

IX. INTERNATIONALER SCHIFFFAHRTS-CONGRESS.  
DÜSSELDORF — 1902.

---

**I. Abtheilung.**

4. Mittheilung.

---

**Ausnutzung der Wasserkräfte**

an

**Wehren kanalisirter Flüsse.**

---

**Mittheilung**

von

**Prüsmann,**

Regierungs- und Baurath in Ruhrort.

---

**Münster i. W.**

Buchdruckerei von Johannes Bredt.

1902.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316118

*SPK 3-167/2018*

~~III. 17. 685~~



III-307089

Ausnutzung der Wasserkräfte an Wehren  
kanalisirter Flüsse,  
auch bei Hochwasser, für mechanischen (auch  
elektrischen) Schiffzug.

---

## Mittheilung

von

**Prüsmann,**

Regierungs- und Baurath in Ruhrort.

---

Die Frage der Ausnutzung von Wasserkraften an Wehren kanalisirter Flüsse hat bereits den VII. Internationalen Schiffahrt-Congress in Brüssel 1898 beschäftigt und ist in den damaligen Berichten der Herren Roeder, Hirsch und Marten einer allgemeinen Erörterung unterzogen worden.

In der folgenden Bearbeitung wird es sich um die besondere Untersuchung über die Ausnutzung solcher bei grösseren Flusskanalisirungen auftretenden Wasserkräfte handeln, die bei Anwendung von Nadelwehren mit normaler Höhenlage des festen Wehrrückens und ohne jegliche Beschränkung der in erster Linie stehenden Rücksichtnahme auf das Schiffahrtinteresse gewissermaassen als Nebenprodukt der Kanalisirungsbauten gewonnen werden können. Als Anwendungsbeispiele sind je eine Wehranlage der Flüsse Weser, Main, Oder und Mosel herangezogen, für welche die zur Beurtheilung der Wasserverhältnisse erforderlichen Unterlagen leicht beschafft werden konnten. (Vergl. die Tabellen auf Seite 2, 3, 4, 5.)

Wegen genauerer hier zu entbehrender Einzelheiten wird auf die »Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin, Siemenroth & Troschel« verwiesen, worin im Jahrgang 1898 nähere Angaben des Unterzeichneten über die Berechnung des Weserwehres bei Rinteln enthalten sind. Im Laufe dieses Sommers werden für die übrigen Wehre weitere Mittheilungen folgen.

**Wasserkräfte am Wehr bei Rinteln (Weserkanalisierung).**

№	Mittl. Pegelstand in Rinteln m	Jährl. Anzahl der Tage	Sekundl. Wassermengen		Mittl. Wehrgefälle m	Sekundl. Wasserkraft bei 75 % Nutzeffekt der Turbinen		
			durchschnittl. cbm	nach Abzug der Verluste cbm		vorhandene PS.	Verwerthbare Wasserkraft und ihre jährliche Dauer (effective PS.)	
1	— 0,57	2	28	16	2,82	451	450 PS. an 2 — 0 = 2 Tagen jährlich,	
2	— 0,38	19	40	28	2,63	736	740 „ „ 19 — 0 = 19 „ „	
3	— 0,13	42	63	51	2,38	1214	1000 } „ „ 113 — 40 = 73 „ „	
4	+ 0,13	71	88	76	2,12	1611	1000 } „ „ 63 — 0 = 63 „ „	
5	+ 0,38	63	115	103	1,87	1926	1000 „ „ 47 — 0 = 47 „ „	
6	0,63	47	145	133	1,62	2154	1000 „ „ 30 — 0 = 30 „ „	
7	0,87	30	177	165	1,37	2260	990 „ „ 24 — 0 = 24 „ „	
8	1,13	24	212	200	1,12	2240	520 „ „ 27 — 0 = 27 „ „	
9	1,50	27	265	253	0,75	1898		
10	2,00	14	325	weniger als 0,50 Gefälle			40 Eistage	
11	2,50	10	425				40 Hochwassertage	
12	3,00	5	600					
13	4,18	11	üb. 700					
		365 Tage					80 Tage Hochwasser und Eisgang	365 Tage

**Bemerkungen:**

Das Niederschlagsgebiet ist = 17446 qkm.

Die Mittelwerthe für die Wasserstände sind aus der 20jährigen Zeit von 1874 bis 1893 berechnet.

Als Wasserverlust durch Schleusungen, Wehrundichtigkeit, Kanalspeisung sind 12 cbm/Sek. angenommen.

Das Wehr ist noch nicht gebaut; es sind 10 Turbinen zu je 100 Pferdekraft vorgesehen.

Der hydrostatische Stau liegt oberhalb des Wehrs auf + 2,25 m Rintelner Pegel, unterhalb auf — 0,10 R.P. Die Wehrriederlegung wegen Hochwasser ist bei + 1,75 m R.P. vorzunehmen.

Als jährlicher Durchschnitt ergeben sich 4,0 Wehrriederlegungen mit zusammen 80 Tagen Stauunterbrechung. Die Berechnung ist so erfolgt, dass alle Eisbildungen und alle über + 1,75 m anschwellenden Hochwasser mit Hinzurechnung von je 2 Tagen am Anfang und Ende einer solchen Periode in Ansatz gebracht und mehrere nahe zusammenliegende Perioden zu einer gemeinschaftlichen längeren Wehrriederlegung zusammengezogen wurden.

## Wasserkräfte am Wehr zu Frankfurt a. M. (Mainkanalisierung).

№	Mittl. Pegelstand in Offenbach m	Jährl. Anzahl der Tage	Sekundl. Wassermengen		Mittl. Wehrgefälle m	Sekundl. Wasserkraft bei 75% Nutzeffekt der Turbinen		
			durchschnittl. cbm	nach Abzug der Verluste cbm		vorhandene PS.	Verwertbare Wasserkraft und ihre jährliche Dauer (effective PS.)	
1	+ 0,63	6	46	26	2,70	702	702 PS. an 6 — 0 = 6 Tagen jährlich,	
2	0,88	72	72	52	2,70	1404	1404 „ „ 72 — 0 = 72 „ „	
3	1,13	91	102	82	2,51	2058	2000 „ „ 91	
4	1,38	69	140	120	2,26	2712	2000 „ „ 69	
5	1,63	39	180	160	2,01	3216	2000 „ „ 39 — 0 = 39 „ „	
6	1,88	26	228	208	1,76	3660	2000 „ „ 26 — 0 = 26 „ „	
7	2,13	21	280	260	1,51	3928	2000 „ „ 21 — 0 = 21 „ „	
8	2,38	14	336	316	1,26	3982	1922 „ „ 14 — 0 = 14 „ „	
9	2,63	9	384	364	1,01	3676	1377 „ „ 9 — 0 = 9 „ „	
10	2,88	2	464	444	0,76	3374	900 „ „ 2 — 0 = 2 „ „	
11	2,88	4	464	weniger als 0,50 m gefallen			51 Tage Eis und Hochwasser	
12	3,25	3	550				16 „ nur Hochwasser	
13	3,50	3	615					
14	üb. 3,50	6	—					
		365 Tage					67 Tage Hochwasser und Eis	365 Tage

## Bemerkungen:

Das Niederschlagsgebiet ist = 24933 qkm. Die Mittelwerthe für die Wasserstände am Offenbacher Pegel, der ausserhalb der Stauwirkung liegt, sind aus der 19jährigen Zeit von 1881 bis 1899 berechnet.

Als Wasserverluste, Schleunungen, Wehrundichtigkeiten und Quellungen durch den Oberkanal sind 20 cbm/Sek. angenommen.

Das Frankfurter Wehr ist seit 1886 im Betrieb und ist in 14 Betriebsjahren jährlich 3,1mal niedergelegt mit zusammen 67 Tagen.

Die Wasserkraft wird bisher nicht ausgenutzt; es sind 20 Turbinen von je 100 PS. vorgesehen.

## Wasserkräfte am Wehr zu Krappitz (Oderkanalisierung).

№	Mittl. Pegelstand in Krappitz m	Jährl. Anzahl der Tage	Sekundl. Wassermengen		Mittl. Wehrgefälle m	Sekundl. Wasserkraft bei 75% Nutzeffekt der Turbinen		
			durchschnittl. cbm	nach Abzug der Verluste cbm		vorhandene PS.	Verwerthbare Wasserkraft und ihre jährliche Dauer (effective PS.)	
1	+ 0,88	5	16	11	2,60	286	286 PS. an 5 — 0 = 5 Tagen jährl.,	
2	1,13	30	20	15	2,60	390	390 „ „ 30 — 3 = 27 „ „	
3	1,38	65	31	26	2,60	676	676 „ „ 65 — 24 = 41 „ „	
4	1,63	65	44	39	2,47	963	963 „ „ 65 — 20 = 45 „ „	
5	1,88	65	62	57	2,22	1265	1000 „ „ 65 — 14 = 51 „ „	
6	2,13	40	82	77	1,97	1517	1000 „ „ 40 — 9 = 31 „ „	
7	2,38	34	106	101	1,72	1737	1000 „ „ 34 — 14 = 20 „ „	
8	2,63	18	133	128	1,47	1882	1000 „ „ 18 — 0 = 18 „ „	
9	2,88	13	164	159	1,22	1940	916 „ „ 13 — 0 = 13 „ „	
10	3,13	7	196	191	0,97	1853	650 „ „ 7 — 0 = 7 „ „	
11	3,43	10	230	225	0,67	1508	373 „ „ 10 — 0 = 10 „ „	
12	3,63	1	266	weniger als 0,50 m am Wehr gefallen		84 Tage Eis und Hochwasser		
13	3,88	3	305			14 „ nur Hochwasser	98 Tage	
14	4,13	3	347					
15	4,38	3	391					
16	4,63	2	435					
17	4,88	1	485					
18	üb. 5,00	1	—					
		366 Tage					98 Tage Hochwasser und Eis	366 Tage

## Bemerkungen:

Das Niederschlagsgebiet ist = 10761 qkm. Die Mittelwerthe für die Wasserstände am Krappitzer Pegel sind aus der 20jährigen Zeit von 1876 bis 1895 berechnet.

Als Wasserverluste durch Schleusungen u. s. w. sind 5,0 cbm-Sek. angenommen.

Das Krappitzer Wehr ist seit 1896 im Betrieb und ist in den bisherigen 6 Betriebsjahren durchschnittlich 3,7 mal niedergelegt worden mit jährlich 98 Tagen.

Die Wasserkraft wird bisher nicht ausgenutzt; es sind 10 Turbinen zu 100 Pferdekraft vorgesehen.

## Wasserkräfte am Wehr zu Valwig (Moselkanalisierung).

№	Mittl. Pegelstand in Cochem a. M. m	Jährl. Anzahl der Tage	Sekundl. Wassermengen		Mittl. Wehrgefälle m	Sekundl. Wasserkraft bei 75% Nutzeffekt der Turbinen		
			durchschnittl. cbm	nach Abzug der Verluste cbm		vorhandene PS.	Verwertbare Wasserkraft und ihre jährliche Dauer (effective PS.)	
1	+ 0,13	7	30	25	2,50	625	625 PS. an 7 — 1 = 6 Tagen* jährlich,	
2	+ 0,38	40	61	56	2,50	1400	1400 „ „ 40 — 0 = 40 „ „	
3	0,63	54	99	94	2,31	2171	2000 „ „ 54 — 6 = 48 „ „	
4	0,88	54	143	138	2,06	2843	2000 „ „ 54 — 6 = 48 „ „	
5	1,13	52	197	192	1,81	3475	2000 „ „ 52 — 5 = 47 „ „	
6	1,38	39	260	255	1,58	4029	2000 „ „ 39 — 2 = 37 „ „	
7	1,63	26	335	330	1,34	4420	2000 „ „ 26 — 2 = 24 „ „	
8	1,88	20	425	420	1,11	4662	1515 „ „ 20 — 3 = 17 „ „	
9	2,26	26	541	536	0,87	4663	1102 „ „ 26 — 8 = 18 „ „	
10	2,66	16	707	702	0,64	4493	800 „ „ 16 — 16 = 0 „ „	
11	3,16	12			weniger als 0,50 m Gefälle am Wehr		49 Tage Eis und Hochwasser	
12	3,76	7						
13	4,50	8						31 „ „ nur Hochwasser
14	5,00	3						
15	üb. 5,00	1						
		365 Tage					80 Tage Hochwasser und Eis	365 Tage

## Bemerkungen:

Das Niederschlagsgebiet ist = 27100 qkm.

Die Mittelwerthe für die Wasserstände am Cochemer Pegel sind aus der 20jährigen Zeit von 1881 bis 1900 berechnet.

Die Wehrgefälle sind aus Mittel- und Niedrigwasser gemittelt.

Als Wasserverlust durch Schleusungen, Wehrundichtigkeit u. s. w. ist 5,0 cbm/Sek. angenommen.

Das Wehr ist noch nicht gebaut. Es sind 20 Turbinen von je 100 PS. vorgesehen.

Der hydrostatische Stau liegt oberhalb des Wehrs auf + 3,30 m, unterhalb auf + 0,80 m am Cochemer Pegel. Die Wehrriederlegung wegen Hochwassers ist bei + 2,80 m vorzunehmen.

Als jährlicher Durchschnitt ergeben sich 4,5 Wehrriederlegungen mit zusammen 80 Tagen Stauunterbrechung. Die Berechnung ist so erfolgt, dass alle Eisbildungen und alle über 2,80 m anschwellenden Hochwasser mit Hinzurechnung von je 2 Tagen am Anfang und Schluss einer solchen Periode in Ansatz gebracht und mehrere nahe zusammenliegende Perioden zu einer gemeinsamen längeren Wehrriederlegung zusammengezogen wurden.

### Vorhandene und verwerthbare Wasserkräfte.

Bei Beurtheilung der Frage der Wasserkraftausnutzung ist man vielfach in unzuweckmässiger Weise von den niedrigsten Wasserständen der Flüsse ausgegangen, indem man aus den selten eintretenden trockensten Jahren eine nur geringe Wassermenge von wenigen cbm/Sekunden berechnete, davon noch die für Schleusungszwecke und Undichtigkeiten am Nadelwehr und Oberkanal entstehenden Wasserverluste mit einem Zuschlag für etwaige spätere Vergrösserungen der Schiffahrtsanlagen in Abzug brachte und schliesslich, wie auch s. Zt. beim Wehr zu Frankfurt a. M., zu dem Ergebniss gelangte, dass für eine so errechnete geringe Wasserkraft, die ausserdem noch zur Eis- und Hochwasserzeit jährlich mehrere Monate gänzlich ausfalle, sich die Herstellung des Wasserkraftwerks und des Werkkanals unter Benutzung des kostspieligen, bebauten Flussufers nicht wirthschaftlich erweise, vielmehr eine oder mehrere gleich grosse Dampf- oder Gaskraftanlagen, direkt an den Verwendungsstellen gelegen und ohne Betriebunterbrechung, den Vorzug verdienen würden.

Dieser richtige Gedankengang beweist jedoch nur, dass eine solche Betrachtung über die kleinsten Wassermengen zur Verfolgung des Plans der Wasserkraftausnutzung nicht ermuntern kann, und trifft nicht den Kern der Sache, der in der Frage liegt, ob die Ausnutzung der Hauptwasserkraft eines Flusswehrs, die garnicht in die Zeit des Niedrigwassers fällt, überhaupt zu empfehlen ist.

Die kleinsten Wasserstände, die schon wegen ihrer kurzen Dauer und kleinen Wasserführung geringere Bedeutung haben, sind zu vernachlässigen, vielmehr sind hauptsächlich die Wassermengen bei mittleren Wasserständen wegen ihrer Regelmässigkeit, Häufigkeit und grösseren Kraftleistung in Betracht zu ziehen, wenn es sich darum handelt, die einem grösseren Flusse innewohnenden und durch die Wehraufstauung fassbar gemachten Wasserkräfte zu erkennen und in grösserem Maassstabe zu verwerthen. Dies ergibt sich aus den in den Tafeln, Seite 2—5, auf Grund sorgfältiger Berechnungen aus einer längeren Zeitperiode als jährlicher Durchschnitt zusammengestellten Häufigkeitstagen, Wassermengen, Wehrgefallen und Wasserkraften, wonach die Hauptwasserkraft der Wehre während etwa jährlich 200 Tagen zur Zeit der mittleren Wasserstände zur Verfügung steht, während sie bei höheren oder tieferen Wasserständen an Dauer und Kraftmenge abnimmt.

Diese mittlere, in den gewählten Beispielen 2000—4000 effektive PS. betragende Hauptkraft ist es, womit die vorliegende Untersuchung sich zu befassen hat. Welche gewaltigen Wasserkräfte hiernach in den Flüssen Weser, Main, Oder und Mosel fassbar gemacht werden können, möge beiläufig durch die folgende, nur das preussische Gebiet der Flüsse berücksichtigende Zusammenstellung der an zum Theil vorhandenen, zum Theil projektirten Wehren auftretenden Kräfte gezeigt werden:

1. Weserkanalisierung (Projekt Bremen-Hamel) mit 25 Wehren, von denen das unmittelbar bei Bremen gelegene etwa 4000–6000 PS. aufweisen wird =  $24 \cdot 2000 + 6000 = \dots \dots \dots$  54 000 PS.
  2. Mainkanalisierung bis zur bayerischen Grenze mit 8 Wehren (6 ausgeführt), die aber etwas geringeres Gefälle als Frankfurt haben =  $8 \cdot 3000 = \dots \dots \dots$  24 000 „
  3. Oderkanalisierung (Cosel-Breslau) mit etwa 21 Wehren (13 ausgeführt) =  $21 \cdot 1700 = \text{rd.}$  36 000 „
  4. Moselkanalisierung (Projekt Perl-Coblenz) mit 31 Wehren =  $31 \cdot 3500 = \text{rd.}$   $\dots \dots \dots$  109 000 „
- 
- Sa. 223 000 PS.

Diese 223 000 Pferdestärken stellen die durch den Aufstau der Nadelwehre praktisch »fassbar« zu machenden Wasserkräfte dar, gegenüber den als praktisch nicht fassbar anzunehmenden Kräften des fließenden Wassers während der Zeit der Wehr-Niederlegung bei Eis und Hochwasser.

Es liegt auf der Hand, dass die Ausnutzung solcher an bestimmte Orte und an die Voraussetzung der Ausführung der zugehörigen Wehranlagen gebundenen Kräfte nur sehr langsam sich entwickeln kann und dass in jedem Falle der Ausführung vorher die Möglichkeit der Kraftverwendung als vorliegend oder voraussichtlich bald eintretend nachgewiesen werden muss. Für die praktische Kraftverwerthung ist ferner die Bedingung zu stellen, dass die auszunutzende Wasserkraftmenge für eine möglichst lange Dauer im Jahre eine gleichmässige Grösse erhalte, es ist deshalb die »verwerthbare« mittlere Kraft viel kleiner als die nur kurze Zeit vorhandene grösste Kraft anzusetzen, wie dies aus den Beispielen auf Seite 2—5 hervorgeht, wo schätzungsweise vorbehaltlich genauerer Berechnung bei Weser und Oder je 1000 PS. und bei Main und Mosel je 2000 PS. als verwerthbare Kraft angenommen sind.

Hieraus ergeben sich nach Abzug der Eis- und Hochwassertage (siehe die genannten Tafeln) die jährlich durchschnittlich zur praktischen Verwerthung bereit stehenden Wasserkräfte und Wasserbetriebstage und das bildet die Grundlage, worauf die wirtschaftliche Berechnung der Kraftverwerthung sich stützen muss.

**Turbinenpfeiler und Dampfreserve.**

Es sind weiter noch zwei Voraussetzungen zu machen: Erstens ist wegen der grossen bei Mittelwasser durch die Turbinen zu leitenden Wassermenge ein in das Ufer eingreifender Werkkanal mit darin eingebauten Turbinen praktisch nicht mehr als ausführbar zu erachten. Vielmehr ist nach der beigelegten Skizze die von dem Unterzeichneten in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1898 vorgeschlagene Anordnung

des Wehrs in gebrochener Linie mit einem mitten im Fluss stehenden hochwasserfreien Turbinenpfeiler vorzusehen.

Die Vortheile dieser Anordnung bestehen aus:

1. Schonung der werthvollen Ufer und der für die Vergrößerung der Schiffahrtsanlagen in Anspruch zu nehmenden Grundstücke,
2. Ausführungsmöglichkeit auch innerhalb von Städten und engen Felsstrecken,
3. Vermeidung grosser und theurer in das Ufer einschneidender Werkkanäle,
4. beliebige Ausnutzung der Wasserkräfte durch Wahl der Turbinenzahl,
5. Lage der Längsaxe des Turbinenpfeilers im Stromstrich, daher keine Beengung des Hochwasserprofils und keine Schwierigkeiten bei Eisgang,
6. Wirkung des Mittelpfeilers und der Turbinengerinne als Ueberfallwehre, wodurch der Wehrbetrieb erleichtert und eine zu hohe Staubildung verhindert wird.

Zweitens kann von einer rationellen Verwerthung der Wasserkraft nur dann die Rede sein, wenn auch während der durch den Wehrbetrieb gebotenen Stauunterbrechung bei Eis und Hochwasser die unverminderte Kraftleistung durch Hinzufügung einer vollen Dampfreserve gesichert bleibt. Dieses möglichst in der Nähe des Wasserwerks und wegen billigen Kohlenbezugs am Ufer des Flusses zu errichtende Dampfkraftwerk würde nach den Tabellen auf Seite 4—7 zum Ersatz der fehlenden Wasserkraft durchschnittlich jährlich folgende Kraftmengen zu liefern haben.

**A. Wehr zu Rinteln mit jährlich 4,0maliger Niederlegung:**

an jährlich 80 Tagen	=	1000 PS
„ „ 2 „	=	550 „
„ „ 27 „	=	480 „
„ „ 19 „	=	260 „
„ „ 24 „	=	10 „

**B. Wehr bei Frankfurt a. M. mit jährlich 3,1maliger Niederlegung:**

an jährlich 67 Tagen	=	2000 PS
„ „ 6 „	=	1298 „
„ „ 72 „	=	596 „

**C. Wehr bei Krappitz mit jährlich 3,7maliger Wehrriederlegung**

an jährlich 98 Tagen	=	1000 PS
„ „ 5 „	=	714 „
„ „ 27 „	=	610 „
„ „ 41 „	=	324 „
„ „ 45 „	=	37 „

**D. Wehr bei Valwig mit jährlich 4,5maliger Niederlegung:**

an jährlich 80 Tagen	=	2000 PS
„ „ 6 „	=	1378 „
„ „ 40 „	=	600 „

Bemerkung: Es ist hierbei und in der folgenden Berechnung die Voraussetzung gemacht, dass bei den auf Seite 3, 4 und 5 genannten Wehren die volle Wasserkraft von 2000 bzw. 1000 PS. bis zur Wehrniederlegung durch die Turbinen geleistet werden kann, während thatsächlich sich die daselbst angegebene Verminderung der Turbinenleistung ergibt.

Andererseits sind in der Berechnung und in der Skizze nur einfache Turbinen in der Anzahl von 10 bzw. 20 Stück angenommen, während durch Anwendung von mehrkränzigen Turbinen sich die Anzahl auf 5 bzw. 10 Stück ermässigt, wodurch die Kosten des auf die Hälfte seiner Länge einzuschränkenden Turbinenpfeilers erheblich niedriger werden.

Da die Mehrkosten für Betrieb und grössere Turbinen geringer sind als die Ersparniss an Staukosten des Pfeilers, konnte die Berechnung, ohne ihrer Beweiskraft für die Billigkeit der Wasserkraft zu schaden, beibehalten werden. Näheres folgt aus den auf Seite 1 erwähnten gleichzeitigen Mittheilungen in der »Zeitschrift für Binnenschifffahrt«.

**Berechnung der vier Kraftcentralen.**

Es bleibt nunmehr nachzuweisen, dass mit einer solchen Ausrüstung, die als Beispiele herangezogenen 4 Kraftwerke thatsächlich wirtschaftliche Anlagen sind, d. h. dass die aus den Stauanlagen zu gewinnenden und durch Dampfreserve ergänzten, das ganze Jahr hindurch in gleichmässiger Stärke vorhandenen Wasserkräfte im Preise erfolgreich mit grösseren Dampf- oder Gasanlagen konkurriren können. Zu diesem Zwecke sind die nachstehend im Auszuge wiedergegebenen Vergleichberechnungen über die Kosten des Baues und des jährlichen Betriebs der 4 Anlagen aufgestellt, wobei selbstverständlich nur die besonderen für die Kraftausnutzung erforderlichen Mehrkosten, nicht aber die für Schifffahrtzwecke (Staustufe) ohnehin nothwendigen Ausgaben in Betracht gezogen wurden.

**A. Wehr bei Rinteln (Weser) 1000 PS.****1. Wasserkraft ohne Dampfreserve, Tag- und Nachtbetrieb, 24 Stunden.**

Die Bauanlagen: Turbinenpfeiler, Wehrgehöfte mit Grunderwerb sind zu 194000 Mk., die Maschinenanlagen: 10 Turbinen nebst Zubehör zu 225000 Mk. und die jährlichen Unterhaltung- und Betriebskosten zu 45631 Mk. berechnet. Letztere bestehen aus:  $3\frac{1}{2}\%$  Zinsen der Anlagekosten,  $3\%$  Unterhaltung und Tilgung der baulichen Anlagen,  $5\%$  für Turbinen, Gehalt für 8 Turbinenwärter zu je 1400 Mk. nebst Wohnung, Schmiermaterial und Wohlfahrteinrichtungen.

Hieraus ergeben sich für 1 PS die Anlagekosten = 441 Mk. und die jährlichen Kosten = 48 Mk. oder 0,7 Pfg. für 1 PS/Stunde.

1a) Dieselbe Berechnung für 12stündigen Betrieb ergibt bei halber Mannschaft = 30 Mk. bzw. 0,9 Pfg.

2. Wasserkraft mit voller Dampfreserve (1000 PS) Tag- und Nachtbetrieb, 24 Stunden.

Die Bauanlagen: Turbinenpfeiler, Maschinen- und Kesselhaus, Schornsteine, Wohngebäude, Schuppen und Grunderwerb sind zu 324000 Mk., die Maschinen: 10 Turbinen mit Zubehör, 5 Dampfmaschinen zu 200 PS, 10 Dampfkessel, Transmissionen etc. zu 455000 Mk. und die jährlichen Kosten zu 140 493 Mk. berechnet, wobei 10% für Dampfmaschinen, Kessel und Transmissionen, für 1 PS/Stunde 1,2 kg Kohlen zum Mittelpreis von 16 Mk. für 1 Tonne frei Dampfcentrale, 10 Maschinisten bzw. Turbinenwärter und 10 Heizer angenommen wurden. Daraus Anlagekosten für 1 PS = 779 Mk. und jährlich Kosten = 140 Mk. oder 1,6 Pfg. für 1 PS/Stunde.

2a. Dieselbe Berechnung für 12stündigen Betrieb ergibt bei halber Mannschaft: 105 Mk. bzw. 2,4 Pfg.

3. Nur Dampfkraft, Tag und Nachtbetrieb, 24 Stunden.

Bei  $\frac{1}{5}$  Reserve an Maschinen und Kesseln ergeben sich unter denselben Verhältnissen als Anlagekosten = 416 Mk. und als jährliche Kosten = 249 Mk. oder 2,8 Pfg. für 1 PS/Stunde.

3a. Dieselbe Berechnung für 12stündigen Betrieb ergibt: 148 Mk. bzw. 3,4 Pfg.

4. Wasserkraft mit voller Dampfreserve und mit elektrischer Fernleitung (20 km Umkreis), Tag- und Nachtbetrieb, 24 Stunden.

Es treten hinzu als Bauanlagen: Dynamomaschinen nebst Schaltapparaten im Turbinenhaus und im Maschinenhaus, Primärtransformatoren, Hauptfernleitung mit 8000 V. Spannung, Sekundärtransformatoren, Vertheilungsleitungen pp. mit 695000 Mk. und die jährlichen Betrieb- und Unterhaltungskosten mit 46855 Mk. Letztere bestehen aus:  $3\frac{1}{2}$  % Zinsen der Bausumme, 5 % Unterhaltung und Tilgung der Dynamos und Transformatoren, 2 % für die Leitungen. Daraus ergibt sich unter Annahme von 25 % Kraftverlust durch die Fernleitung für die als Energie an die Konsumenten abzugebende PS = 1950 Mk. Anlagekosten und 250 Mk. jährliche Kosten oder 2,9 Pfg. für 1 PS/Stunde.

4a. Dieselbe Berechnung für 12stündigen Betrieb ergibt: 202 Mk. bzw. 4,6 Pfg.

5. Nur Dampfkraft mit elektrischer Fernleitung (20 km Umkreis), Tag- und Nachtbetrieb, 24 Stunden.

Unter Absetzung der elektrischen Anlage im Turbinenhaus ergeben sich für 1 PS die Anlagekosten = 1380 Mk. und die jährlichen Kosten = 382 Mk. oder 4,4 Pfg. für 1 PS/Stunde.

5a. Dieselbe Berechnung für 12stündigen Betrieb ergibt: 247 Mk. bzw. 5,6 Pfg.

#### B. Wehr bei Frankfurt (Main) 2000 PS.

Die Berechnung ist in derselben Weise wie bei Rinteln vorgenommen, nur mussten die Kosten für den Umbau des bestehenden Nadelwehrs (Verlegung der beiden linksseitigen Wehröffnungen um 200 m stromabwärts) im Betrage von 260400 Mk. besonders in Ansatz gebracht werden.

#### C. Wehr bei Krappitz (Oder) 1000 PS.

Hier musste der Umbau des bestehenden Wehrs (Verlegung der rechtsseitigen Wehröffnung um 100 m stromabwärts) mit dem Betrage von 88250 Mk. in Rechnung gestellt werden. Im Uebrigen ist die Rechnung wie bei Rinteln.

#### D. Wehr bei Valwig (Mosel) 2000 PS.

wie bei Rinteln.

### Ergebnisse der Berechnung.

Die Ergebnisse der vorstehenden vier Berechnungen sind auf Seite 12 und 13 in Tabelle I als »Selbstkosten für Bau und Betrieb von Wasser- und Dampfkraftanlagen« zusammengestellt. Hierbei sind aber beiläufig bemerkt die Kosten für die Hauptverwaltung des Wasser- bzw. Dampfkraftwerkes nicht in Ansatz gebracht, wofür beiderseits gleichmässig für 1 PS. etwa 7 Mk. jährlich zu rechnen sind. Die Zahlen der Tabelle sind sämtlich nach denselben Grundsätzen berechnet, so dass ein direkter Vergleich miteinander zulässig erscheint.

Bemerkenswerth ist zunächst, dass die unter No. 1 aufgeführte Wasserkraft ohne Dampfreserve, trotz der hohen Kosten für Turbinenpfeiler bzw. Wehrrumbauten, doch den sehr niedrigen Preis von 0,6 bis 0,7 Pfg. für 1 PS./Stunde, allerdings bei mehrfachen jährlichen Betriebsunterbrechungen, aufweist, ferner, dass nach No. 2 der Tabelle aber auch die ununterbrochene Wasserkraft bei voller Dampfreserve mit 1,6—1,8 Pfg. für 1 PS./Stunde bei 24stündigem Betriebe jährlich noch um 109 Mk. bzw. 108, 88 und 113 Mk. für 1 PS. billiger arbeitet als die gleiche Dampfkraft, und selbst bei 12stündigem Betriebe mit

I. Selbstkosten für Bau und Betrieb

№	Art der Krafterzeugung und Dauer des täglichen Betriebes	Für eine effektive Pferde-						Bemerkungen	
		Rinteln (Weser)			Frankfurt a. M.				
		Bau- kosten Mk.	Jährl. Kosten Mk.	Für 1 PS.- Stunde Pfg.	Bemerkungen	Bau- kosten Mk.	Jährl. Kosten Mk.		Für 1 PS.- Stunde Pfg.
1.	Nur Wasserkraft ohne Dampfreserve (Tag- und Nachtbetrieb = 24 Stunden).	441	48	0,7	An 213 Tagen = 1000 PS., an 72 Tagen = 990 bis 450 PS. Jährl. 4,0 Wehrniederlegungen.	620	56	0,6	
1a.	Desgleichen bei 12 Stunden .		30	0,9				48	
2.	Wasserkraft mit voller Dampfreserve (Tag- und Nachtbetrieb = 24 Stunden).	779	140	1,6	An 365 Tagen = 1000 PS. am Orte.	926	141	1,6	
2a.	Desgleichen bei 12 Stunden .		105	2,4				108	
3.	Nur Dampfbetrieb (24 Stunden)	461	249	2,8	An 365 Tagen = 1000 PS. am Orte.	461	249	2,8	
3a.	Desgleichen (12 Stunden) . .		148	3,4				148	
4.	Wasserkraft mit voller Dampfreserve und mit elektrischer Fernleitung (20 km Umkreis, 24 Stunden).	1965	250	2,9	An 365 Tagen = 750 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	2162	251	2,9	
4a.	Desgleichen (12 Stunden) . .		202	4,6				203	
5.	Nur Dampfkraft mit elektrischer Fernleitung (20 km Umkreis, 24 Stunden).	1380	382	4,4	An 365 Tagen = 750 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1380	382	4,4	
5a.	Desgleichen (12 Stunden) . . .		247	5,6				247	

von Wasser- und Dampfkraftanlagen.

stärke (= PS.) betragen die Kosten am Wehr zu:

Bemerkungen	(Main)				Krappitz (Oder)				Valwig (Mosel)				Bemerkungen
	Bau- kosten Mk.	Jährl. Kosten Mk.	Für 1 PS.- Stunde Pfg.	Bemerkungen	Bau- kosten Mk.	Jährl. Kosten Mk.	Für 1 PS.- Stunde Pfg.	Bemerkungen	Bau- kosten Mk.	Jährl. Kosten Mk.	Für 1 PS.- Stunde Pfg.	Bemerkungen	
	An 220 Tagen = 2000 PS., an 78 Tagen = 1404 bis 450 PS. Jährl. 3,1 Wehrniederlegungen.	590	55	0,6	An 150 Tagen = 1000 PS., an 118 Tagen = 963 bis 286 PS. Jährl. 3,7 Wehrniederlegungen.	452	48	0,6	An 239 Tagen = 2000 PS., an 46 Tagen = 1400 bis 625 PS. Jährl. 4,5 Wehrniederlegungen.	441	30	0,9	
	47		1,1				41	0,9					
An 365 Tagen = 2000 PS. am Orte.	897	161	1,8	An 365 Tagen = 1000 PS. am Orte.	789	138	1,6	An 365 Tagen = 2000 PS. am Orte.	779	105	2,4		Wasserkraft steht ausserdem nachts zur fast kostenfreien Verfügung.
		117	2,7				103			2,4			
An 365 Tagen = 2000 PS. am Orte.	461	249	2,8	An 365 Tagen = 1000 PS. am Orte.	461	249	2,8	An 365 Tagen = 2000 PS. am Orte.	461	148	3,4		
		148	3,4				148			3,4			
An 365 Tagen = 1500 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	2122	277	3,2	An 365 Tagen = 750 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1979	246	2,8	An 365 Tagen = 1500 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1965	202	4,6		Wasserkraft steht ausserdem nachts zur fast kostenfreien Verfügung.
		214	4,9				200			4,6			
An 365 Tagen = 1500 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1380	382	4,4	An 365 Tagen = 750 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1380	382	4,4	An 365 Tagen = 1500 PS. Energieabgabe an den Umkreis.	1380	247	5,6		
		247	5,6				247			5,6			

## II. Vergleich mit Maschinenanlagen von 200 PS. nach Prospekt der Körtingswerke bei Hannover.

N <sup>o</sup>	Art der Krafterzeugung	Baukosten für 1 PS. Mk.	Jährliche Kosten bei 3000 Stunden Betriebszeit und 1 t Kohlen = 20 Mk.	Kosten für 1 PS.-Stunde Pfg.	Bemerkungen
6	Dampfmaschine, gesättigt. Dampf	346	120	4,0	
7	Dampfmaschine, Heissdampf	373	111	3,7	
8	Gasmotor, Leuchtgas	204	179	6,0	1 cbm Gas = 12 Pfg.
9	Gasmotor, Kraftgas	278	83	2,0	

## III. Verkaufspreise für eine elektrische Stundenpferdestärke, d. h. einschliesslich der Beträge für Verwaltung, theure Leitungen und Gewinn.

N <sup>o</sup>	Elektricitätswerk und Verwendungszweck	Preis für 1 PS.-Stunde Pfg.	N <sup>o</sup>	Elektricitätswerk und Verwendungszweck	Preis für 1 PS.-Stunde Pfg.
10	Für Kraft in den Vororten Berlins KW. = 0,10 Mk. (Rixdorf = 0,13 Mk.)	7,4	15	Strassenbahn - Gesellschaft für Kraft ausserhalb Hannover = 0,15 Mk. — 10% = 0,13 Mk.	9,6
11	Für Kraft in Berlin KW. = 0,16 Mk.	11,8	16	Städtisches Werk für Kraft in Hannover KW. = 0,20 Mk.	14,7
12	Für Beleuchtung KW. = 0,55 Mk., Abzug 25% Rabatt = 0,41 Mk.	30,2	17	Strassenbahn - Gesellschaft für Beleuchtung KW. = 1,50 Mk. — 25% = 0,38 Mk.	28,0
13	Für Kraft KW. = 0,20 Mk., Abzug 25% Rabatt = 0,15 Mk.	11,0	18	Städtisches Werk für Beleuchtung KW. = 0,60 Mk. — 22½% = 0,46 Mk.	33,9
14	Für Beleuchtung KW. = 0,40 Mk.	29,4	19	Niedrigste Preisstellung im rhein.-westfäl. Kohlengebiet = 0,05 Mk.	3,7

2,4—2,7 Pfg. für 1 PS./Stunde der Preis-Vorsprung für die Wasserkraft jährlich noch 43 Mk. bzw. 40, 31 und 45 Mk. beträgt.

Die beiden mittleren Wehre Frankfurt und Krappitz erscheinen etwas ungünstiger als die anderen, was zum Theil in den Mehrkosten beim Umbau der bestehenden Wehre begründet liegt.

Abweichend von der wirklichen Betriebsdauer grosser Kraftcentralen, die oft nur 3000 jährliche Betriebsstunden oder bei reinen Beleuchtungsanlagen sogar nur 1500 Betriebsstunden aufzuweisen haben, ist hier eine möglichst grosse jährliche Betriebszeit von 365 Tagen und 24stündiger Dauer, neben einer nur 12stündigen Dauer, in die Rechnung eingeführt, um zu zeigen, welchen Einfluss die rationelle Ausnutzung der Tag und Nacht gleichmässig stark vorhandenen Wasserkraft auf den Selbstkostenpreis ausübt. Eine nächtliche Aufspeicherung der Wasserkraft, etwa wie es bei kleinen Bachmühlen durch Schliessung der Schützen und Anspannung des Oberwassers geschieht, ist bei einer grösseren Flusskanalisierung nicht ausführbar; die Höhe des Wehrstaues im Oberwasser muss vielmehr genau eingehalten werden und demnach muss das zufließende Wasser fortgesetzt ohne Aufenthalt durch das Wehr zum Abfluss gebracht werden. Aus diesen durch die Natur des Flusses gegebenen Gründen ist es für die rationelle Ausbeutung der Wasserkraft geboten, die ununterbrochene Kraftgewinnung während der ganzen Tages- und Nachtzeit vorzusehen, was sich auch deshalb empfiehlt, weil die gegen einen 12stündigen Betrieb entstehenden Mehrkosten für Bedienung und Schmiermaterial nur sehr gering sind. Es ist aber auch im Interesse der Nadelwehrbedienung durchaus erwünscht, dass die Turbinen Tag und Nacht laufen, weil es unnöthige Arbeit und Kosten machen würde, wenn jeden Abend die Turbinen abgeschützt und nun durch Herausnehmen von Wehrnadeln entsprechende Wehröffnungen zum Durchlassen der Wassermengen geschaffen werden müssten. Wenn daher nach No. 2 der Tabelle die Ausnutzung der Wasserkraft auch schon bei 12stündigem Betriebe mit 2,4—2,7 Pfg. für 1 PS./Stunde von Vortheil ist gegenüber der bei mittlerem Kohlenpreis zu 3,4 Pfg. berechneten reinen Dampfkraft, so ist dennoch die 24stündige Betriebszeit der Wasserkraftanlage zu empfehlen, weil der geringe Selbstkostenpreis = 1,6—1,8 Pfg. für 1 PS./Stunde die Möglichkeit bietet, eine Kraftaufspeicherung selbst bei theueren Akkumulatoranlagen und hohem Kraftverlust als wirthschaftlich vortheilhaft vorzunehmen. Allgemein betrachtet müsste es sich bei einer solchen Gesammtanlage erreichen lassen, eine Kraftcentrale zu schaffen, die trotz der schwankenden täglichen Belastung eine gleichmässig auf den ganzen Tag vertheilte Energie-speisung zulässt.

### Besondere Ausführungsarten.

Betrachtet man die Möglichkeit der Ausnutzung solcher Wasserkraftanlagen im Einzelnen, so ergibt sich als einfachste Art die, dass ein in der Nähe der Kraftquelle bereits vorhandenes, etwa gleich grosses Elektrizitätswerk (z. B. bei Frankfurt a./M.) den Vortheil der Zuführung der billigen Wasserkraft von 0,6 Pfg. für 1 PS/Stunde so lange geniesst, wie die Kraft vorhanden ist, also gewissermassen selbst die Dampfreserve der Gesamtanlage bildet. Der Erfolg würde sein, dass die Dampfcentrale an durchschnittlich jährlich 195 Tagen die Kohlen für 2000 PS ganz und an 103 Tagen zum Theil ersparen könnte.

Ferner würde die Wasserkraft eine sehr günstige Verwendung erhalten, wenn sich an dem betreffenden Fluss oder in der Nähe desselben (event. auch im Umkreis von 20 km) Fabriken oder andere kraftverbrauchende Anlagen wie Strassenbahnen und Beleuchtungsanlagen so vereinigen liessen, dass die ganze Wehrkraft mit voller Dampfreserve nach No. 2 und 4 der Tabelle I, etwa auch mit Unterstützung durch Akkumulatoren, in Anspruch genommen würde.

Wie günstig eine Wasserkraftanlage nach No. 1, 2 und 4 den reinen Dampfkraftanlagen unter 3 und 5 der Tabelle I gegenüber steht, lehrt ein Vergleich der Preise für 1 PS. Auch zeigt der Vergleich mit den theoretisch berechneten Preisen in Tabelle II, Seite 14, und den Verkaufspreisen in Tabelle III, die in verschiedenen grösseren Elektrizitätswerken Geltung haben, dass auf dem angedeuteten Wege wohl eine zweckmässige Ausnutzung der Wehrwasserkräfte zu ermöglichen sein wird.

Vorthailhaft würde es in gegebenem Falle sein, den Turbinenpfeiler gleichzeitig mit Herstellung des Wehrs zu erbauen, damit die Kosten des nachträglichen Wehrumbaus gespart werden. Welchen Einfluss das auf den Kostenpreis hat, zeigt das Beispiel in Frankfurt a./M. Hier würden die Kosten des Wehrumbaus 260400 Mk. betragen, oder bei  $3\frac{1}{2}\%$  Verzinsung und 2000 PS Kraftausnutzung entfielen jährlich auf 1 PS = rund 5 Mk., d. h. die in Tabelle I unter No. 1, 2 und 4 genannten Kosten der Frankfurter Anlage würde ohne Wehrumbau um je 5 Mk. geringer sein. Zugleich ergibt sich hieraus, dass bei einer grossen Kraftanlage der spätere Umbau eines anfänglich nicht auf die Ausnutzung der Wasserkraft angelegten Wehres zwar eine gewisse Vermehrung der Kosten veranlasst, die aber nicht so gross ist, um den Vortheil der Wasserkraft gegenüber der Dampfkraft erheblich zu verringern. Selbstverständlich wird man den Turbinenpfeiler in allen Fällen von vornherein vorsehen können, wo durch die Nähe einer grossen Stadt oder durch in der Nähe vorhandene oder zu erwartende Fabrikbetriebe die Wahrscheinlichkeit der baldigen Wasserkraftaus-

nutzung näher gerückt ist. Es bedarf dann zunächst nur der Herstellung des Turbinenpfeilers selbst und zwar bis zur normalen Stauhöhe, etwa mit einer entsprechenden Abdeckung, um vorläufig als Ueberlaufwehr dienen zu können, während der spätere Einbau der Turbinen vorbehalten werden kann.

Es ist auch nicht nöthig, sämtliche Turbinen auf einmal einzubauen, vielmehr kann dies ohne Betriebsstörung dem allmählich wachsenden Kraftbedarf angepasst werden, nur muss der Turbinenpfeiler von vornherein lang genug bemessen sein. Allerdings würden die Einheitskosten für die vorläufig ausgenutzten Pferdekräfte sich um so viel höher stellen, als sich die Kosten des Wehrbaues (z. B. in Frankfurt 260400 Mk.) und des Turbinenpfeilers bis Stauhöhe (200000 Mk. nebst 3 % Unterhaltung) auf eine geringere Anzahl PS. vertheilen. Der Einfluss ist aber nicht von grosser Bedeutung, wie daraus hervorgeht, dass die vorbezeichneten Kosten bei 2000 PS. und 3,5 % Verzinsung der Baukosten für 1 PS. nur

$$= \frac{3,5}{100} (260400 + 200000) + \frac{3,0}{100} (200000) = \frac{\quad}{2000}$$

rd. 11 Mk. von dem Jahresbetrag (= 141 Mk.) ausmachen, sodass bei geringer Kraftausnutzung z. B. von 1000—2000 PS. die Jahreskosten betragen

bei 1000 PS.	= 11 + 141 = 152 Mk.
„ 1200 „	= 8 + 141 = 149 „
„ 1400 „	= 5 + 141 = 146 „
„ 1600 „	= 3 + 141 = 144 „
„ 1800 „	= 1 + 141 = 142 „
„ 2000 „	= 0 + 141 = 141 „

Beachtenswerth ist auch, dass für eine derartige Wasserkraftanlage, die sich auf die mittleren Wasserstände stützt, ohne die zu solchen Zeiten vorhandene grössere Wassermengen in ganzer Höhe zur Krafterzeugung heranzuziehen, es für die Kraftleistung des Werkes von nur geringem Einfluss ist, ob die für Schiffschleusungen oder andere Zwecke erforderliche und damit für die Kraftgewinnung ausscheidende Wassermenge um einige cbm vermehrt oder vermindert wird. Wenn gleich diese Wassermenge bei Niedrigwasser einen erheblichen Theil der Gesammtmenge ausmachen kann, so hat sie für die jährliche Kraftgewinnung im Ganzen nur die Bedeutung, dass die Dampfreserve einige Tage mehr oder weniger in Thätigkeit zu treten hat. Für Frankfurt sind z. B. in die Wasserkraftberechnung (siehe S. 3) 20 cbm/Sek. für Verluste angesetzt, beiläufig bemerkt ein ungemein hoher Betrag, der zweifellos durch geeignete Maassnahmen, besonders durch Dichtung des in Kiesboden einschneidenden Oberkanals wesentlich vermindert werden kann. Würde diese Verlust-Wassermenge 30, 20 oder 10 cbm betragen, so ergeben sich nach einer besonderen Berechnung die folgenden Zahlen:

Sekundliche Wasser-Verluste an Schleuse, Wehr pp.	Jährliche Kosten für 1 PS.		Jährliche Ersparniss für 1 PS. bei Anwendung von Wasserkraft Mk.
	Wasserwerk mit voller Dampfreserve	Nur Dampfkraft	
	Mk.	Mk.	
10 cbm	136	249	113
20 „	141	249	108
30 „	149	249	100

Es ist ersichtlich, dass die Befürchtung, es könnten aus den widerstreitenden Interessen der Schifffahrt und der Kraftausnutzung bezüglich der allein für Schifffahrtzwecke zu verwendenden und dadurch der Krafterzeugung zu entziehenden Wassermengen Schwierigkeiten entstehen, durch die vorgeschlagene Kraftanlage mit nicht vollständiger Ausnutzung der mittleren Wassermengen und mit voller Dampfreserve wesentlich abgeschwächt wird.

### Wer soll die Wasserkraftanlagen bauen und betreiben?

Der Staat als Besitzer der Flüsse und als Erbauer und Betriebsleiter der Schifffahrtanlagen der Flusskanalisierungen scheint in erster Linie berufen, die durch die Stauwerke ermöglichte Wasserkraftausnutzung in die Hand zu nehmen, besonders wenn die zu gewinnenden Wasserkräfte für eigene Zwecke des staatlichen Fluss- und Schifffahrtbetriebes Verwendung finden könnten. Da die Kräfte aber bedeutend grösser sind, als sie der Staat für Schleusen- und Wehrbetrieb sowie für Beleuchtung der Schifffahrtanlagen gebrauchen kann, auch nach den weiter unten folgenden Angaben die Kraft für elektrischen Schiffzug auf den kanalisirten Flüssen nicht verwendbar erscheint, wird zunächst mit einer Verpachtung etwa an Städte oder andere grössere Verbände gerechnet werden müssen.

Die staatlich zu stellenden Bedingungen für die Verwerthung der Wasserkräfte durch Pächter sowie die Schlüsse, wie sie im Congress-Bericht Roeder 1898, Seite 3 und 17, mitgetheilt wurden, sind durchaus anzuerkennen und können sämmtlich durch die Pächter ohne Bedenken erfüllt werden.

Es war bereits gezeigt, dass der Pächter wegen der Wasserabgabe für andere Zwecke nicht ängstlich zu sein braucht, weil dadurch keine grossen Ausfälle entstehen und er diese bei dem billigen Preis der gewonnenen Kraft tragen kann. Es liegt jedoch selbstverständlich im Interesse der Kraftgewinnung, dass die Wassermengen, soweit es der Schifffahrtbetrieb zulässt, möglichst unvermindert and lange zur Verfügung gestellt bleiben, damit die Kraftausnutzung noch günstiger werde als aus den Zahlen der Tabelle I, Seite 12/13, folgt. Und dies ist zu ermöglichen, wenn die Dauer der Wehr-Niederlegungen, die in den

mitgetheilten Beispielen bisher nur in Rücksicht auf die Schifffahrt erfolgten, im Winter abgekürzt werden, obwohl vielleicht für die dann stillliegende Schifffahrt eine Veranlassung zu einer nochmaligen Wehraufstellung nicht gegeben wäre.

Ueber alle solche Maassnahmen des Wehrbetriebes kann das Kraftwerk, soweit es davon beeinflusst wird, ohne Mühe rechtzeitige Mittheilung erhalten.

Es kann wohl behauptet werden, dass sich für ein derartiges gemischtes System des staatlichen Wehrbetriebes und des privaten Kraftbetriebes eine beide Theile befriedigende Form gefunden werden kann und möchte immerhin einmal ein Versuch gemacht werden können.

Jedenfalls würde es zweckmässig sein, ein gemeinschaftliches Interesse für den Wehrbetrieb und die Kraftausnutzung dadurch zu schaffen, dass vom Pächter an den Staat eine nach den thatsächlich geleisteten Wasserpferdekraften bemessene Abgabe als Wasserzins und Entschädigung für vermehrte Wehrbetriebskosten gezahlt würde. Bei 6 Pfg. für 1 PS. und Tag würde in Frankfurt sich eine Abgabe von jährlich rund 30 000 Mk. ergeben, der ein wirthschaftlicher Vortheil des Wasserwerks bei voller Ausnutzung von rund 150 000 Mk. gegenüber stände.

Die Pachtzeit würde entsprechend lang und so zu bestimmen sein, dass eine Tilgung des für die Wasserkraftnutzung aufgewendeten Kapitals zu erreichen ist. Die wegen billigen Kohlenbezugs am Fluss zu errichtende Reserve-Dampfcentrale nebst den Kraftvertheilungsanlagen würden ihren Werth behalten, auch wenn aus irgend einem Grunde eine Fortsetzung des Pachtvertrages nicht erfolgen sollte.

### **Ausnutzung der Wasserkraft bei Hochwasser für elektrischen Schiffzug.**

Die Ausnutzung der Flusswasserkraft bei Hochwasser erscheint nach dem heutigen Stand der Apparate für Wasserkraftaufnahme nicht möglich. Die Fassbarkeit der Wasserkraft fällt bei Niederlegung des Wehrs weg und die Kraft des dann im Flussbett sich bewegenden Hochwassers nutzbar zu machen würde besonders grosse, in der Breite und Tiefe des Flusses auszudehnende Kraftaufnahmevorrichtungen voraussetzen, deren Anwendung wegen Freihaltung des Flussprofils und Vermeidung von gefährlichen Aufstauungen des Flusses als nicht zulässig zu erachten sind und bei der geringen Zeit ihres Betriebes keinesfalls wirthschaftlich sein könnten.

Wenn eine direkte Ausnutzung des Hochwassers an der Stelle des Wehrs hiernach im Allgemeinen und damit auch für Schifffahrtzwecke ausgeschlossen erscheint, kann die Hochwasserausnutzung bei langen, etwa den Durchstich einer Flusskrümmung bildenden Schleusenkanälen und mit einem an der Schleuse concentrirten Flussgefälle zweckmässig sein. Solche Anlagen können jedoch wegen beschränkter Wasser-

zuleitung durch den schmalen Schleusenkanal und wegen des geringen Gefälles nur von kleinem Umfang sein und würden keinesfalls für den weit höhere Kräfte erfordernden Schiffzug in Betracht kommen. Dagegen sind derartige Einrichtungen für den geringeren Kraftbedarf beim Schleusenbetrieb und für Beleuchtung der Staustufen zweckmässig, es sei denn, dass von vornherein eine grosse Wasserkraftcentrale mit einem im Wehr gelegenen Turbinenpfeiler angeordnet wird. In diesem Falle würde man auf eine besondere Kraftanlage an der Schleuse verzichten und könnte die Kraft zur Schleusenbedienung und Beleuchtung sicherer und billiger von dem grossen Kraftwerk beziehen, das gemäss den Bedingungen im abzuschliessenden Wehrpachtvertrag, event. auch für die Beleuchtung des ganzen Schiffwegs auf freier Strecke sowie für kleine Schiffmotore des Betriebsdienstes, die Kraft zu billigem Preise liefern kann.

Sollte für den Schiffschleppzugverkehr auf grösseren kanalisirten Flüssen die Verwendung der Wasserkraft in Form von elektrischer Energie überhaupt später in Frage kommen, was vorläufig wegen der Schwerfälligkeit der Schleppboote mit Akkumulatorenbetrieb bezweifelt werden muss, so würde in Ansehung des grossen Kraftverbrauchs immerhin die Herstellung der grossen elektrischen Wasser- und Dampfcentralen die Vorbedingung bleiben. In dem Pachtvertrag über die Kraftcentrale würde für eine solche Verwendung eines Theils der Kraft von vornherein Bestimmung zu treffen sein.

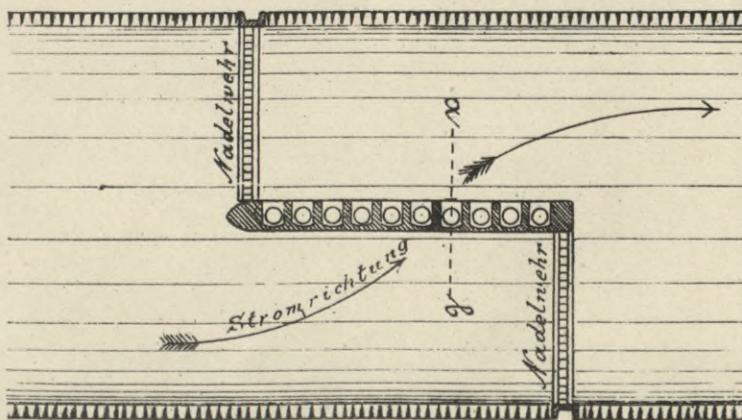
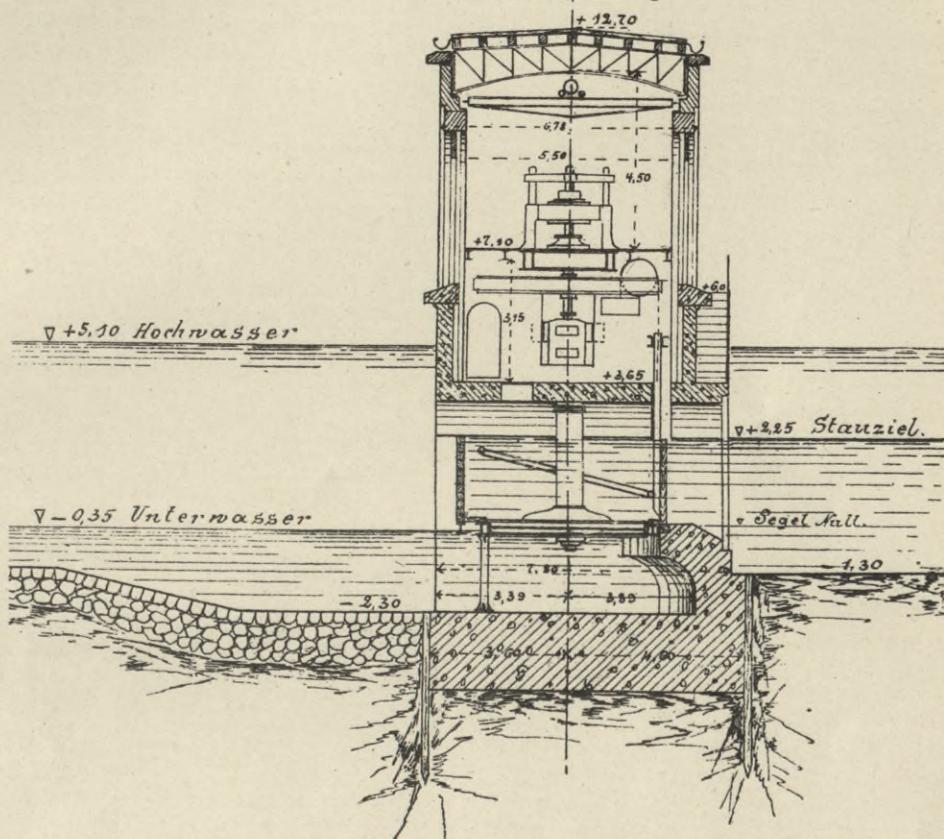
### Schluss.

Das Ergebniss der vorstehenden Untersuchung ist wie folgt zusammenzufassen:

1. Die Ausnutzung der Wasserkräfte an einem Wehr eines kanalisirten Flusses ist vorbehaltlich des Nachweises über die Möglichkeit der Verwendung der grossen Kraftmenge dann zweckmässig und wirthschaftlich, wenn die Wasserkraft durch einen mitten im Strom stehenden Turbinenpfeiler aufgenommen und durch eine volle Dampfreserveanlage am Ufer zu einer Kraftcentrale ergänzt wird.
2. Von der Centrale aus kann die Kraft für den Schleusenbetrieb sowie für Beleuchtung der Staustufe und der ganzen Schiffahrtstrasse zu billigem Preise bezogen werden.
3. Es ist die Verwendung elektrischer Energie für den Schiffschleppdienst auf grossen kanalisirten Flüssen noch nicht praktisch gelöst, durch die Wasserkraftcentrale wird jedoch dieser Plan in Rücksicht auf die billigere Kraft in bester Weise vorbereitet.

# Turbinenpfeiler

Schnitt a - b







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307089

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316118