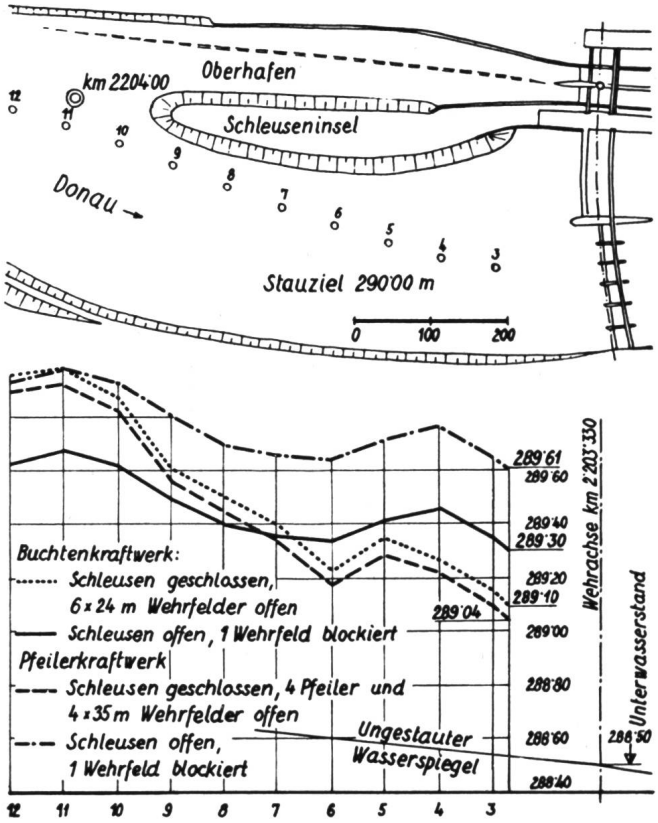

Abb. 8 Vergleich der Spiegellinien bei den maßgebenden Betriebszuständen für KHQ = 8400 m³/s am Buchten- und Pfeilerkraftwerk.

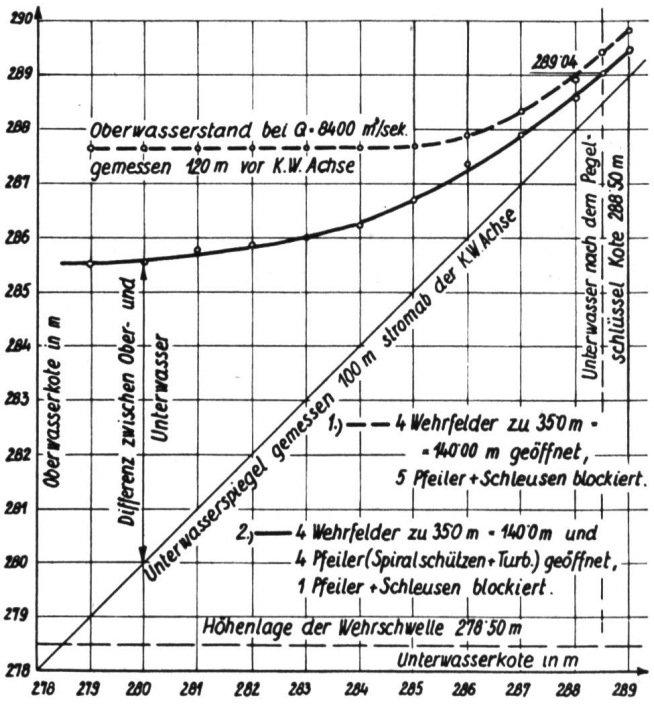

Abb. 9 Oberwasserspiegellage in Abhängigkeit vom Unterwasserspiegel beim Pfeilerkraftwerk. Zu beachten ist die Regelmäßigkeit der Meßwerte und der Bereich des Schießens.

durch das ganze Wehr frei, oder es fiel ein Wehrfeld aus; dann wurden die Schleusen zusätzlich herangezogen. In beiden Fällen waren jeweils vier Pfeiler, also Spiralenöffnungen und Turbinen, durchströmt. Als Kriterium für die Güte des Entwurfes galt hier, stets unter der sich beim Buchtenkraftwerk ergebenden höchsten Staulinie im Oberwasser zu bleiben. Ein Blick auf Abb. 8 zeigt aber deutlich, daß der Beobachtungsort eine entscheidende Rolle spielt. Während beim Buchtenkraftwerk vor dem Wehr die Staulinien der beiden Betriebsfälle nicht allzuweit auseinanderliegen, kommt es am Kopf der Schleuseninsel zu einer starken Divergenz. Durch sorgfältige Abwägung zwischen Schleusen- und Wehrdurchfluß beim Pfeilerkraftwerk konnte für die Oberlieger bei allen Betriebszuständen des KHQ die gleiche Sicherheit gegen einen Überstau erzielt werden.

Einen sehr spekulativen Charakter hatte die Beobachtung der Oberwasserstände bei KHQ = 8400 m³/s in Abhängigkeit von verschiedenen Unterwasserspiegellagen (Abb. 9).

Aus Kurve 1 ist klar zu sehen, daß bei reinem Wehrdurchfluß nach Einstellung der Grenztiefe das Oberwas-

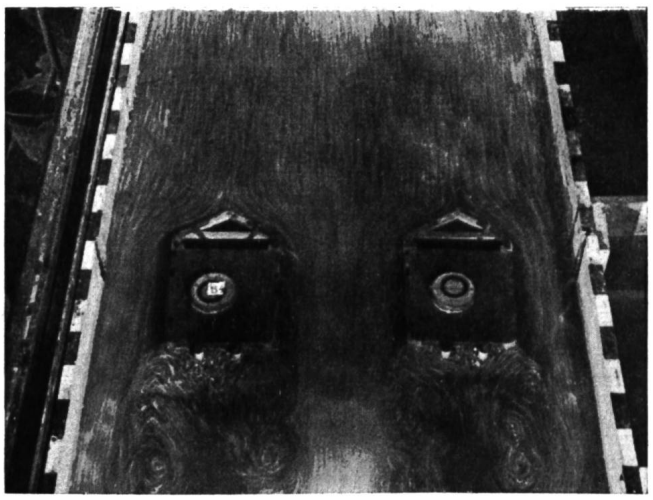

Abb. 10 Ausgeprägte Oberflächenströmung bei KHQ = 8400 m³/s *ohne* Pfeilerdurchfluß, starke Walzenbildung.

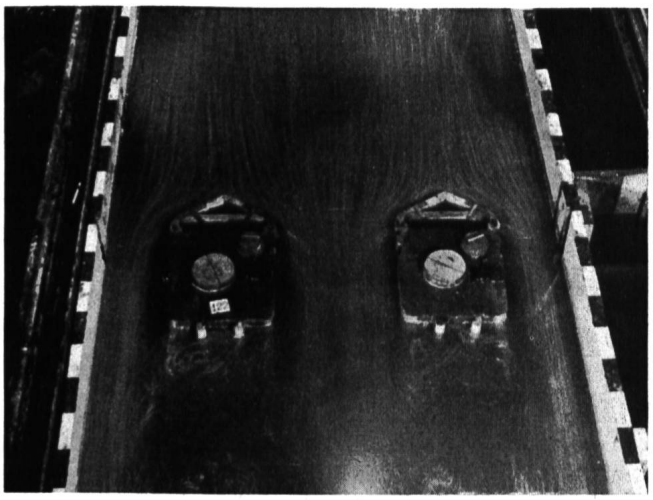

Abb. 11 Glatter Durchfluß bei zusätzlicher Beaufschlagung der Spiralenschützen und der ohne Last laufenden Turbinen.

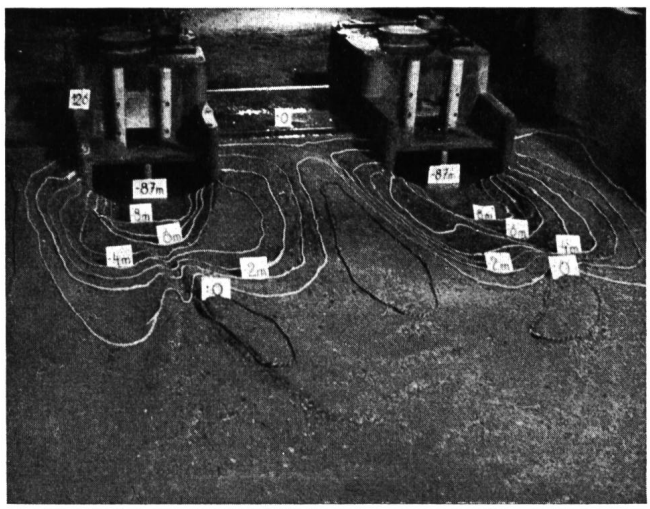

Abb. 12 Unterwasserkolkbild nach Durchgang des Katastrophenhochwassers. Als Nullebene wurde die Tosbeckensohle gewählt.

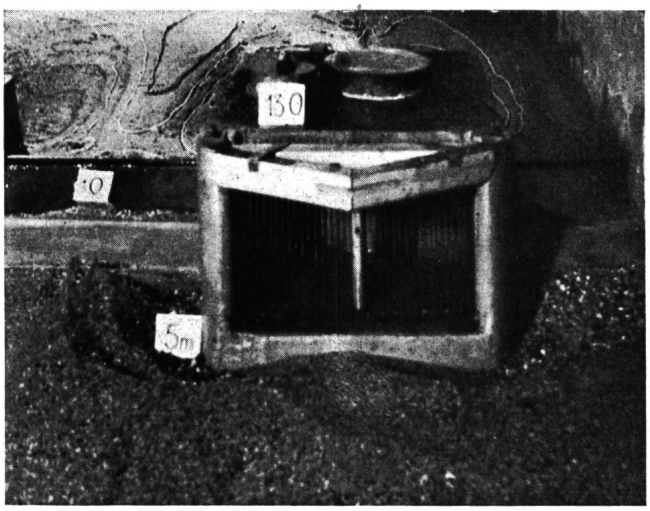

Abb. 13 Freigespülter Turbineneinlauf nach dem KHQ.

ser unbeeinflußt blieb. Kurve 2 zeigt hingegen, daß der Oberwasserspiegel durch das Mitwirken der Pfeilerdurchflüsse viel stärker absinkt. Für unseren Fall ist natürlich nur der Bereich um die Unterwasserkote 288,50 m interessant, da der Aufstau bei späteren Eintiefungen sofort abgelesen werden kann.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Strömungsbilder, die sich bei KHQ ohne und mit Pfeilerdurchfluß ergaben. In Abb. 10 ist die Oberflächenströmung gut ausgeprägt. Es entwickelten sich starke stehende Walzen, die sogar die Wehrbreite stromab der Pfeiler einschnürten. Ansonsten wurden die Stromfäden am Tauchbalken und im Wehrbereich am Pfeiler gut geführt. Am anschaulichsten kommt die Verbesserung der Strömung bei offenen Pfeilern in Abb. 11 zur Geltung. Die bei Abb. 10 aufgetretenen Walzen sind bis auf einen kleinen unbedeutenden Rest verschwunden.

Der in Abb. 11 dargestellte Katastrophenzustand legt eine gleichzeitige Geschiebeuntersuchung nahe. Trotz der verwendeten feinen Körnung kam es zu keinerlei ernster Kolkausbildung, aber auch die wegen der unmittelbaren Wehrnähe von verschiedenen Kritikern des Pfeilerkraftwerkes vermutete Saugrohrverlandung stellte sich in keinem der untersuchten Fälle ein (Abb. 12).

Daß eine Geschiebeschwelle vor dem Turbineneinlauf überflüssig ist, zeigt die Abb. 13. Sowohl mit als auch ohne Pfeilerdurchfluß kam es zur selben Kolkform, was eigentlich im ersteren Falle nicht ohne weiteres einzusehen war. Erst die Beobachtung, daß sich in beiden Fällen vor dem Einlauf an der Sohle eine Grundwalze ausbildet (Abb. 14), die bei durchströmten Pfeilern bis zur halben Einlaufhöhe reicht, brachte die Klärung. Die Walzengröße veränderte sich auch kaum bei Tieferlegung der oberstromigen Sohle. Die Einströmung in den Pfeiler erfolgte durch die obere Rechenhälfte.

Diese Tatsachen beweisen offensichtlich, daß sich das Geschiebeproblem beim Pfeilerkraftwerk von selbst löst, ja daß es nie zu solchen Mißständen kommen kann, wie sie von Buchtenkraftwerken her bekannt sind. Sollten sich aber doch Verlandungen einstellen, die durch den Modellversuch nicht erfaßbar sind, so stünden immer noch die Spiralenschützen für die Spülung zur Verfügung.

6. Strömungsbilder im Vollmodell

Abschließend seien noch zwei Strömungsbilder gegenübergestellt, wie sie in Vollmodellen 1 : 85 aufgenommen wurden. Abb. 15 stellt das Buchtenkraftwerk Jochenstein bei der Ausbauwassermenge dar. Die weit über die natür-

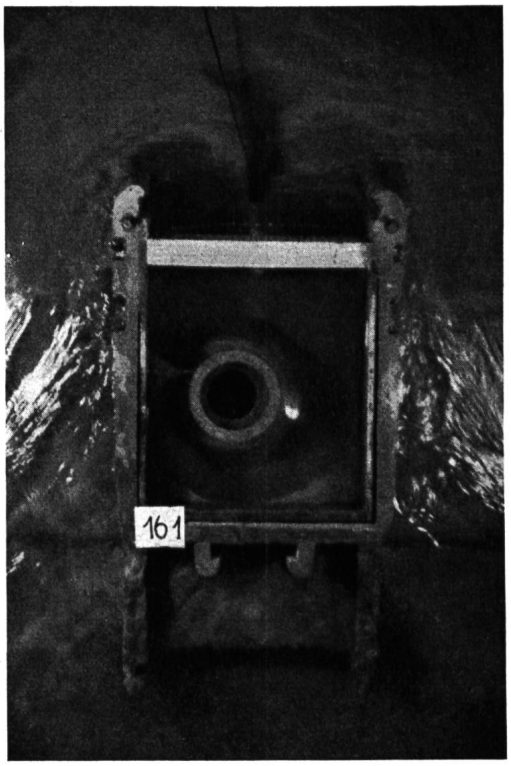

Abb. 14 Draufsicht auf einen Turbinenpfeiler mit abgenommener Tauchwand bei KHQ. Der an der Sohle vor dem Einlauf trotz offenem Pfeiler zurückströmende Farbstoff läßt die Walze mit querliegender Achse erkennen, die wie ein rotierender Besen das ganze ankommende Geschiebe in die Wehrfelder abführt.

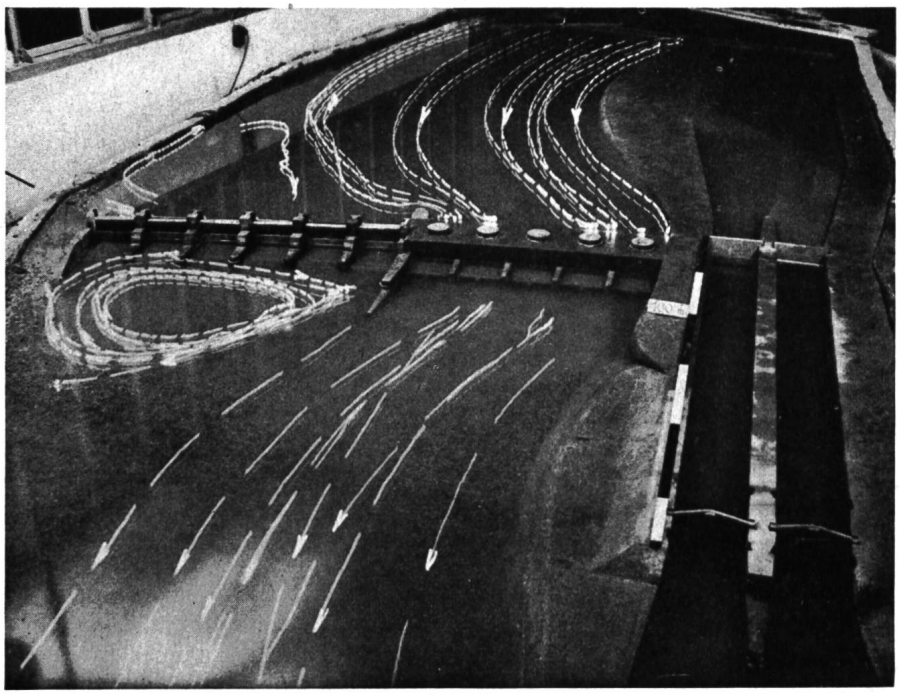

Abb. 15 Ansicht vom Unterwasser. Anströmung des Buchtenkraftwerkes Jochenstein im Modell 1:85 (Ausführungsentwurf).
AQ = 1750 m³/s.
Die weißen Stromfäden bedeuten Wege der Schwimmkörper in gleichen Zeiten.

liche Flußbreite hinausreichende Kraftwerkfront bedingte die Schräganströmung sämtlicher Turbinen.

Am Pfeilerkraftwerk (Abb. 16) ist hier besonders die kürzere Kraftwerkfront quer zum Strom und die sehr gleichmäßige Durchströmung des Oberwassers hervorzuheben. Die Stromfäden des Unterwassers streben der linksufrigen Tiefenrinne neben dem Kachlet zu.

7. Zusammenfassung

a) Die Einlaufwände sollen gegen das Oberwasser so kurz als möglich gehalten werden.

b) Da sich bei den maßgebenden Betriebszuständen — einerseits KHQ durch das Wehr, anderseits AQ in den Turbineneinlauf — verschiedene Geschwindigkeiten am Einlaufwandkopf ergeben, ist es bei vorgegebener Wandstärke zur Vermeidung von unerwünschten Ablösungen entlang der Mauerfluchten erforderlich, den Kopf unsymmetrisch auszubilden. Demnach muß die kleinere Krümmung wegen des mit größerer Geschwindigkeit abfließenden KHQ's zum Wehr hin liegen. Eine gewisse Wandstärke ist der Einströmung unmittelbar an der Wand förderlich.

c) Für die Abschiebung von Geschwemmsel und Eis genügt ein keilförmiger Tauchbalken, dessen Schenkel unter 60° zur Hauptströmungsrichtung geneigt sind.

d) Eine Geschiebeschwelle vor dem Einlauf ist überflüssig, da sich weder bei geschlossenen noch bei durchströmten Pfeilern Anlandungen zeigten.

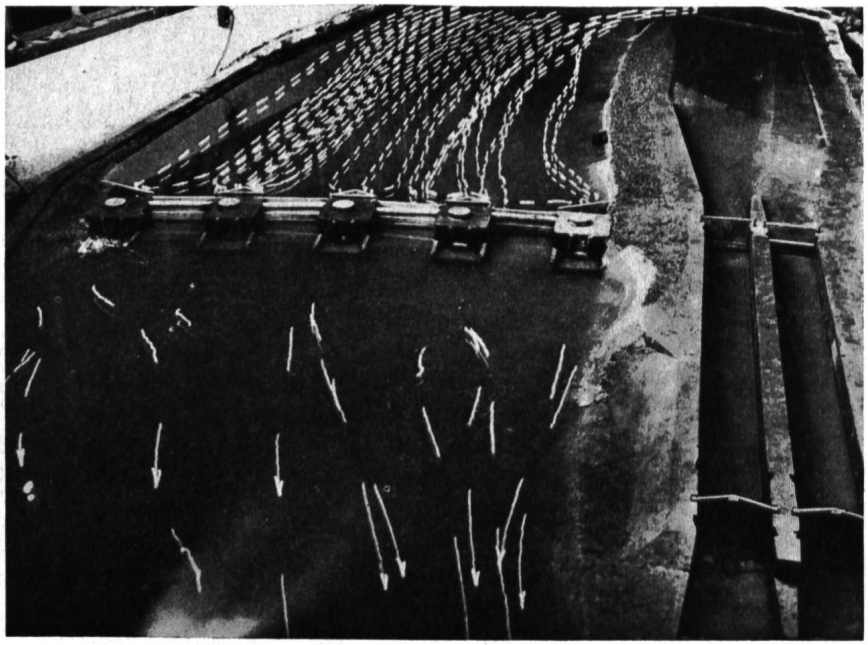

Abb. 16 Ansicht vom Unterwasser. Anströmung des im selben Flußbett aufgebauten Pfeilerkraftwerkes. AQ = 1750 m³/s.

e) Trotz der tiefen Lage des Saugrohres gegenüber der Tosbeckensohle tritt bei Durchfluß des Katastrophenhochwassers keine Verlandung des Saugrohrendes ein, jedoch bilden sich bei geschlossenen Pfeilern in deren Achsen flußabwärts rippenförmige Anlandungen aus, die bei Heranziehung der Pfeiler zur Hochwasserabfuhr fast völlig verschwinden.

f) Bei der Abfuhr des Hochwassers allein durch die Wehrfelder treten hinter den Pfeilern zwei starke Wirbelreihen mit senkrechten Achsen auf, die eine nachträgliche Einschnürung des Wehrquerschnittes hervorrufen. Eine geringe Verbesserung kann durch Abrunden der unterwasserseitigen Pfeilerecken erreicht werden. Werden die Pfeiler bei Hochwasser ebenfalls durchströmt, so kommt keine Einschnürung zustande. Je größer die Durchströmung der Pfeiler bei Hochwasser ist, desto besser gestaltet sich die Strömung im Unterwasser. Da bei der geringen Spiegeldifferenz in diesem Falle die Turbine sehr wenig Wasser schluckt, kann an der Rückwand der Spirale eine Öffnung angeordnet werden, die eine beliebige Regulierung gestattet und mit Rücksicht auf den Rechen bis auf die Ausbauwassermenge getrieben werden kann.

g) Die Pfeilerdurchflüsse können bei der Hochwasserabfuhr in Rechnung gestellt werden und ergeben dadurch eine weitere wesentliche Verkürzung der Längenachse des Kraftwerkes, was eine besondere Bedeutung bei engen Flußläufen erlangt.

h) Durch die Anordnung von Spiralschützen kann der von der Schiffahrt bei Niederwasser sehr gefürchtete Unterwassersunk gemildert werden.

i) Die gleichmäßige Durchströmung des gesamten Flußbettes sowohl im Ober- als auch im Unterwasser ist bei keinem Kraftwerktyp so gewährleistet wie beim Pfeilerkraftwerk. Es gibt weder eine schräge Anströmung bei der Ausbauwassermenge, noch Totwasserbereiche, die immer zu Verlandungen führen.

Schlußbemerkung

Der Verfasser dankt der Donaukraftwerk Jochenstein Aktiengesellschaft für die großzügige Bereitstellung des Vollmodells 1 : 85 für werkfremde Versuche.

Internationale Tagung zur Reinhaltung des Bodensees

DK 628.3

Am Samstag, 29. Mai 1954, fand in der Festhalle der Stadt Friedrichshafen am Bodensee eine von zahlreichen Behördevertretern, Fachleuten aus Wissenschaft und Technik und weiteren Interessenten besuchte internationale Tagung statt. Zur Teilnahme an dieser Veranstaltung, die als eine überzeugende Kundgebung für die Reinhaltung des Bodensees bezeichnet werden kann, luden die Wasserwirtschaftsverbände am Bodensee aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und die Bodenseegruppe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz ein; die Organisation der gut gelungenen Tagung lag beim Württembergischen Wasserwirtschaftsverband.

Die offizielle Begrüßung wurde durch Direktor *Christaller* von der Energieversorgung Schwaben, Präsident des organisierenden Verbandes, eingeleitet. Dr. *Grünbeck*, Oberbürgermeister der Stadt Friedrichshafen, überbrachte die Grüße der gastgebenden Stadt und wies besonders darauf hin, daß über die Notwendigkeit der Reinhaltung des Bodensees keine Unklarheit bestehe, die Kernfrage betreffe aber die Finanzierung der erforderlichen Maßnahmen. Es folgten Ansprachen von Ministerialrat *Kellermann*, als Vertreter des verhinderten Innenministers Ulrich für das Land Baden-Württemberg, Ministerialrat *Platz* für das Land Bayern, Landeshauptmann *Ilg*, als Vertreter des Landes Vorarlberg, Regierungsrat Dr. *Frick* und Ständerat *Dr. Müller* als Überbringer der Grüße der Kantone St. Gallen und Thurgau.

Prof. Dr. *O. Jaag*, ETH, Zürich, der maßgebend an der Textabfassung des vom Südwestdeutschen Wasserwirtschaftsverband angeregten internationalen Aufrufes beteiligt war, sprach als Hauptreferent zum Thema: *Die neuere Entwicklung und der derzeitige biologisch-chemische Zustand des Bodensees.* Die sehr einprägsamen und klargefaßten Ausführungen dieses international anerkannten Fachmannes fanden große Beachtung. In drei Kurzvorträgen kamen sodann die *Maßnahmen zur Reinhaltung des Bodensees* zur Sprache; es berichteten Dipl. Ing. *Altwegg*, St. Gallen, für die Schweiz, Oberbaurat *Wagner*, Bregenz, für Österreich und Oberbaurat *Hoffmann*, Stuttgart, für Deutschland. Aus den gedrängten Ausführungen konnte eine gute Übersicht über die im Betrieb und im Bau stehenden Kläranlagen und die zahlreichen Projekte für die zukünftigen Maßnahmen gewonnen werden.

Verschiedene Redner dieser Veranstaltung machten auf die Schwierigkeiten der Finanzierung der erforderlichen Maßnahmen für den Gewässerschutz aufmerksam und wiesen mit Nachdruck auf die Notwendigkeit der finanziellen Unterstützung der Gemeinden hin.

Anschließend wurde ein Kurzfilm *Südwest braucht Wasser* gezeigt, der die Nöte von Stuttgart und Umgebung für eine genügende Wasserversorgung anschaulich zeigte und auf die Notwendigkeit einer Fern-Trinkwasserversorgung aus dem Bodensee hinwies.

Den Abschluß der langen Versammlung bildete die Bekanntgabe eines *Internationalen Aufrufes zur Reinhaltung des Bodensees.* (Text nachstehend.)

Anläßlich eines gemeinsamen Mittagessens, bei dem verschiedene Tagungsteilnehmer Gäste der Stadt Friedrichshafen waren, wurden Tischansprachen gewechselt, die wieder den Problemen des Bodensees und der internationalen freundnachbarlichen Zusammenarbeit galten, womit die Tagung einen eindrücklichen Abschluß fand.

Tö.