Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Anwendung der vorhergehenden Regeln zur Berechnung der Effekte

urn:nbn:de:bsz:31-270981

Anwendung der vorhergehenden Regeln zur Berechnung der Effekte.

Vorbemerkungen. Um den Gebrauch der Regeln zur Berechnung der Effektverluste zu erklären, wollen wir dieselben auf mehrere Räderkonstruktionen anwenden. Wir wählen einige von den auf Tafel III., IV., V. dargestellten Rädern. Dabei werden wir aber einige von den Effektverlusten, welche sich unmöglich zuverlässig berechnen lassen, nur schätzungsweise unter dem Titel „Diverse Verluste“ in Rechnung bringen. Zu diesen Verlusten rechnen wir jene, welche durch das Verspritzen entstehen, die Wasserreibung, den Luftwiderstand, die Zapfenreibung, endlich den Verlust, welcher durch die Unsolidität des Baues entsteht.

Bezeichnung der Grössen für die Theorie der älteren Wasserräder. Bei allen Rechnungen und Formeln, welche die Schaufel- und Kübelräder betreffen, wollen wir im ganzen Abschnitte die folgenden Bezeichnungen beibehalten. Wenn also in der Folge im Text die Bedeutung eines Buchstabens nicht ausdrücklich angegeben ist, so beliebe man in dem Verzeichniss nachzusehen, welches wir hier ein für alle mal aufstellen wollen. Alle Längen sind in Metern gemessen, Gewichte und Pressungen in Kilogrammen ausgedrückt.

Der Effekt wird in Kilogramm-Metern oder in Pferdekräften zu 75 Kilogramm-Meter ausgedrückt.

H das Gefälle, d. h. der Vertikalabstand der Wasserspiegel im Zufluss- und im Abflusskanal.

Q der Wasserzufluss in Kubikmetern per 1 Sekunde.

$E_a = 1000\, Q\, H$ der in Kilogramm-Metern ausgedrückte absolute Effekt der Wasserkraft, welche auf des Rad wirkt.

$N_a = \frac{E_a}{75}$ der in Pferdekräften zu 75 Kilogramm-Meter ausgedrückte absolute Effekt der Wasserkraft.

E_n N_n der in Kilogramm-Metern und der in Pferdekräften ausgedrückte Nutzeffekt, welchen das Rad entwickelt.

R der Halbmesser des Rades.

a die Tiefe des Rades, worunter die Differenz zwischen dem äusseren und inneren Halbmesser des Rades zu verstehen ist.

b die Breite des Rades, d. h. die mit der Axe des Rades parallele Dimension der Schaufeln oder Zellen.

c die Länge des äusseren Theiles $a\, b$, Tafel II., Fig. 9, einer Schaufel oder Zellenwand. Für den Fall, dass die Schaufel oder Zelle aus krummen Flächen bestünde, kann man für die Rechnung eine ebenflächige Form substituiren, welche mit der krummflächigen möglichst nahe übereinstimmt, und dann bedeutet c die Länge des äusseren Theiles der ebenen Form.

β der Winkel, unter welchem der äussere Theil einer Zelle oder Schaufel den Umfang des Rades durchschneidet.

e die Schaufel- oder Zellentheilung des Rades.

$i = \frac{2 R \pi}{e}$ die Anzahl der Schaufeln oder Zellen des Rades.

v die Umfangsgeschwindigkeit des Rades.

$n = 9{\cdot}548 \frac{v}{R}$ die Anzahl der Umdrehungen des Rades in 1 Minute.

V die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser am Umfang des Rades ankommt. Je nach Umständen wird darunter die Geschwindigkeit irgend eines einzelnen Wassertheilchens, oder die mittlere Geschwindigkeit sämmtlicher Wassertheilchen des Strahles, oder endlich die Geschwindigkeit der untersten Theilchen des Strahles verstanden.

δ der Winkel, den die Richtung von V mit dem Umfang des Rades bildet.

γ der Winkel, den der nach dem Eintrittspunkt gezogene Radius mit dem vertikal abwärts gerichteten Radius des Rades bildet; wobei unter Eintrittspunkt derjenige Punkt verstanden wird, in welchem der mittlere oder auch der untere Faden des Strahles den Umfang des Rades durchschneidet.

ε hat nur bei Rädern mit Gerinnen eine Bedeutung und bezeichnet da den Spielraum zwischen den äusseren Schaufel- oder Zellenkanten und dem Gerinne.

S die Bogenlänge von dem Theil des Gerinnes, welcher von dem im Rade befindlichen Wasser berührt wird.

h bedeutet bei den Rädern mit Gerinne die Höhe des Wasserstandes in der untersten Zelle über dem Spiegel des Unterwassers; bei dem oberschlächtigen Rade dagegen das sogenannte Freihängen, d. h. die Höhe des untersten Punktes des Radumfanges über dem Spiegel des Unterwassers.

f der Reibungscoeffizient für die Zapfenreibung.

$m = \frac{Q}{a\ b\ v}$ der Füllungscoeffizient, d. h. das Verhältniss zwischen dem Volumen der Wassermenge, welche in 1 Sekunde dem Rade zufliesst, und dem Volumen der Zellenräume, welche diese Wassermenge aufzunehmen haben.

$s = \overline{o\ p}$, Tafel II., Fig. 10, die Höhe, in der sich unmittelbar nach beendigter Füllung der Schwerpunkt i der Wassermasse über dem Punkte c der Zelle befindet.

$g = 9{\cdot}808^m$ die Endgeschwindigkeit eines aus der Ruhe frei fallenden Körpers nach der ersten Sekunde.

$q = Q \frac{e}{v}$ die Wassermenge in Kubikmetern, welche in einer Zelle nach beendigter Füllung enthalten ist.

Füllung des Rades. Bei diesen Berechnungen ist oftmals die Füllung des Rades zu berücksichtigen, daher wir einige Erklärungen hierüber vorausschicken wollen. Es ist $a\,b\,v$ derjenige Theil des Schaufelraumes, der sich in jeder Sekunde der Füllung darbietet, der demnach die in jeder Sekunde zufliessende Wassermenge Q aufzunehmen hat. Damit das Wasser im Rade Platz hat, muss natürlich $a\,b\,v$ grösser als Q sein. Wir nennen das Verhältniss $\frac{Q}{a\,b\,v}$ den Füllungscoeffizienten und bezeichnen denselben mit m, setzen also

$$m = \frac{Q}{a\,b\,v} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Wird m gleich $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$, so heisst das so viel, als jeder Schaufel- oder Zellenraum wird zur Hälfte oder bis zu einem Drittel mit Wasser gefüllt.

Es ist $a\,b\,e$ ein Schaufel- oder ein Zellenraum, demnach $m\,a\,b\,e$ die Wassermenge q, welche eine Zelle aufnimmt; es ist demnach $q = m\,a\,b\,e$. Setzt man für m seinen Werth aus (1), so erhält man

$$q = \frac{Q}{a\,b\,v} \times a\,b\,e = Q \frac{e}{v} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Diese Wassermenge ist demnach dem Wasserzufluss und der Schaufel- oder Zellentheilung direkt, der Geschwindigkeit des Rades dagegen verkehrt proportional.

Nennt man Ω den Querschnitt des Wasserkörpers eines Schaufel- oder Zellenraums, so ist $\Omega\, b = q$, demnach $\Omega = \frac{q}{b}$ oder wenn man für q seinen Werth aus (2) einführt

$$\Omega = Q \frac{e}{b\,v} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

Um den Wasserstand in den Zellen- und Schaufelräumen in der Zeichnung des Rades darzustellen, berechnet man zuerst vermittelst (3) den Querschnitt Ω oder vermittelst (1) den Füllungscoeffizienten, und zieht dann nach dem Augenmaasse in den einzelnen

Zellen Horizontallinien in der Weise, wie es der Füllungscoeffizient vorschreibt. Diese schätzungsweise Bestimmung der Wasserstände ist für die Effektberechnung ganz genügend. Auch die Schwerpunkte der einzelnen Wassermassen in den Zellen dürfen zum Behufe der Rechnung nach dem Augenmaasse bestimmt werden.

Effektberechnungen.

Berechnungen.	Daten.	Effekte in Prozenten.
Effektberechnung des Kropfrades. Tafel III., Fig. 2.		
Die Hauptdaten für die Berechnung dieses Wasserrades sind:		
Gefälle	$1{\cdot}5^{m}$	
Wasserzufluss in einer Sekunde	$0{\cdot}25^{Kbm.}$	
Umfangsgeschwindigkeit des Rades . . .	2^{m}	
Breite des Rades	$0{\cdot}76^{m}$	
Tiefe des Rades	$0{\cdot}5^{m}$	
Schaufeltheilung	$0{\cdot}55^{m}$	
Halbmesser des Rades	$2{\cdot}27^{m}$	
Anzahl der Schaufeln	26	
Umdrehungen des Rades in einer Minute .	8.41	
Spielraum der Schaufeln im Gerinne . . .	$0{\cdot}015^{m}$	
Eintritt des Wassers.		
Tiefe des Eintrittspunktes unter der Oberfläche des Wassers im Zuflusskanal . .	$0{\cdot}6^{m}$	
Absolute Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser das Rad erreicht	$3{\cdot}44^{m}$	
Relative Geschwindigkeit $3{\cdot}44 - 2$ . . .	$1{\cdot}44^{m}$	
Projektion einer Schaufeltheilung $\overline{mn}$ . .	$0{\cdot}4^{m}$	
n o, Tafel II, Fig. 10	$0{\cdot}07^{m}$	
Effektverlust $\dfrac{\dfrac{V_r^2}{2\,g} + \dfrac{1}{2}\,mn - no}{H}$	. . .	$0{\cdot}16$
Austritt.		
Verlust wegen der Geschwindigkeit $\dfrac{\dfrac{v^2}{2\,g}}{H}$	. . .	$0{\cdot}14$