

Wasserfadens eine zu seinem letzten Kurvenelemente senkrechte Durchschnittslinie bildet. Dadurch entsteht allerdings der Nachteil, dass das Wasser die Schaufel nur in der Mitte senkrecht verlässt und die Winkel zwischen Wasserfäden und Austrittskante oberhalb der Mitte kleiner, diejenigen unterhalb grösser als  $90^\circ$  werden.

Damit der austretende Wasserstrom keine Kontraktion erleidet, wird das Ende der Schaufeln, von oben gesehen, nach einer Evolvente gekrümmt, und nach unten zu — der axial gedachte Teil — ein kurzes Stück gerade gelassen. Die aus den Schaufelkanälen tretenden Wasserfäden müssen annähernd durch die Turbinenachse gehen und zwar in rationeller Weise mit einer nicht viel grösseren Geschwindigkeit, als die Ueberwindung der Widerstände im Saugrohr, der Eintritt in das Unterwasser und die Erteilung der Abflussgeschwindigkeit im Untergraben bedingen.

Beim Entwurf der Schaufelung bestimmt man zuerst den Durchmesser  $d$  des Abflussrohres, wobei angenommen werden kann, dass die mittlere Wassergeschwindigkeit im letzteren nicht grösser ausfällt, als 1 m pro Sekunde, davon abweichend je nach den vorhandenen Verhältnissen, wonach auch die Grösse des Austrittswinkels  $\alpha$  aus dem Leitrad zu wählen ist bei einem Eintrittswinkel in das Lauf-

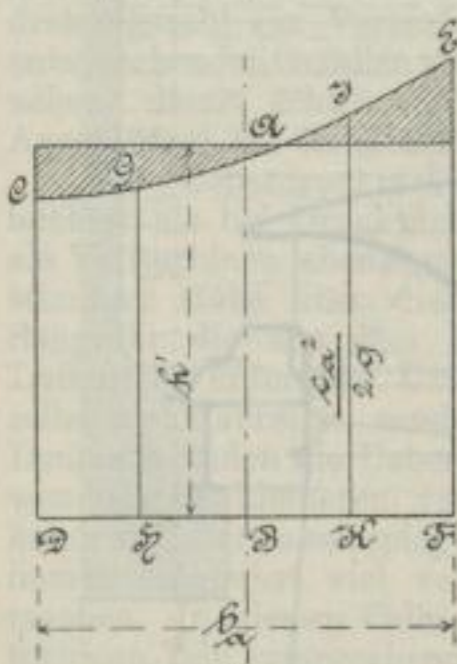


Fig. 7.

rad:  $\beta = 90^\circ$ , sofern dies ausführbar erscheint. Nachdem der Durchmesser  $D$  des Lauf-

rades, die Teilung und Schaufelzahl erfahrungsgemäss gewählt wurden, lassen sich die absolute und relative Eintrittsgeschwindigkeiten  $v_a$  und  $w_a$ , die Umfangsgeschwindigkeit  $v_a$ , die Tourenzahl, die Leit- und Laufradhöhe  $CE$  an der Eintrittsstelle berechnen und die einzelnen Grössen nach Bedarf abändern. Aus dem berechneten Spaltüberdruck und der relativen Eintrittsgeschwindigkeit  $w_a$  erhält man unter Berücksichtigung der Zentrifugalkraft die relative Austrittsgeschwindigkeit  $w_a$  und aus dieser mit der zugehörigen Umfangsgeschwindigkeit den eingeschlossenen Austrittswinkel  $\gamma$  und die absolute Austrittsgeschwindigkeit  $c_a$ , welche senkrecht zu  $v_a$  sein soll.

Die durch den Winkel  $\gamma$  bestimmte mittlere Weite  $w$  der Laufkanäle und die mittlere Geschwindigkeit  $w_a$  ergeben mittels der sekundlich auszufließenden Wassermenge als Anhalt zum ersten Entwurf die nötige Höhe  $DBF$  des Austrittsquerschnitts.

Mit diesen erhaltenen Grössen kann man nach An-

nahme der Kurve  $EF$  den Aufriss der Schaufelform konstruieren. Kurve  $CD$  trifft man gewöhnlich als Kreisbogen, Kurve  $DBF$  als Parabel, die in  $D$  auf  $CD$ , in  $F$  auf  $EF$  senkrecht steht.

Zum vollständigen Festlegen der Schaufelform ist es nötig, ausser dem mittleren Wasserfaden zwischen der Umgrenzung und dem letzteren durch wiederholtes Halbieren noch so viele Wasserfäden, als notwendig sind, zu konstruieren und mit allen so zu verfahren, wie mit dem mittleren Wasserstrahl. Die verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten  $v_a$  an den zugehörigen Austrittspunkten ergeben mit ihren relativen Austrittsgeschwindigkeiten  $w_a$  durch das Geschwindigkeitsparallelogramm den jeweiligen Austrittswinkel  $\gamma$  und die absolute Austrittsgeschwindigkeit  $c_a$ . Jeder der Punkte hat einen anderen Abstand von der Achse, wodurch auch  $v_a$ ,  $w_a$ ,  $c_a$  und die Winkel  $\gamma$  verschieden gross werden, wenn  $c_a$  senkrecht steht auf  $v_a$ .

Die Ebene der Austrittskante  $DBF$  konstruiert man so, wie oben angeführt wurde, dass der mittlere Wasserstrahl die Schaufel bei  $B$  rechtwinklig verlässt. Diese Ebene weicht in der Regel um einige Grade von der Radialebene ab.

Es wäre nun zu untersuchen, ob der Austrittsquerschnitt mit den berechneten Grössen ausreicht, um die gegebene Wassermenge mit der jeweiligen Geschwindigkeit durchzulassen und ob die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers den erwähnten Bedingungen entspricht; anderenfalls wäre so lange zweckentsprechend abzuändern, bis diese Bedingungen erfüllt sind.

Die der Energie des abfließenden Wassers entsprechenden Austrittsverluste werden in der Regel zu 3 bis 4% des ganzen verfügbaren Gefälles angenommen; nur in einzelnen Fällen, besonders wenn es sich um eine billige Kraftanlage handelt und eine reichlich bemessene Wassermenge vorhanden ist, wird es von Vorteil sein, einen grösseren Verlust zuzulassen.

Besitzt die relative Austrittsgeschwindigkeit  $c_a$  an den einzelnen Punkten verschiedene Grössen, so können die Austrittsverluste (siehe Bach, Wasserräder, 1886 S. 72) leicht auf folgende Weise bestimmt werden:

Man trägt zur Austrittsbreite  $b_a$  als Abscisse die den verschiedenen Austrittsgeschwindigkeiten  $c_a$  entsprechenden Verlusthöhen  $\frac{c_a^2}{2g}$  in den betreffenden Punkten der Abscisse  $D, H, B, K, F$  als Ordinaten auf und verbindet die Endpunkte  $C, G, A, J, E$ , so stellt die Fläche  $CEFD$  den gesamten Austrittsverlust dar.

Der mittlere Verlust in  $m$  Wassersäule ergibt sich zu:

$$h_1 = \frac{CEFD}{b_a} \quad (\text{Fortsetzung folgt.})$$

## Maschinen zur Ortsveränderung (Neuere Transport- und Hebewerke).

Hebezeuge, Maschinen zur Aenderung der Ortslage von Einzellasten und Massengütern haben sich in der Neuzeit ein gewaltiges Anwendungsgebiet errungen und eine stets zunehmende Verwendung gefunden. Einesteils ist die Erkenntnis des Vorteiles, welche die elementare Maschinenarbeit gegenüber der Leistung der Menschenkraft an der Maschine einnimmt, bestimmend, welche den Wirkungskreis erweitert, andererseits zwingt aber die direkte Notlage zur Anwendung von Maschinen, wenn es sich darum handelt, riesige Lasten oder ungeheure Mengen in verhältnismässig kurzer Zeit zu bewältigen, wozu Menschenkraft kaum zureicht. Aber auch da, wo die Maschine längst in Thätigkeit gewesen ist, haben Verbesserungen selbst auf Kosten der Einfachheit sich bewährt. So tritt z. B. an die Stelle des einfachen Rollen- und Flaschenzuges mit Vorteil die verwickelte Flaschenzugwinde für Handbetrieb und an die Stelle des Handbetriebes grösserer Laufkrane der Maschinenbetrieb ein. Wo dieser schon vorhanden war, da wird der Kraftantrieb verbessert. Bei Neuanlagen in

gedecktem Raume stehen Transmissionsbetrieb mit Seiltrieb, beide mit der elektromotorischen Betriebsweise, in Wettbewerb. Bei Personen- und Lastaufzügen ist der direkte Kolbenantrieb mittels Presswassers, durch Seiltrieb und selbst mit Anwendung von Schraubenspindelwerken der elektrische Betrieb in steigender Anwendung. Bremswerke bewirken sonst den Gleichgang während der Niederfahrt. Selbst das Bremswerk wird entbehrlich und der Ueberschuss der Niedergangsarbeit in die Antriebswelle zurückzuführen gesucht und nutzbar gemacht. Abgesehen von den Bergwerksfördermaschinen, behauptet sich der Dampftrieb bei Kranen im Freien. Doch wird oft bei kleineren Kranwerken der Dampftrieb durch Elektromotoren vorteilhaft ersetzt. Nur da, wo grosse und ausgedehnte Krananlagen mittels Presswasser oder Pressluft betrieben werden, kann der elektrische Antrieb für die Hebewerke schon aus dem Grunde schwer Eingang finden, weil die Eigenart der Bauweise dieser Maschinen nur in vereinzelten Ausnahmefällen die Anordnung der Elektro-