

Bei größerer oder kleinerer Wassermenge, d. h. bei voller oder halber Beaufschlagung der Turbine, fällt dieser Nutzeffekt um nicht mehr als 7 Proz.

Die Maschinenfabrik Eßlingen garantiert bei gleichbleibender Umdrehungszahl der Primärdynamo einen gleichmäßigen Gang der Sekundärdynamo und bei maximalem Belastungsunterschiede höchstens Schwankungen von 1 bis 2 Proz. in der Umdrehungszahl.

Als Ergänzung zu den obigen Garantieziffern werden von der Firma J. M. Voith folgende Garantien geleistet:

- | | | |
|---|----------------------------------|----------|
| 1. bei Vollbeaufschlagung . . . | 70 Proz. Nutzeffekt und | 41,4 PS; |
| 2. bei $\frac{3}{4}$ Vollbeaufschlagung . . | 75 " " " | 33,3 PS; |
| 3. bei $\frac{1}{2}$ Vollbeaufschlagung . . | 70 " " " | 20,7 PS. |

Die zweite Garantie (für 0,9 cbm bei 3,7 m Gefälle) deckt sich mit der Forderung des Vertrages; es gilt hierbei die Beziehung

$$\frac{0,9 \cdot 3,7 \cdot 1000 \cdot 0,75}{75} = 33,3 \text{ PS.}$$

Die Bremsversuche.

Die Turbine treibt durch ein konisches Räderpaar mit der Übersetzung 1:3 ins Rasche eine Vorgelegewelle und von dieser aus mittels Riemenübertragung die Dynamomaschine an. An Stelle der Riemenscheibe wurde die Bremsscheibe aufgesetzt. Zur Belastung der Bremse kam eine Dezimalwaage in Anwendung. Um die Empfindlichkeit und die Regulierfähigkeit der Bremse möglichst zu erhöhen, wurde eine Vorrichtung ähnlich der durch Fig. 42 dargestellten verwandt. Die Kühlung der Bremsscheibe erfolgte durch Wasser; dasselbe floß aus einem höher stehenden Fasse durch einen Schlauch dem Einführungstrichter zu und zwar unter konstanter Druckhöhe, indem ständig von Hand so viel Wasser gepumpt wurde, daß eine kleine Menge überfloß. Auf diese Weise konnte jeder Beharrungszustand rasch erreicht und leicht eingehalten werden. Die Messung der Reibungsverluste erfolgte in der auf S. 53 u. f. angegebenen Weise. Im einzelnen wurden folgende Werte ermittelt:

a) Die Reibungsarbeit N_2 , bedingt durch die Gewichte von Vorgelegewelle, konischem Triebe und Bremsscheibe, ist nach der auf S. 54 u. f. behandelten Weise experimentell bestimmt. Hierbei wurden in vier Stellungen der Bremsscheibe die Gewichtswerte 7,9, 7,7, 7,0 und 7,3 gemessen und hieraus der Mittelwert $\gamma = 7,475 \text{ kg}$ gebildet. Unter Berücksichtigung des Hebels h , an dem das Gewicht angreift, ergab sich entsprechend ein Moment von $7,475 \cdot 0,502 = 3,75 \text{ mkg}$.

Formel (33) nimmt mit Einsetzung der Werte die Form an:

$$N_2 = \frac{\gamma \cdot h \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 75} = \frac{3,75 \cdot n}{716,2} = 0,0052 \cdot n.$$

Zur Kontrolle dieses Wertes wurde die auf S. 53 beschriebene Berechnungsmethode für N_2 [s. Formel (32), S. 53] unter Annahme eines Reibungskoeffizienten $\mu = 0,075$ angewandt. Dieselbe ergab einen kleineren Wert für $N_2 (= 0,00325 \cdot n)$ als obige experimentelle Bestimmung. Der rechnerisch festgelegte Wert

$$N_2 = 0,00325 \cdot n$$

wurde, um ja keine zu günstigen Annahmen bei Bestimmung des Nutzeffektes zu machen, zugrunde gelegt.

b) Zur Berechnung der Zahnreibungsarbeit wurde für die Größe $\mu_1 \cdot x$ in Formel (34a), S. 54 0,02 eingesetzt, so daß man

$$N_3 = 0,02 \cdot (N_1 + N_2)$$

erhielt.

c) Die Reibungsarbeit N_4 in den Lagern der Vorgelegewelle und dem Halslager der vertikalen Welle infolge des Zahndruckes berechnet sich nach der Formel (38b), S. 55 zu:

$$N_4 = \mu \cdot (N_1 + N_2 + N_3) \frac{(n \cdot D_{1.2} + n' \cdot D_4)}{d_1 \cdot n}.$$

Die einzusetzenden Werte sind:

mittlerer Lagerzapfendurchmesser $D_{1.2} = 0,0877 \text{ m}$,
Halszapfendurchmesser $D_4 = 0,2700 \text{ „}$
mittlerer Durchmesser des kleinen Triebrades . . $d_1 = 0,5400 \text{ „}$

Der Lagerreibungskoeffizient μ sei, wie oben, zu 0,075 angenommen.

Berücksichtigt man weiter, daß $n' = \frac{n}{3}$ ist, so vereinfacht sich die Gleichung, wie folgt:

$$N_4 = 0,075 \cdot (N_1 + N_2 + N_3) \frac{0,0877 + \frac{0,2700}{3}}{0,540}$$

oder

$$N_4 = 0,0246 \cdot (N_1 + N_2 + N_3).$$

Führt man für N_3 den Wert unter b) ein, so erhält man

$$N_4 = 0,0246 \cdot 1,02 (N_1 + N_2) = 0,0251 (N_1 + N_2).$$

Der Arbeitsverbrauch durch Spurzapfenreibung wurde, wie üblich, der Turbine nicht gutgeschrieben. Die Luftreibungsarbeit N_5 war um so eher zu vernachlässigen, als auf der Vorgelegewelle kein Schwungrad saß.

Die effektive Leistung an der Turbinenwelle folgt aus Gleichung (30), S. 53 und läßt sich nach den Ergebnissen unter a), b) und c) ausdrücken durch:

$$\begin{aligned} N_e &= N_1 + N_2 + 0,02 (N_1 + N_2) + 0,0251 (N_1 + N_2) \\ &= 1,04 (N_1 + N_2), \end{aligned}$$

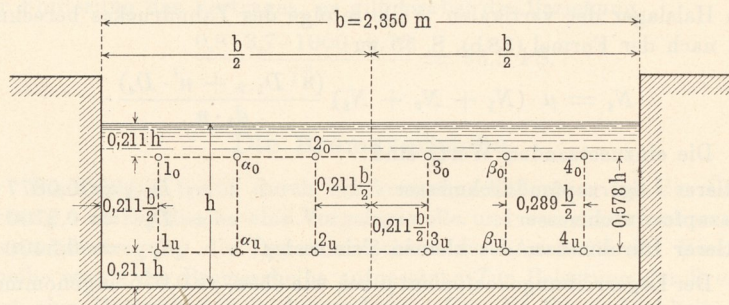
worin N_1 jeweils die gebremste Leistung und N_2 eine nur von der

Tourenzahl n der Vorgelegewelle abhängige Größe bedeuten. Nach vorstehenden Beziehungen wurde für jede einzelne Bremsung N_e aus N_1 und n berechnet.

Die Wassermessung erfolgte im rechteckigen, betonierten und glatt verputzten Obergraben; als Meßprofil wurde eine Stelle von der Breite 2,35 m gewählt. Die Messung der Wassergeschwindigkeit an verschiedenen Punkten des Meßprofils geschah mittels eines Woltmann'schen Flügels mit Glockensignal nach je 50 Umdrehungen des Flügels.

Das Meßprofil wurde der Breite nach in zwei Felder geteilt; in jedem Profelfelde waren nach Teichmann'scher Methode (s. S. 6 u. f.) vier Punkte festgelegt, in denen die Flügelmessungen stattfanden. Die Einteilung des Profils zeigt Fig. 53.

Fig. 53.



Die Daten der Flügelmessungen für die dritte vorgenommene Wassermessung enthält beispielsweise Tabelle I. Die acht Meßpunkte mögen heißen: 1_o , 1_u , 2_o , 2_u , 3_o , 3_u , 4_o , 4_u . Der Vorgang bei einer einzelnen Wassermessung war folgender:

Man notierte bei dem betreffenden Profilverpunkte die Sekundennummer, bei welcher das erste Glockensignal ertönte, z. B. $a = 4$ sec bei 2_o und ebenso bei jedem weiteren Signale bis zum sechsten ($f = 73$ bei 2_o); auf diese Weise erhielt man fünf Zeitintervalle, in denen der Flügel je 50 Umdrehungen gemacht hatte. Für jeden der acht Punkte wurde wie oben gemessen. Bei einer Reihe von Wassermessungen erfolgten auch an den mit α_o , α_u , β_o und β_u bezeichneten Profilverpunkten Flügelbeobachtungen und hieraus wurden zur Kontrolle für die Wassermessungen die Wassergeschwindigkeiten nach der in Tabelle I angegebenen Formel berechnet.

Um den Wasserquerschnitt zu ermitteln, wurde die Tiefe im Meßprofil des Obergrabens alle zwei Minuten an einem Stabe abgelesen und mit dem Mittelwerte dieser Ablesungen während der Zeit einer Wassermessung gerechnet.

Die oben beschriebenen Wassermessungen wurden während des ganzen Bremsversuches 14 mal ausgeführt.

Tabelle I.

Messungstabelle für Wassermessung.

Leitschaufelöffnung 50 mm.

Zeit: 5 Uhr 26 Min. bis 6 Uhr.

Profilpunkte	1 _o	1 _u	2 _o	2 _u	3 _o	3 _u	4 _o	4 _u
Notierung a)	2 (13)	44 (13)	4 (14)	12 (13)	10 (15)	31 (14)	4 (96)	21 (23)
„ b)	15 (14)	57 (12)	18 (14)	25 (13)	25 (15)	45 (14)	100 (92)	44 (23)
„ c)	29 (14)	69 (12)	32 (14)	38 (13)	40 (15)	59 (14)	192 (76)	67 (22)
„ d)	43 (13)	81 (13)	46 (13)	51 (13)	55 (14)	73 (15)	268 (94)	89 (25)
„ e)	56 (13)	94 (13)	59 (14)	64 (13)	69 (15)	88 (14)	362 (88)	114 (25)
„ f)	69	107	73	77	84	102	450	139

Durchschnittliche Zeit-

dauer für 50 Flügel-

umdrehungen . . . 13,4 12,6 13,8 13 14,8 14,2 89,2 23,6

Anzahl der Umdrehun-

gen pro Sekunde $n = 3,731 \ 3,968 \ 3,623 \ 3,846 \ 3,378 \ 3,521 \ 0,5605 \ 2,119$ $(v = 0,03 + 0,226 n)$ [s. Formel (10), S. 12]

Wassergeschwindig-

keiten $v = 0,873 \ 0,927 \ 0,849 \ 0,899 \ 0,793 \ 0,826 \ 0,157 \ 0,509$ Mittlere Wassergeschwindigkeit im Profile $= \frac{\sum v}{8} = \frac{5,833}{8} = 0,729$ m/sec.Kanalbreite $b = 2,35$ m, mittlere Wassertiefe $h = 0,731$ m.Wassermenge . $V = 2,35 \cdot 0,731 \cdot 0,729 = 1,252$ cbm [s. Formel (12), S. 13].Nutzgefälle . . $z' = 3,362$ m.

Pferdestärken der Wasserkraft ergeben sich [nach Formel (7), S. 27 und (2), S. 39] zu:

$$N_a = \frac{V \cdot z' \cdot 1000}{75} = \frac{1,252 \cdot 3,362 \cdot 1000}{75}$$

$$N_a = 56,12 \text{ PS.}$$

$$\left[\text{Laut Versuch ist: } N_e = 45,78 \text{ PS, } \eta = \frac{45,78}{56,12} = 0,816. \right]$$

[s. Formel (8), S. 34 u. s. S. 51.]

An die Tabelle I ist der Übersicht halber die aus der Wassermessung folgende Rechnung bis zur Bestimmung des Nutzeffektes der Turbine η angefügt; dieselbe bedarf keiner näheren Erklärung.

Auf die Wassergeschwindigkeit und die Koeffizienten der Flügelgleichung soll hier etwas näher eingegangen werden. Die experimentelle Bestimmung der Gleichung [s. Formel (10), S. 12] für den Flügel direkt nach den Versuchen ergab:

$$v = 0,03 + 0,226 n$$

(v = Wassergeschwindigkeit und n = Flügelumdrehungen pro Sekunde, siehe S. 12 u. 13).

Nach dieser Formel wurden die Geschwindigkeiten und Wassermengen bestimmt.

Zur Kontrolle der Richtigkeit der gefundenen Koeffizienten in obiger Gleichung wurde im Untergraben unmittelbar unterhalb der Turbine ein Überfall eingebaut und an diesem bei gleichzeitigen Flügelbeobachtungen im Obergraben die Wassermenge gemessen und berechnet. Aus der Wassermenge ermittelte sich die mittlere Geschwindigkeit im Obergraben; dieselbe wurde mit den nach obiger Gleichung gewonnenen Resultaten der Flügelmessungen verglichen. Die Versuche bezogen sich auf verschiedene Leitschaufelweiten und somit auf verschiedene Wassermengen und Geschwindigkeiten und zwar, um Wasserschwankungen nach Möglichkeit zu vermeiden, bei stillstehender Turbine.

Das Ergebnis der Kontrollversuche war, daß die erhaltenen Wassergeschwindigkeiten fast durchweg etwas niedrigere Werte zeigten als die nach obiger Gleichung gefundenen.

Um jedoch keine zu günstigen Annahmen zu machen, wurden die Koeffizienten obiger Gleichung für v für die Rechnung beibehalten.

Was die Bremsversuche betrifft, so sei bemerkt, daß sowohl über als unter der normalen Tourenzahl, welche für den Betrieb von besonderer Wichtigkeit ist, Messungen angestellt wurden (s. hierzu S. 52). Hierdurch sollte der Einfluß der in weiten Grenzen schwankenden Tourenzahl auf die Leistung ermittelt werden. Außerdem wurde die Wirkung variabler Leitschaufelweiten und Wassermengen auf den Nutzeffekt noch besonders untersucht.

Von den 69 Bremsversuchen wurden je eine Anzahl bei 10, 20, 30, 40, 50 und 60 mm Schaufelweiten durchgeführt und zwar für jede Schaufelweite bei möglichst verschiedenen Umdrehungszahlen.

Für die maximale Beaufschlagung bei 60 mm Schaufelweite reichte allerdings zur Zeit der Versuche die vorhandene Wassermenge nicht aus, um das normale Gefälle zu erhalten; es konnte daher aus den wenigen Messungen für volle Beaufschlagung keine Kurve gebildet werden.

In Tabelle II (S. 80 bis 83) sind die vollständigen Meß- und Berechnungsdaten zusammengestellt, geordnet nach Leitschaufelweiten und innerhalb dieser nach Umdrehungszahlen n .

In den letzten vier Kolonnen sind der Wagedruck G , die Umdrehungszahl n , die effektive Leistung N_e und die Wassermenge V pro Sekunde auf das normale Gefälle von 3,7 m umgerechnet.

Unter der Annahme, daß die genannten Größen in folgendem Verhältnisse mit dem Gefälle sich ändern:

1. Das Bremshebelgewicht G (Wagedruck) proportional mit dem Gefälle z ,

2. die Tourenzahl proportional der Quadratwurzel des Gefälles, und daß ferner
3. die Leistung N_e proportional dem Wagedrucke und proportional der Tourenzahl n , und
4. die Wassermenge V proportional der Tourenzahl ist, bestehen die Beziehungen:

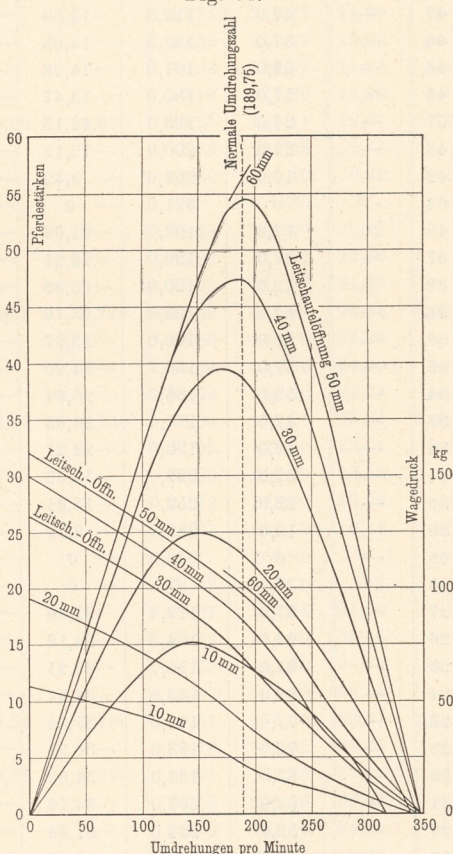
$$N_e^2 : z^3 : G^3 : V^6 : n^6 = \text{Const} \text{ [s. Formel (29), S. 50].}$$

$$\left(\text{Daraus: } \frac{G}{z} = \text{const}; \quad \frac{n}{\sqrt{z}} = \text{const}; \quad \frac{N_e}{n^3} = \text{const}; \quad \frac{V}{n} = \text{const} \right)$$

Der Übersichtlichkeit halber sind die Resultate der Tabelle II (S. 80 bis 83) in der graphischen Darstellung Fig. 54, 55 u. 56, in der die Werte des Wagedruckes und der effektiven Leistung in Abhängigkeit von der Tourenzahl aus den letzten vier Kolonnen der Tab. II aufgetragen, und zwar entsprechend den verschiedenen Leitschaufelweiten in je fünf Kurven.

Die Kurven sind naturgemäß durch Interpolation gewonnen, jedoch weichen die Werte der Tabelle wenig vom Verlaufe der Kurven ab. Sie stellen im wesentlichen analoge Kurven wie in Fig. 36 u. 37 (S. 48) dar und zeigen außerdem den Einfluß verschieden großer Wassermengen auf die Leistung. Bei mittleren Wassermengen entspricht der Kurvenverlauf für die Leistung ungefähr einer Parabel mit senkrecht stehender Achse; bei großen Wassermengen zeigt die untersuchte Turbine die Eigenschaft, daß mit zunehmender Tourenzahl die Leistung stärker ausfällt, als mit abnehmender Tourenzahl, während bei kleinen Wassermengen der umgekehrte Fall eintritt.

Fig. 54.



Tabelle

Versuchs- und Rechnungsergebnisse nach Schaufel-

Bremshebellänge $l = 1,978$ m.

$$N_1 = \frac{G \cdot l}{716,2} \cdot n = \frac{G \cdot n}{362,08}$$

[s. Formel (31), S. 53].

Versuch Nr.	Leitschaufel- öffnung in mm	Versuchs-							ergebnisse							umgerechnet auf $z = 3,7$ m			
		Wagedruck G in kg	Vorgelege- Min.- Um- drehung n	N_1	N_2	$N_1 + N_2$	N_e	Gefälle in m	Wasser- messung Nr.	v (mittel) im Oberkanal in m/sec	Wasser- querschnitt in qm	Wasser- menge Q in cbm	Pferde- stärken der Wasserkraft N_a	Nutzeffekt η	G kg	Min.- Um- drehung n	N_e	V cbm	
41	10	59,0	0	0	0	0	0	3,800	—	—	—	—	—	—	57,40	0	0	—	
47	—	42,0	119,0	13,80	0,39	14,19	14,76	3,810	—	—	—	—	—	—	40,74	117,21	14,09	—	
46	—	37,0	145,3	14,85	0,47	15,32	15,93	3,810	—	—	—	—	—	—	35,89	143,12	15,22	—	
44	—	32,0	161,0	14,23	0,52	14,75	15,34	3,810	—	—	—	—	—	—	31,04	158,59	14,66	—	
45	—	27,0	180,6	13,47	0,59	14,06	14,62	3,810	—	—	—	—	—	—	26,19	177,90	13,96	—	
57	—	24,0	183,0	12,13	0,60	12,73	13,23	3,820	XIII	0,147	2,611	0,384	19,60	0,670	23,25	180,11	12,61	0,378	
43	—	22,0	200,0	12,15	0,65	12,80	13,31	3,810	—	—	—	—	—	—	21,36	197,08	12,74	—	
42	—	12,0	254,0	8,42	0,83	9,25	9,62	3,810	—	—	—	—	—	—	11,66	250,40	9,22	—	
64	—	0	321,0	0	0	0	0	3,850	—	—	—	—	—	—	0	315,30	0	—	
40	20	77,0	102,0	21,69	0,33	22,02	22,91	3,730	—	—	—	—	—	—	76,28	101,60	22,63	—	
37	—	67,0	120,0	22,21	0,39	22,60	23,50	3,760	—	—	—	—	—	—	65,93	119,00	22,96	—	
39	—	72,0	120,0	23,86	0,39	24,25	25,22	3,730	—	—	—	—	—	—	71,32	119,50	24,92	—	
38	—	62,0	138,9	23,79	0,45	24,24	25,20	3,750	IX	0,278	2,505	0,696	34,85	0,724	61,09	137,87	24,65	0,691	
36	—	62,0	140,0	23,97	0,45	24,43	25,40	3,770	—	—	—	—	—	—	60,85	138,70	24,72	—	
35	—	57,0	153,7	24,20	0,50	24,70	25,69	3,770	—	—	—	—	—	—	55,94	152,30	24,99	—	
34	—	52,0	166,7	23,94	0,54	24,48	25,46	3,770	—	—	—	—	—	—	51,03	165,20	24,78	—	
33	—	47,0	177,6	23,05	0,58	23,63	24,58	3,770	VIII	0,255	2,540	0,648	32,60	0,750	46,04	175,77	23,84	0,641	
32	—	42,0	192,0	22,27	0,62	22,90	23,81	3,790	—	—	—	—	—	—	41,05	189,80	23,01	—	
31	—	32,0	222,0	19,62	0,72	20,34	21,16	3,790	—	—	—	—	—	—	31,22	219,20	20,38	—	
30	—	22,0	252,0	15,31	0,82	16,13	16,78	3,800	—	—	—	—	—	—	21,42	248,70	16,12	—	
29	—	12,0	289,0	9,59	0,94	10,53	10,95	3,810	—	—	—	—	—	—	11,65	284,78	10,48	—	
65	—	0	345,0	0	0	0	0	3,810	—	—	—	—	—	—	0	339,60	0	—	
28	30	130,0	0	0	0	0	0	3,660	—	—	—	—	—	—	131,43	0	0	—	
27	—	97,0	119,3	31,96	0,39	32,35	33,64	3,660	—	—	—	—	—	—	98,07	119,94	34,20	—	
26	—	92,0	134,3	34,12	0,44	34,56	35,94	3,670	—	—	—	—	—	—	92,88	134,90	36,46	—	
25	—	87,0	150,7	36,21	0,49	36,70	38,17	3,670	—	—	—	—	—	—	87,71	151,30	38,63	—	
24	—	82,0	163,0	36,91	0,53	37,44	38,94	3,670	—	—	—	—	—	—	82,67	163,70	39,41	—	
23	—	77,0	175,6	37,34	0,57	37,91	39,43	3,680	VII	0,427	2,364	1,009	49,58	0,796	77,31	176,00	39,67	1,011	
22	—	72,0	183,6	36,51	0,60	37,11	38,59	3,690	—	—	—	—	—	—	72,19	183,85	38,75	—	
55	—	67,0	187,0	34,60	0,61	35,21	36,62	3,640	XI	0,427	2,247	0,959	46,50	0,790	68,01	188,40	37,45	0,966	
21	—	62,0	203,0	34,76	0,66	35,42	36,84	3,690	—	—	—	—	—	—	62,05	203,10	36,88	—	
20	—	52,0	222,0	31,88	0,72	32,60	33,91	3,700	—	—	—	—	—	—	52,00	222,00	33,91	—	
19	—	42,0	243,3	28,22	0,79	29,01	30,17	3,710	—	—	—	—	—	—	41,84	242,80	30,00	—	
18	—	32,0	258,0	22,80	0,84	23,64	24,58	3,720	—	—	—	—	—	—	31,83	257,20	24,37	—	
66	—	0	345,0	0	0	0	0	3,790	—	—	—	—	—	—	0	341,00	0	—	

II.

weiten und Umdrehungszahlen geordnet.

$$N_2 = 0,00325 \cdot n.$$

$$N_e = 1,04 (N_1 + N_2).$$

Tabelle

Versuchs- und Rechnungsergebnisse nach Schaufel-

$$\text{Bremshebellänge } l = 1,978 \text{ m.} \quad N_1 = \frac{G \cdot l}{716,2} \cdot n = \frac{G \cdot n}{362,08} \cdot$$

[s. Formel (31)].

Versuch Nr.	Leitschaufel- öffnung in mm	Versuchs-						
		Wagedruck G in kg	Vorgelege- Min.-Um- drehung n	N_1	N_2	$N_1 + N_2$	N_e	Gefälle z in m
8	40	145,2	0	0	0	0	0	3,650
17	—	107,0	121,5	35,91	0,39	36,30	37,75	3,600
13	—	112,0	126,0	38,98	0,41	39,39	40,96	3,680
14	—	107,0	137,3	40,58	0,45	41,03	42,66	3,670
11	—	102,0	143,5	40,42	0,47	40,89	42,53	3,640
12	—	97,0	155,5	41,67	0,50	41,18	43,87	3,630
15	—	92,0	168,3	42,76	0,55	43,31	45,04	3,650
10	—	92,0	171,0	43,45	0,56	44,00	45,77	3,650
16	—	87,0	178,3	42,85	0,58	43,42	45,16	3,620
56	—	82,0	188,3	42,65	0,61	43,26	44,99	3,590
9	—	82,0	195,0	44,16	0,63	44,79	46,59	3,670
7	—	72,0	209,0	41,57	0,68	42,25	43,94	3,650
6	—	62,0	225,7	38,59	0,73	39,32	40,90	3,670
5	—	52,0	241,0	34,70	0,78	35,48	36,91	3,680
4	—	42,0	255,5	29,63	0,83	30,46	31,69	3,720
3	—	32,0	273,0	24,09	0,89	24,98	25,97	3,730
2	—	22,0	300,0	18,23	0,97	19,20	19,97	3,740
1	—	12,0	319,0	10,57	1,04	11,61	12,08	3,760
67	—	0	348,0	0	0	0	0	3,770
61	50	149,1	0	0	0	0	0	3,430
60	—	103,6	147,0	42,06	0,48	42,54	44,24	3,530
54	—	102,0	154,5	43,53	0,50	44,03	45,79	3,485
62	—	93,6	169,0	43,69	0,55	44,24	46,01	3,380
53	—	97,0	175,7	47,07	0,57	47,64	49,55	3,505
63	—	83,6	188,0	43,49	0,61	44,10	45,78	3,360
52	—	92,0	192,3	48,86	0,62	49,48	51,47	3,560
51	—	87,0	206,3	49,57	0,67	50,24	52,25	3,620
50	—	82,0	213,0	48,24	0,69	48,93	50,89	3,640
49	—	77,0	222,3	47,28	0,72	48,00	49,92	3,645
48	—	72,0	230,0	45,74	0,74	46,48	48,35	3,660
68	—	0	348,6	0	0	0	0	3,762
58	—	102,0	183,0	51,54	0,59	52,13	54,23	3,660
59	—	97,0	190,0	50,90	0,62	51,52	53,58	3,570
69	—	0	347,4	0	0	0	0	3,760

II.

weiten und Umdrehungszahlen geordnet (Fortsetzung).

$$N_2 = 0,00325 \cdot n.$$

$$N_e = 1,04 (N_1 + N_2).$$

ergebnisse							umgerechnet auf $z = 3,7 \text{ m}$			
Wasser- messung Nr.	$v(\text{mittel})$ im Oberkanal in m/sec	Wasser- querschnitt in qm	Wasser- menge Q in cbm	Pferde- stärken der Wasserkraft N_a	Nutzeffekt η		G kg	Min.-Um- drehung n	N_e	V cbm
—	—	—	—	—	—	—	147,20	0	0	—
—	—	—	—	—	—	—	109,82	123,09	39,26	—
—	—	—	—	—	—	—	112,67	126,38	41,33	—
—	—	—	—	—	—	—	107,78	137,80	43,13	—
—	—	—	—	—	—	—	103,62	144,60	43,55	—
—	—	—	—	—	—	—	98,84	156,95	45,09	—
VI	0,508	2,376	1,207	58,71	0,768	—	93,31	169,48	45,99	1,215
—	—	—	—	—	—	—	93,20	172,11	46,67	—
—	—	—	—	—	—	—	88,87	180,17	46,61	—
XII	0,541	2,164	1,171	56,00	0,800	—	84,61	191,29	47,17	1,189
—	—	—	—	—	—	—	82,67	195,78	47,15	—
—	—	—	—	—	—	—	72,88	210,25	44,75	—
—	—	—	—	—	—	—	62,42	226,44	41,30	—
V	0,439	2,388	1,048	51,49	0,717	—	52,15	241,40	37,08	1,049
—	—	—	—	—	—	—	41,76	254,70	31,40	—
—	—	—	—	—	—	—	31,70	271,90	25,66	—
—	—	—	—	—	—	—	21,77	298,50	19,67	—
IV	0,285	2,540	0,724	36,32	0,333	—	11,80	316,40	11,79	0,718
—	—	—	—	—	—	—	0	345,00	0	—
—	—	—	—	—	—	—	161,00	0	0	—
I	0,640	2,070	1,324	61,96	0,714	—	109,19	150,90	47,88	1,359
—	—	—	—	—	—	—	108,29	159,20	50,09	—
II	0,691	1,847	1,276	57,51	0,800	—	102,31	176,69	52,58	1,334
—	—	—	—	—	—	—	102,40	180,50	53,71	—
III	0,729	1,718	1,252	56,12	0,816	—	91,79	197,00	52,58	1,313
X	0,612	2,1996	1,346	64,00	0,800	—	95,62	196,03	54,53	1,372
—	—	—	—	—	—	—	88,92	208,57	54,00	—
—	—	—	—	—	—	—	83,36	214,75	52,15	—
—	—	—	—	—	—	—	78,16	223,90	51,05	—
—	—	—	—	—	—	—	72,79	231,20	49,14	—
—	—	—	—	—	—	—	0	345,60	0	—
—	—	—	—	—	—	—	103,12	184,00	55,12	—
XIV	0,631	2,2113	1,395	66,50	0,810	—	100,53	193,43	56,55	1,420
—	—	—	—	—	—	—	0	345,00	0	—

Für den Besitzer bzw. Käufer der Turbine sind die Darstellungen in Fig. 55 und 56 wichtiger als diejenigen der Fig. 54.

In Fig. 55 sind zunächst die Leistungen N_e (aus Fig. 54 entnommen) als Funktion der Leitschaufelweiten für die normale Umdrehungszahl aufgetragen. Auf den gleichen Ordinaten wie die Pferdestärken wurden die Wassermengen eingetragen. Die Werte für dieselben sind der letzten Kolonne von Tabelle II (S. 80 bis 83) entnommen und — in Ermangelung einer anderen genügend zuverlässigen Methode — mit

Fig. 55.

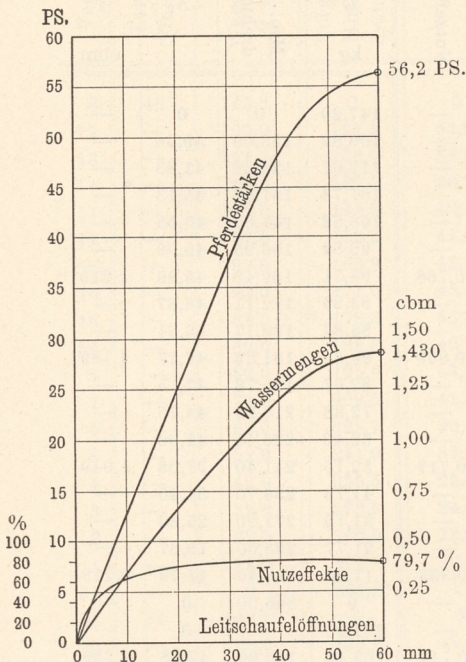
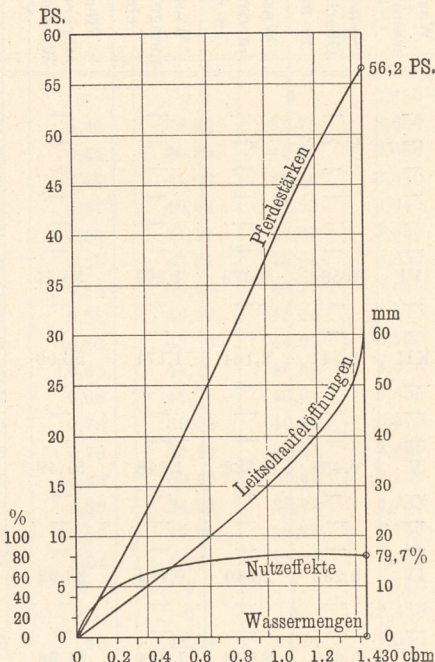


Fig. 56.



(Normales Gefälle 3,70 m, Umdrehungen der Vorgelegewelle 189,75.)

Hilfe von analogen Kurven, für eine andere Turbine gleichen Systems, bei deren Untersuchung ebensoviele (gleichzeitige) Wassermessungen wie Bremsversuche vorgenommen wurden, auf die normale Umdrehungszahl von 189,75 berichtigt. Die Kurven für die Pferdestärken und die Wassermengen stellen wiederum Interpolationslinien für die ermittelten Werte dar. Aus der Leistungskurve und der Wassermengenkurve ergaben sich neue Werte für den Wirkungsgrad (vgl. Tabelle II, S. 80 bis 83) und sind dieselben als Kurve in Fig. 55 eingezeichnet.

Fig. 56 ist lediglich eine andere Darstellung der Fig. 55, indem die Wassermengen als Abszissen und die Pferdestärken, Leitschaufelweiten und Nutzeffekte als Ordinaten eingeführt sind.