

also sind

$$M_d = \frac{A \cdot 1,5}{2 a_1 \sqrt{H}} = \frac{0,417 A}{a_1 \sqrt{H}}$$

Denke ich nunmehr $v_e = a_1 \sqrt{H}$ verändert von $0\sqrt{H}$ bis $6\sqrt{H}$, entsprechend einer Änderung der Umlaufszahlen von $n = 0$ bis $n = 137$, so ergibt die nach obigen Angaben durchgeführte Rechnung die in den folgenden Tabellen 1 bis 6 enthaltenen Werte.

Tabelle 1.

Nr.	a_1	a_1^2	$a_2 = 0,027 a^2$	$1 - a_2$
1	0,0	0,0	0,0	1,0
2	0,5	0,25	0,0068	0,9932
3	1,0	1,0	0,0272	0,9728
4	1,5	2,25	0,0612	0,9388
5	2,0	4,0	0,109	0,8910
6	2,5	6,25	0,17	0,8300
7	3,0	9,0	0,244	0,7560
8	3,5	12,25	0,333	0,6670
9	4,0	16,0	0,435	0,5650
10	4,5	20,25	0,55	0,4500
11	5,0	25,0	0,68	0,3200
12	5,5	30,25	0,824	0,1760
13	6,0	36,0	0,980	0,0200

Tabelle 2.

Nr.	$\frac{c_e^2}{2g} = \frac{(1 - a_2)H}{1,525}$	$\sqrt{1 - a_2}$	c_e	$Q = 0,459 c_e$	n
1	0,656 H	1,0	3,59 \sqrt{H}	1,65 \sqrt{H}	0,0
2	0,652 "	0,996	3,58 "	1,65 "	11,4
3	0,638 "	0,986	3,53 "	1,62 "	22,8
4	0,617 "	0,969	3,48 "	1,60 "	34,3
5	0,585 "	0,943	3,38 "	1,55 "	45,6
6	0,545 "	0,912	3,27 "	1,50 "	57,2
7	0,496 "	0,870	3,12 "	1,43 "	68,4
8	0,437 "	0,817	2,93 "	1,35 "	80,0
9	0,371 "	0,753	2,70 "	1,24 "	91,5
10	0,296 "	0,671	2,41 "	1,11 "	103,0
11	0,210 "	0,566	2,03 "	0,935 "	114,0
12	0,116 "	0,419	1,51 "	0,694 "	126,0
13	0,0131 "	0,1145	0,411 "	0,189 "	137,0

Tabelle 3.

Nr.	h_s	$w_e' = c_e \sin \alpha$	w_e (graph. best.)
1	0,265 H	1,335 \sqrt{H}	3,59 \sqrt{H}
2	0,270 "	1,33 "	3,12 "
3	0,286 "	1,31 "	2,63 "
4	0,309 "	1,29 "	2,16 "
5	0,344 "	1,255 "	1,87 "
6	0,390 "	1,215 "	1,33 "
7	0,445 "	1,16 "	1,17 "
8	0,511 "	1,09 "	1,33 "
9	0,583 "	1,00 "	1,81 "
10	0,669 "	0,895 "	2,45 "
11	0,765 "	0,755 "	3,20 "
12	0,873 "	0,561 "	4,13 "
13	0,985 "	0,153 "	5,62 "

Tabelle 4.

Nr.	$w_a = \frac{w_e'}{a}$	$c_a' = w_a \sin \gamma$	c_a (graph. best.)	$\frac{c_a^2}{2g}$
1	2,55 \sqrt{H}	1,255 \sqrt{H}	2,55 \sqrt{H}	0,331 H
2	2,54 "	1,25 "	2,24 "	0,256 "
3	2,51 "	1,23 "	1,92 "	0,187 "
4	2,47 "	1,215 "	1,64 "	0,137 "
5	2,40 "	1,18 "	1,39 "	0,098 "
6	2,325 "	1,145 "	1,19 "	0,072 "
7	2,22 "	1,095 "	1,10 "	0,062 "
8	2,08 "	1,025 "	1,17 "	0,070 "
9	1,91 "	0,94 "	1,42 "	0,103 "
10	1,71 "	0,843 "	1,78 "	0,161 "
11	1,48 "	0,728 "	2,24 "	0,264 "
12	1,07 "	0,527 "	2,86 "	0,416 "
13	0,293 "	0,144 "	3,83 "	0,746 "

Tabelle 5.

Nr.	$\frac{c_n^2}{2g}$	$(\varphi_1 + \varphi_2) \frac{c_e^2}{2g}$	$\varphi_3 \frac{c_a^2}{2g}$	ΣV
1	0,565 H	0,079 H	0,027 H	1,002 H
2	0,408 "	0,078 "	0,026 "	0,768 "
3	0,264 "	0,076 "	0,026 "	0,553 "
4	0,154 "	0,074 "	0,025 "	0,390 "
5	0,067 "	0,0702 "	0,023 "	0,2582 "
6	0,015 "	0,0654 "	0,022 "	0,1744 "
7	0,007 "	0,0595 "	0,020 "	0,144 "
8	0,030 "	0,0525 "	0,018 "	0,1705 "
9	0,115 "	0,0445 "	0,015 "	0,277 "
10	0,263 "	0,0355 "	0,012 "	0,471 "
11	0,492 "	0,0260 "	0,009 "	0,791 "
12	0,855 "	0,0135 "	0,005 "	1,289 "
13	0,608 "	0,0016 "	0,000 "	2,355 "

Tabelle 6.

Nr.	η_h	Wirklich verbrauchtes Q	A m/kg	N_h	M_d
1	0,0	1,65 \sqrt{H}	0 $H^{3/2} = 0$ m/kg	0,0	—
2	0,232	1,65 "	383 " = 2230 "	29,6	1860
3	0,447	1,62 "	724 " = 4210 "	56,1	1764
4	0,610	1,60 "	975 " = 5680 "	76,0	1580
5	0,742	1,55 "	1148 " = 6690 "	89,5	1392
6	0,825	1,50 "	1235 " = 7200 "	96,1	1200
7	0,856	1,43 "	1220 " = 7110 "	94,9	985
8	0,830	1,35 "	1120 " = 6530 "	87,1	767
9	0,723	1,24 "	894 " = 5200 "	69,5	543
10	0,529	1,11 "	588 " = 3430 "	45,8	318
11	0,209	0,935 "	196 " = 1140 "	16,0	95
12	0,289	0,694 "	201 " = 1170 "	15,6	91
13	1,355	0,189 "	256 " = 1490 "	19,9	104

Die Resultate der Rechnung sind veranschaulicht in den umstehenden Diagrammfig. 5 bis 8.

Auf Fig. 5 sind zunächst die errechneten hydraulischen Wirkungsgrade aufgetragen; die Kurve derselben zeigt die bekannte parabolische Form. Ganz ähnlich ist die Leistungskurve, nur etwas nach dem Nullpunkt verschoben, so dass das Maximum der Leistung nicht mit dem Minimum des Wirkungsgrades genau zusammenfällt.

Das bekannte Gesetz, dass die Turbine beim Leerlauf, d. h. einem hydraulischen Wirkungsgrad $\eta_h = 0$ doppelt so schnell läuft, als bei maximalem Wirkungsgrad, findet sich durch die Kurve fast genau bestätigt. Dem gegenüber zeigt die Kurve des Drehmomentes eine ausgesprochen geradlinige Form, deren kurze, scharfe Krümmung nahe dem Nullpunkt wohl nur auf die bei den kleinen Zahlenwerten auftretenden Ungenauigkeiten der Rechnung zurückzuführen ist, die aber im übrigen die Veränderung des Momentes in den Grenzen, in denen gewöhnlich die Umlaufzahl der Turbine im Betriebe sich bewegt, als umgekehrt proportional der Umlaufzahl anzunehmen gestattet.

In Fig. 7 ist die Konstruktion der verschiedenen Werte von w_e und c_n bzw. w_a und c_a aus v_e , c_e und H bzw. v_a , w_a und $\angle \gamma$ durchgeführt; man erkennt, wie sich die Richtungen von w_e und c_a in weiten Grenzen ändern. In Fig. 8 sind die zugehörigen Kurven aufgezeichnet; ebenso die für h_s und $\frac{c_e^2}{2g} \cdot (1 + \varphi_1 + \varphi_2)$.

Auf Fig. 6 sind die einzelnen Werte von Q und c_e als Ordinaten von v_e aufgetragen; die sich ergebende Kurve für Q zeigt, welche Wassermenge bei einem einmal gegebenen Turbinenquerschnitt einer jeden Umlaufzahl notwendig zugehört. Diese Wassermenge vergrößert sich mit abnehmender Umlaufzahl immer weniger; gegenüber der normalen Umlaufzahl im ganzen nur noch um etwa 10%. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, dass der Oberlauf eine derartige Erhöhung des Wasserverbrauches zulässt, was wohl in den meisten Fällen, wenigstens für geringere Zeitdauer anzunehmen ist (nur in diesem Fall gilt die hier festgestellte Gesetzmässigkeit zwischen Wasserverbrauch, Umlaufzahl und ausgeübtem Drehmoment). Greift eine Regulierung nicht ein, so wird sich also die Turbine bei einem gewissen von ihr zu überwindenden Drehmoment selbstthätig auf eine ganz bestimmte Umlaufzahl einstellen; dabei verbraucht sie die dieser entsprechende Wassermenge und liefert auch eine bestimmte Leistung