Aufgaben
aus der
Bergmaschinenlehre.

Freiberg
im Bergakademischen Lehrjahre 18 49/50.

geleitet
von
Cr Mantlauffel

Aufgabe No. 1.

Man soll für die Abscheidung $\frac{n}{r} = \frac{3}{2}$ die Dimensionen des Querprofils von einem Canale so, die untere Breite $= b$ so die obere gebaut, daß bei einer Abfenkung $\alpha = \frac{h}{l} = 0{,}0001$ eine Wassergeschwindigkeit von 25 c' pro Secunde hervorgebracht wird.

Auflösung zu No. 1.

Hier ist $\frac{n}{r} = \frac{3}{2}$, $\alpha = \frac{h}{l} = 0{,}0001$, $Q = 25$ c'. Es soll ferner die Tiefe $= a$, die untere Breite $= b$ so die obere $= b + 2na$ berechnet werden.

Ist:

$\cot \theta = \frac{3}{2} = 1{,}5$, also $\theta = 33^\circ 41'$

setzen wir ferner $l = 1000$, $h = 1$.

für $\theta = 35^\circ$ ist $m = 2{,}870$ nach Tab. I. §. 38

" $\theta = 30^\circ$ ist $m = 3{,}012$

also für $\theta = 33^\circ 41'$ $m = 2{,}974$. es ist ferner

$$F = 0{,}0271 \left(\frac{m l Q^2}{h}\right)^{\frac{2}{5}} \text{ d. i.}$$

$$= 0{,}0271 \left(\frac{2{,}974 \cdot 1000 \cdot 625}{1}\right)^{\frac{2}{5}}$$

d. i. $F = 21{,}9108$ □' daher die Geschwindigkeit:

$$c = \frac{Q}{F} = \frac{25}{21{,}9} = 1{,}141'$$

und der Widerstandscoefficient

$$\zeta = 0{,}007409 \left(1 + \frac{0{,}1865}{1{,}141}\right) = 0{,}00862.$$

Nun ist genauer berechnet

$$F = \left(\zeta \frac{m l Q^2}{2gh}\right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{0{,}00862 \cdot 2{,}974 \cdot 1000 \cdot 625}{62{,}5}\right)^{\frac{2}{5}}$$

$$= 23{,}0961 \text{ □}'$$

und ebenso genauer $c = \frac{Q}{F} = \frac{25}{23{,}09} = 1{,}0824'$

und $\zeta = 0{,}007409 \left(1 + \frac{0{,}1865}{1{,}082}\right) = 0{,}00869$.

Hieraus ist nun ganz genau berechnet

$$F = 23{,}171 \text{ □}'$$

daher:

$$a = \sqrt{\frac{F \cdot \sin\theta}{2 - \cos\theta}} = \sqrt{\frac{23{,}171 \cdot \sin 33^\circ 41'}{2 - \cos 33^\circ 41'}} =$$

$$= 3{,}31665'$$

ferner $b = \frac{F}{a} - a \cot\theta = \frac{23{,}171}{3{,}316} - 3{,}166 \cdot \cot 33^\circ 41'$

$= 2{,}0072'$ 2 nachf.:

$$b + 2na = 11{,}95695'$$

Aufgabe No 2.

Es ist zu diesem Zwecke einen Wasserbaudamm zu construiren, an welchem die Wasserstände von 18 – 32' variiren dürfen.

Auflösung zu No 2.

Es wird so lange die Secundär

$$\frac{Q_1 - Q}{Q} = (a_1 - a)\left(\frac{3b}{2F} - \frac{1}{p \text{ für } Q}\right)$$

und da eine $Q = 25^c$ als mittlere Wassermenge

$F = 23,170$

$p = m\sqrt{F} = 4,774\sqrt{23,170} = 14,313$

$b = 11,96$

Ist eine Fundamentsohle

$$Q_1 = 25 + 25 \cdot 0,648\,(a_1 - a)$$
$$= 25 + 16,2\,(a_1 - a) = 25 + \frac{(a_1 - a)}{0,0617}$$

also Diff.

$a_1 - a = 0,0617' = 8,885$ Linien der Abstand eines Pfahls von dem andern.

Aufgabe No 4.

Man soll für die Gewölbweite $AB = 25'$ u. die Gewölbhöhe $CD = 12'$ eine steinerne Brücke von 25' Breite u. 30' Höhe construiren.

Auflösung zu No 4.

Bei der Gewölbweite $= y$ u. der Gewölbhöhe $= x$ trennende Bogen selben Centriwinkel

$$\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} = \frac{x}{y}; \text{ d.i. } \frac{\varphi}{2} = 17^\circ 44' 40,8'' \text{ also}$$

$$\varphi = 35^\circ 29' 21,6''$$

Ferner ergiebt sich der Halbmesser des Gewölbes

$$r = \frac{y}{\sin\frac{\varphi}{2}} = \frac{37,5}{\sin 35^\circ 29' 21,6''} = 64,593.$$

u. die Länge des Bogens AB.

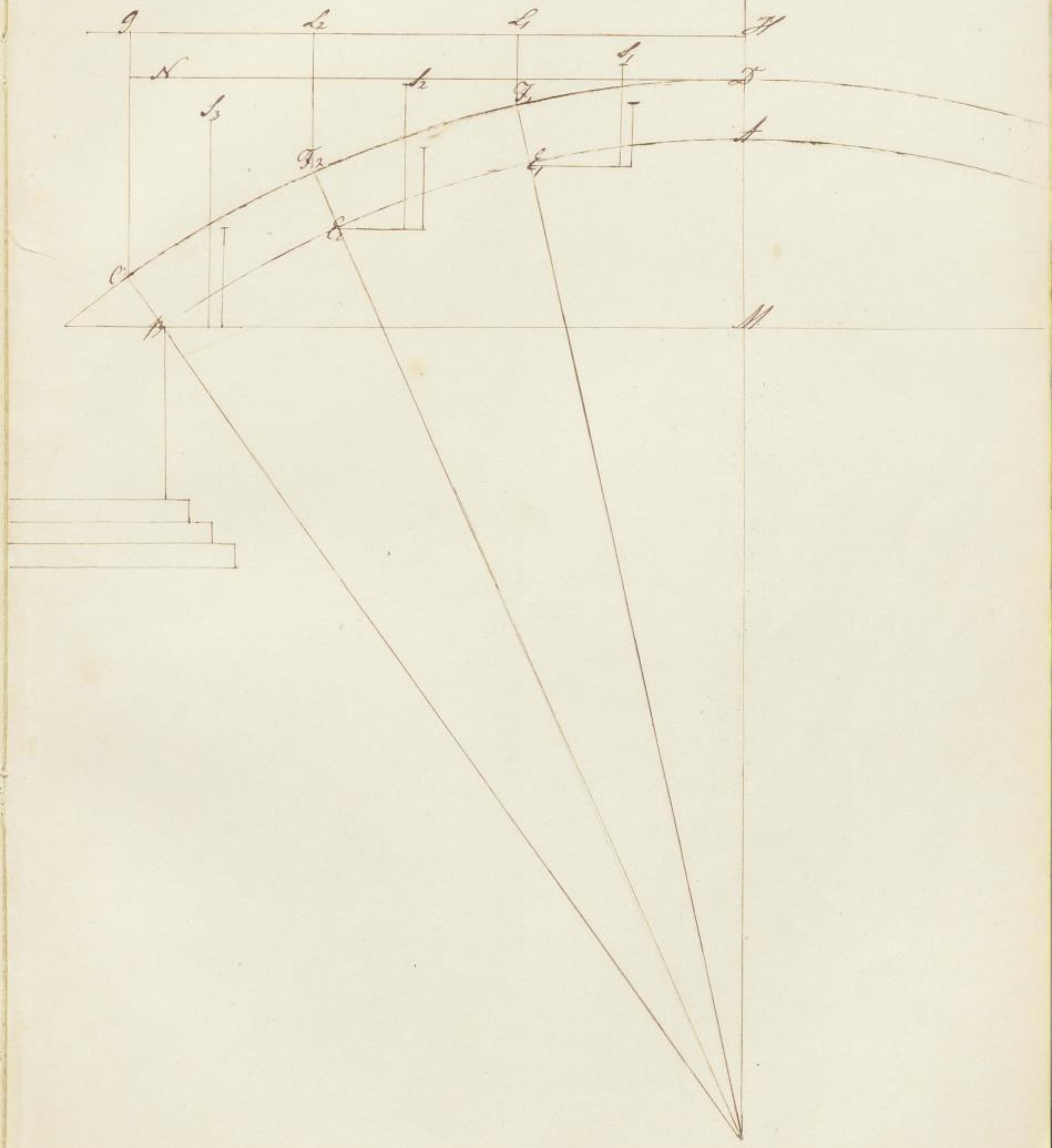
$$b = \frac{\beta^\circ \pi r}{180^\circ} = 40,009'$$

Die Abscissenfläche des Gewölbstückes wird nach der bekannten Formel

$$F = 0,008727\,\beta^\circ (r_1^2 - r_2^2)$$

berechnet werden, wenn β der Centriwinkel u. r_1 u. r_2 die halbmesser des Gewölbes bezeichnen. Die Resultate [illegible] Räume der Widerlagsmauer Mauerstärke ergeben. Es wird Bruchsteinmauerwerk u. zwar Quadersteine in einer Entfernung von mehreren Schichten

Fig. zu No 4.



mendiren muß.

Die Stärke des Gewölbes im Scheitel. X. 1. Da der Berechnung nach Mauer 3' angenommen wurden, wird es erforderlich zu untersuchen, ob nicht die Widerlagen zu breit nicht hinreichen. X.

Nach Abschluß der genauen Berechnung finden Sie folgende Werthe für die Querschnitte der Pfeiler des Gewölbes, der Mauer und zwar gefunden.

$A D E_1 F_1 = 52,460$ □Fuß
$E_1 E_2 F_3 F_2 = 60,75$ "
$E_2 F_2 B C = 66,43$ " summa.
$D H L_1 F_1 = 45,2$ "
$F_1 L_1 L_2 F_2 = 81,9$ "
$F_2 L_2 G C = 138,54$ "

Die Lage des Schwerpunktes ist pr. Pfeiler nicht immer bei der Gewölbstärke die Normal

$$x = \frac{h}{3} \cdot \frac{\sin \frac{1}{2}\beta}{\beta} \cdot \frac{r^3 - r_1^3}{r^2 - r_1^2}$$

wo β den Centriwinkel bedeutet, bei einer Brückenöffnung

$$x = \frac{s^3}{12 f}$$

wo s die Sehne, f den Stichhöhe des Bogenstücks andeutet

endlich bei den Bogen die Normalgleichung

$$x = \frac{B + 2b}{B + b} \cdot \frac{h}{3}$$

in welcher B die Weite, b die Breite der gewölbten Pfeiler, h die Höhe der Normalschnitt dieser Pfeiler bezeichnet, angenommen werden ist

Dieselben sind wie folgt angeben:

Schwerpunkt

von $AD_1E_1K_1 = 6,45$ } von E_1 entfernt
" $DF_1HL = 5,7$

ferner

von $E_1K_1L_2F_2 = 5,35$ } von E_2.
" $F_1L_1F_2L_2 = 4,2$

und endlich der Schwerpunkt von

$E_2F_2BC = 3,6$ } von B entfernt
$F_2L_2GC = 2,95$

Man erhält nun die Stellen Um-
mente der ersten Gruppe AF_1, DL_1
hinsichtlich des ersten Hülfspunktes E_1 2 Dirig.
Und deren Summe dividirt durch Inhaltsinhalt
Basis Hülfspunktes von der horizon-
talen DN durch den Gewölbschenkel,
welcher nimmt man die Momente von AF_1,
DL_1, E_1F_2, F_1L_2 in Hinsicht auf den 2ten Hülf-
punkt E_2 2 dividirt die Summe durch
Momente Basis Inhalt und Basis
gemeinen Punkt von der horizontalen DN
ferner bestimmt man die Momente
der Gewölbschenkel AF_1, EF_2, E_2C 2 die
Mauerschichten DL_1, FL_2, F_2G in Hinsicht
auf B 2 dividirt durch die Summe der
Inhalt der Punkt B von der horizontalen
DN. Man gelangt also die Berechnung fol-
gend: zu der Berechnung, welche in D
nächst sind, die Drehungen um die
Punkte E_1 E_2 E_3 E_4 zu verschieben 2 und
D um die größte Inhalt dieser Punkte
als die im Gewölbschenkel wirklich vor-
handene Belastung vorzunehmen.

Die Berechnung ist wie folgt:

Momente des Gewölbschenkels AF_1 2 der
darüber liegenden Mauer DL_1 = 60,7:
Abstand des Punktes E_1 von DN wird gefunden
von der horizontalen Mauer in D = 5,6.

Daher der mittlere Druck dieses Stoßes

$\frac{607}{5,6} f = 107,25$ p ℔

Unter Voraussetzung von E = 2 P, so ist

= 658 Fuß der Druck am Stoßen

= 658 f + 99,66 . 586 = 2454,376

folglich der Moment des gesamten Stoßes

M_2 = 3112,376, der Abstand des Punktes

E von D N = 9,5, daher der gesamte Druck

des Fortgestoßenen in D:

$\frac{3112,376 . 9}{5,6} = 307$ p ℔

Ein dritter Druck des Wassers in D

entsteht, wenn B 2 gesamt = 582 p ℔

Da dieser Druck unter allen gefundenen

der größte ist, so muß sich das Rad in

Gemäßheit dessen gleich setzen

P = 582 p ℔

die Höhe und der Moment = 150 ℔ an-

genommen.

P = 582 . 150 = 87300 ℔ folgen

Die Breite des Gerinnes ist eine Spanne

= 4", also der Querschnitt für jeden Fuß

Gerinnelänge = 144 . 4 = 576 □" somit

der Druck auf jeden Quadratzoll

$\frac{87300}{576} = 150$ ℔

Die Stärke der Wiederlagsmauern

bestimmt sich nach Seyer. §. 495. durch die

Formel:

$$t = \frac{S}{h_1 \gamma} + \sqrt{\frac{P^2 (h + h_1) - S s}{\frac{1}{2} h_1 \gamma} + \left(\frac{S}{h_1 \gamma}\right)^2}$$

Hierin bedeutet

t die Gewölbstärke, h_1 die mittlere Höhe

der Wiederlagsmauer, S das Gewicht der

Gewölbsteine sammt Belastung, γ das

Gewicht der Wiederlagsmauer

Man erhält bei Einführung der

Werthe hieraus

t = 12 Fuß

Aufgabe No 5.

In einem Bache von 25' Breite, mit einer pro Sec. 125 c' Wasser fließt ist ein Wehr eingebaut, wodurch der 2 Fuß hohe Wasserstand auf 5' gestiegen und Wie groß ist die Wehrmenge? Wie groß ist die Aufstauung 2000' oberhalb des Wehres?

Auflösung zu No 5.

In die Formel:

$$x = a + h_1 \left(\frac{3Q}{2\mu b\sqrt{2g}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

ist

$a = 2'$, $h_1 = 5' - 2' = 3'$ $Q = 125 c'$

$\mu = 0{,}80$ $\sqrt{2g} = 7{,}906$, $b = 25'$

also ist hieraus:

$$x = 2 + 3 - \left(\frac{3 \cdot 125}{2 \cdot 0{,}8 \cdot 25 \cdot 7{,}906}\right)^{\frac{2}{3}} = 5 - 1{,}123$$

$= 3{,}877'$.

Um nun die letztere Angabe zu lösen so ist die Geschwindigkeit des Wassers oberhalb Aufstauung $c = \frac{Q}{F} = \frac{125}{2 \cdot 25} = 2{,}5'$ also ist nach der Widerstandskoeffizienten tabelle in Bd. Pag. 495. der Mechanik derselbe $\zeta = 0{,}00798$ und für $\alpha = \zeta \cdot \frac{P}{F}$. $\frac{c^2}{2g}$ aber sind $P = 2{,}5$ $F = 50$, $\frac{c^2}{2g} = 0{,}016$ $c = 2{,}5$ ungefähr man.

Für $\alpha = 0{,}00798 \cdot \frac{2{,}5}{50} \cdot (2{,}5)^2 \cdot 0{,}016 =$

$= 0{,}00046187$

Die Wassertiefe unmittelbar am Wehre beträgt $5'$, beschleunigte man die Geschwindigkeiten für die Tiefen von $4\frac{1}{2}$, 4, $3\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ Fuß beträgt so erhält man nach der Formel:

$$l = \frac{a_0 - a_1 - \left(\frac{1}{F_1^2} - \frac{1}{F_0^2}\right)\frac{Q^2}{2g}}{\text{für } \alpha = \zeta \cdot \frac{P}{F_0 F_1}\left(\frac{1}{F_0^2} + \frac{1}{F_1^2}\right)\frac{Q^2}{2g}}$$

wo a_0 die Wassertiefe am Wehre, a_1 die am Anfange einer Stärkeren Tiefe, F_0 die Querschnitt des stationären Wassers am Wehre, F_1 der Querschnitt desselben an Ende einer tiefen Stärke, Q das Wassermenge, l der an Ueberfall einer tiefen Stärke α der Anfangsquerschnitt einer tiefen Stärke ζ der Widerstandskoeffizient des Grundbettes der

gleichzeitig zwar auf den Bedingungen der Aufgabe.

$a_0 - a_1 = 0{,}5$, $F_0 = 125$, $F_1 = 112{,}5$, $R = 115$

für: $\alpha = 0{,}0004\,6284$, $p = 34{,}5$. ζ_1 der Krümmungsbrüche von 1,052 Durchmesser = $= 0{,}0086$. Daher wird der in diesem Kanal nie, so ausfallen wird:

$$l = \frac{0{,}5 - \left(\frac{1}{112{,}5^2} - \frac{1}{125^2}\right)\frac{125^2}{29}}{0{,}0004\,6284 - \zeta_1 \cdot \frac{34{,}5}{29{,}5}\left(\frac{1}{125^2} + \frac{1}{112{,}5^2}\right)\frac{125^2}{29}}$$

$$= \frac{0{,}5\,(0{,}000\,77902 - 0{,}000\,064)\,250}{0{,}0004\,6284 - 0{,}00725\,(0{,}000\,143)\,250}$$

$$= \frac{0{,}49625}{0{,}0004179} = 118{,}74 \text{ Fuß}$$

Soll nun aus der Erfahrung von einer Leitung der Wasserspiegel Höhe 1 Fuß bei zweiten Schacht wird: $\alpha_0 - \alpha_1 = 0{,}5$, $F_0 = 112{,}5$, $F_1 = 100$, $p = 33{,}5$, $\zeta = 0{,}176$ = daher $\zeta_1 = 0{,}0841$

also:

$$l_2 = \frac{0{,}5 - \left(\frac{1}{100^2} - \frac{1}{112{,}5^2}\right)\frac{125^2}{29}}{0{,}0004\,6284 - 0{,}0841 \cdot \frac{33{,}5}{112{,}5}\left(\frac{1}{112{,}5^2} + \frac{1}{100^2}\right)\frac{125^2}{29}}$$

$$= \frac{0{,}5\,(0{,}001 - 0{,}000\,77902)\,250}{0{,}0004\,6284 - 0{,}0841 \cdot \frac{33{,}5}{112{,}5} \cdot (0{,}00179)\,250}$$

$$= \frac{0{,}49453}{0{,}000\,3468} = 1426{,}24'$$

Daher wird ferner $\alpha_0 - \alpha_1 = 0{,}5$, $F_0 = 100$, $F_1 = 87{,}5$, $p = 32{,}6$, $\zeta = 0{,}0863$ so ergiebt sich die Länge:

$$l_3 = \frac{0{,}5 - \left(\frac{1}{87{,}5^2} - \frac{1}{100^2}\right)250}{0{,}000\,4628 - 0{,}0863 \cdot \frac{32{,}5}{187{,}5}\left(\frac{1}{87{,}5^2} + \frac{1}{100^2}\right)250}$$

$$= \frac{0{,}5\,(0{,}000\,506 - 0{,}001)\,250}{0{,}0004\,628 - 0{,}000\,863}$$

$$= \frac{0{,}4923}{0{,}000\,3765} = 1307{,}7'$$

Es ist ein Schaufelrad Rad Wasser stets also das Wasser 1 Fuß hoch in die Leitung bringt

Aufgabe № 6.

Welche Weite sind den Röhrenleitungen AC, BC, und CD zu geben, daß welche die Wassermengen $Q_1 = 50$ und $Q_2 = 75^{c'}$ auf eingehen von A und B nach C und dann im Ganzen von C aus fortgeführt werden sollen, wenn

das Gefällgewässer A und C = 25,4'
" " " " " B und C = 9,2'
" " " " " C und D = 4,95' beträgt

ferner die Länge AC = 2700'
" " " BC = 987'
" " " CD = 1362' ist.

25,5' und folgt daß also einmal noch 2000 − 1187,4 = 812,6' Steigung bleiben, einem Gefälle von $\frac{1}{2}$ Zoll jedenfalls Gefällverlust beträgt 1226,24' und daß daß auf jeden Fuß Länge

$\frac{0,5}{1226,24}$ Zoll Gefälle, also für 812,6

Länge Höhe $= \frac{0,5 \cdot 812,6}{1226,24} = 0,33133'$

folglich die Steighöhe 2000 abzuziehen. Das Gefälle der Wasser $2,5 - 0,33133 = 2,16867'$ die Wassersäulen aber = 4,1687 Fuß.

Auflösung zu № 6

Die Weite der Zuleitungsröhren ergiebt sich aus der Formel:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot c}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25}{12 \cdot 3 \cdot \pi}} = \frac{10}{6}\sqrt{\frac{1}{\pi}}$$

$$= 0,9403' = 11,1836''$$

Die Weite der Röhren AC und BC ergiebt sich aus der Formel:

$$d_1 = \sqrt[5]{\frac{\zeta_1 \cdot l + d_1}{2g(h+h_1) - (\zeta + \zeta_1 \frac{l}{d})c^2}\left(\frac{4Q}{\pi}\right)^2} \quad \text{d. i.}$$

nun sind:

$$d_1 = \sqrt[5]{\frac{0,0242 \cdot 2700 + d_1}{62,5(4,95 + 25,4) - (0,505 + 0,0242\frac{1362}{0,9403})9}\left(\frac{4 \cdot 25}{6 \cdot \pi}\right)^2}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{65,34}{62,5 \cdot 30,35 - (0,505 + 35,0331)9} \cdot \frac{400}{36 \cdot \pi^2}}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{65,34 \cdot 400}{\pi^2(1890,625 - 320,0219)36}}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{65,34 \cdot 400}{36 \cdot \pi^2 \cdot 1570,603}} = 0,54214'$$

Diese Annäherung) noch eine an die Stelle von d_1 unter dem Wurzelzeichen gesetzt gemäß

$$d_1 = \sqrt[5]{\frac{(65,34 + 0,542) \cdot 400}{36\pi^2 \cdot 1570,603}} \quad \text{d. i.}$$

$$d_1 = 0,54304'$$

Nun soll nun für die Geschwindigkeit

$$c_1 = \frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 5}{6 \cdot \pi \cdot d_1^2} \text{ d. i. } = 3{,}598'$$

$\zeta_1 = 0{,}0234$ so muß d_1 der Gleichung entsprechen: d_1:

$$d_1 = \sqrt[5]{\frac{0{,}0234 \cdot 2700 + 0{,}543}{1890{,}635 - \left(0{,}305 + 0{,}0234 \cdot \frac{136^2}{0{,}9403}\right) 9 \left(\frac{4 \cdot 5}{6\pi}\right)^2}}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{63{,}713 \cdot 400}{5385{,}5768 \cdot 36 \cdot \pi^2}}$$ daraus giebt

mit Hülfe der Logarithmen:

$d_1 = 0{,}5384'$

Nun nun auch die Weite der Röhre BC zu finden soll nun:

$$d_2 = \sqrt[5]{\frac{\zeta_1 l_2 + d_2}{2g(h + h_2) - (\zeta + \zeta_1 \frac{b}{c}) c^2 \left(\frac{4Q}{\pi}\right)^2}}$$

d. i. ~~[illegible]~~

$$d_2 = \sqrt[5]{\frac{0{,}0242 \cdot 984 + d_2}{62{,}5 \cdot (4{,}95 + 9{,}2) - 0{,}305 + 0{,}0242 \cdot \frac{136^2}{0{,}9403}) 9 \left(\frac{4 \cdot 5}{4\pi}\right)^2}}$$

d. i. ungefähr: $d_2 = 0{,}6394'$

Läßt man die Stelle von d_2 in der obigen Wurzelgleichung eingesetzt giebt genauer

ebenso berechnet, aber genauer:

$d_2 = 0{,}6428'$

Nun soll nun für die Geschwindigkeit

$$c_2 = \frac{4 Q_1}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 5}{\pi d_2^2} = 3{,}8317$$

ζ_1 nach der Tabelle $= 0{,}023$ so nun

genauer:

$$d_2 = \sqrt[5]{\frac{0{,}023 \cdot 984 + 0{,}6428}{884{,}375 - \left(0{,}305 + 0{,}023 \cdot \frac{136^2}{0{,}9403}\right) 9 \frac{25}{\pi^2}}}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{23{,}2748 \cdot 25}{584{,}549 \cdot \pi^2}}$$ d. i. der Logarithmen

berechnet: $d_2 = 0{,}63204$

Es ist also:

Die Weite der Röhre AC $= d_1 = 0{,}5384' = 6{,}4608''$

" " " " " BC $= d_2 = 0{,}632' = 7{,}584''$

" " " " " CD $= d = 0{,}9403' = 11{,}2836''$

Aufgabe No. 7.

Es ist für ein Gefälle $h = 25'$ eine Aufschlag $Q = 50'$ pro Sec. die Anordnung und Berechnung ~~des~~ eines oberschlägigen Wasserrades zu machen.

Auflösung zu No. 7.

In Berücksichtigung der Anordnungsgesetze etc. Es ist nach §. 105 des 2ten Theils der Mechanik für Anordnung eines oberschlägigen Wasserrades für die Umfangsgeschwindigkeit

$$u = 6{,}04 \sqrt[5]{\frac{v f^2 Q}{\varepsilon b}},$$

wo unter ε das Füllungsverhältniß $= \frac{1}{3} - \frac{1}{5}$, $f = 0{,}5$ im Mittel genommen werden kann, $v = 0{,}8$ zu nehmen ist; dann folgt für $\varepsilon = \frac{1}{4}$

$$u = 6{,}04 \sqrt[5]{\frac{0{,}8 \cdot 0{,}01 \cdot 5}{\frac{1}{64} \cdot 25}}$$

$$= 6{,}04 \sqrt[5]{\frac{0{,}008 \cdot 64}{5}} = 6{,}04 \sqrt[5]{\frac{0{,}512}{5}} =$$

$$= 6{,}04 \sqrt[5]{0{,}1024} = 3{,}829 \text{ oder } u = 3{,}83.$$

Um nun möglichst wenig Gefälle für die Schaufelumrandung zu verlieren, muß man bei $h_0 = 3$ bis 5% von h also $\frac{5 \cdot 25}{100}$ bis $\frac{5 \cdot 25}{100} = \frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{4} = 1'$ im Mittel, so ist unsere Druckgefälle des Rades $= 24'$ übrig, demnach ist der Radhalbmesser $a = 12'$ zu die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades:

$$v = \frac{\pi a n}{30} = \frac{3{,}1416 \cdot 12 \cdot 3{,}83}{30}$$

$$= 4{,}812'$$

Ebenso ist die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers ins Rad

$$c = \sqrt{2gh_0} = \sqrt{62{,}5} = 7{,}905$$

Man wird die Schaufelbreite $b = 12''$ zu dem Füllungsverhältniß $\varepsilon = \frac{1}{4}$ so ergiebt sich die Radweite e aus

$$\frac{b e v}{4} = Q, \text{ also } e = \frac{4Q}{bv} \text{ d. i.}$$

hier: $e = \frac{4 \cdot 5}{1 \cdot 4{,}812} = 4{,}156'$

Nun ist die Breite oder Dicke des Rades: Bei 3" Zwischenraum in der Breite ist die Radbreite $e_1 = 3{,}906$, die Dicke verversteht sich aus dieser oder eine Aufschlagsweise, oder pro Sec. einen Kubikfuß.

mögl. d. v.

$\delta_1 c = b e v \varepsilon$. also:

$$\delta_1 = \frac{bev}{\mu c} = \frac{1.4{,}156.4{,}812}{4.3{,}906.7{,}905} =$$

$$= \frac{20}{4.3{,}906.7{,}905} = \frac{5}{3{,}906.7{,}905} = 0{,}16\,19'$$

also $\delta_1 = 1{,}9''$

Die Schnuflänge a bestimmt sich aus ~~[illegible]~~ Länge des Sp. $50 = 60$; s. d. der Spiel.

winkel:

$$\beta = \frac{360}{60} = 6^\circ$$ d. der

Schnufelwinkel $\beta_1 = \frac{5}{4}\beta = \frac{5.6}{4} = 7^\circ 30'$

Nach §93 folgt aus der Drehungsmittel

Stück:

$$\sigma = \frac{a.\sin.\beta_1}{\frac{1}{2} - a.(1 - \cos.\beta_1)} \text{ d. i.}$$

$$= \frac{12.\sin.7^\circ 30'}{0{,}5 - 12.(1 - \cos.7^\circ 30')} = \frac{12.0{,}13053}{0{,}5 - 12.(1 - 0{,}99144)}$$

$$= \frac{1{,}53636}{0{,}5 - 12.0{,}00836} = \frac{1{,}5636}{0{,}6 - 0{,}010032} =$$

$$= \frac{1{,}53636}{0{,}489968} = 3{,}137 \text{ d. also:}$$

$$\sigma = 72^\circ 41'$$

Die Stärke des Zapfens am Zapfen d.

$$d = 0{,}048\sqrt{\frac{G}{\varepsilon}}$$, wo G das Prod. gewichte $= \frac{3000\,N}{\varepsilon.\mu}$ Pfd., wo N die Leistung in Pferdekräften d. also

$$N = \frac{Q.h}{510} = \frac{0{,}8.5.25.66}{510} = 12{,}9$$

Pferdekraft, also $G = \frac{3000.12{,}9}{0{,}9575} = 40545$ Pfd.

also zum Zapfen stärke $= 0{,}048\sqrt{20274{,}6}$

$= 0{,}048\sqrt{142{,}38} = 0{,}834''$

Wenn man nun, das Wasser falle in die 2te Schaufel nicht, so verfallen wird der Einfallswinkel $\delta = \frac{3}{2}\beta = \frac{3}{2}.6^\circ = 9^\circ$

Gehen wir nun zur Berechnung der Leistung über:

Ist φ der Winkel des Stoßstangenarms mit der Stoßschaufel, δ der Neigungswinkel d. β_1 des Schaufelrandes, so ist

$$\varphi = 90 - (\delta - \beta_1) = 90 - (72^\circ 41' - 7^\circ 30')$$
$$= 90 - 65^\circ 11' = 24^\circ 49'$$

Ferner ist ψ der Winkel der Stoßstangenachse mit der Stoßschaufel:

$$\sin \psi = \frac{r}{c} \sin \varphi \quad \text{d.i.} \quad \psi = 14^\circ 48'$$

Der Winkel des Stoßes gegen den Horizont $\alpha = \varphi - \psi + \delta = 24^\circ 49' + 9^\circ - 14^\circ 48' = 33^\circ 49' - 14^\circ 48' = 19^\circ 1'$

Die relative Eintrittsgeschwindigkeit:

$$c_1 = \frac{c \cdot \sin(\varphi - \psi)}{\sin \varphi} = \frac{4 \cdot \sin 14^\circ 49' - 14^\circ 48'}{\sin 24^\circ 49'}$$

d.i. $c_1 = 3,2759'$

Hofmann wird nun nach wie in Preissler Lag. 178 des II. Bd. der Mechanik, wo sei λ (d.i. der Abstand der Aufhängepunkte des Radgerinnes vom Drehungsmittel) $= 58\frac{1}{2}^\circ$ d. der Abstand der Einstellung $\lambda_1 = 70\frac{1}{2}^\circ$ d. das Verhältniß der mittleren Wassermasse im Radgerinne zur Gesammtmasse $\frac{Q_1}{Q} = \frac{1}{2} = x$

die Centralgeschwindigkeit ist $c = 5,9'$

die Anfangsgeschwindigkeit $v = 4,812'$,

der Winkel des Stoßes und der Bewegungsrichtung des Wassers an der Einstellungsstelle. $70\frac{1}{2}^\circ = \varphi - (90 - \delta)$

Der Abstand dieser Stelle vom Scheitel $= 9^\circ$

so ist das mittlere Stoßgefälle:

$$0,032 (7,9 \cdot \sin 70\tfrac{1}{2}^\circ - 4,812) \cdot 4,812 =$$

$= 0,465'$ d. h. mittlerer Stoßgefälle: $12(\cos 9^\circ + \sin 58\frac{1}{2}^\circ) + 12 \left(\frac{\sin 70\frac{1}{2}^\circ - \sin 58\frac{1}{2}^\circ}{2}\right)$

$= 22,62'$ d. die Totalerhebung

$$L = (22,62 + 0,465) \cdot 5,66 = 23,085 \cdot 5,66 =$$
$$= 23,085 \cdot 330 = 7668,05 \text{ Cbfß.} = 11,95 \text{ Pferdekraft.}$$

d. der Wirkungsgrad: $\eta = \frac{L}{24\gamma} = \frac{7668}{8250} = 0,923.$

Aufgabe No 8

Wasser soll für ein Gefälle von 8' a ein Aufschlagszeug liefern $Q = 20\,c'$ pro Sec. ein Horizont anordnen und berechnen.

Auflösung zu No 8.

Für das Lichtlochverhältniß $\varepsilon = 0{,}5$ die Anfangsgeschwindigkeit ist:

$$v = \frac{Nea}{30} \text{ d.i. } v = 6{,}04 \sqrt[5]{0{,}8 \cdot 0{,}01 \cdot 8}$$

$$= 6{,}04 \sqrt[5]{0{,}16} = 6{,}04 \cdot 0{,}69 = 4{,}186 \text{ a} = 20{,}574$$

$$v = \frac{3{,}1416 \cdot 20 \cdot 4{,}186}{30} = 8\tfrac{3}{4}'$$

Für eine die Radtiefe, oder Kranzhöhe $= 1'$ so ist die Radweite:

$$e = \frac{2Q}{Dv} = \frac{40}{8{,}75} = 4{,}57'$$

Soll zuerst das Wasser mit 10' Geschwindigkeit eintreten, ist also $c = 10'$ so ist die zu ihrer Erzeugung nöthige Gefälle:

$$h_1 = 1{,}1 \cdot \frac{10^2}{62{,}5} = 1{,}76'$$ so verbleibt ein Druckgefälle:

$$h_2 = 8 - 1{,}76 = 6{,}24'$$

Ist nun der Radhalbmesser $= 10'$ also der halbe Radhalbmesser des Schaufelkranzes $= 9{,}5'$ so bleibt die Oberkante des Wassers bei einer Kranzstunde Schaufelung stehen, so ist der Centriwinkel des Spiegels

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h_2}{a_1} = 1 - \frac{6{,}24}{9{,}5} =$$

$$= 1 - 0{,}5516 = 0{,}4484, \text{ also}$$

$$\alpha = 63^\circ 39'$$

Lassen wir aber auf eine Kranzstunde des Rades 20' des Mechanismus eine abfließende Wasserstrahl um 20° von der Radtangente abweichen, also $\alpha = 43^\circ 39'$ so sind die Coordinaten des Schwerpunkts vom Gerinnbalkenquerschnitt:

$$k = \frac{c^2 \sin \alpha \cdot 43^\circ 39'}{2g} = 1{,}6 \cdot 0{,}69025 = 1{,}104'$$

$$\text{a } l = \frac{c^2}{2g} \cdot \cos \alpha \cdot 87^\circ 18' = 1{,}6 \cdot 0{,}999 = 1{,}598' = 1{,}6'$$

Das Wasser steht über der Schaufelkante

$$h_1 - k = 1{,}76 - 1{,}104 = 0{,}756' \text{ a } x$$

die Wandungshöhe $= x$ so ist

$$Q = \mu c x \sqrt{2g\left(0{,}756 - \frac{x}{2}\right)}$$

also $x = \frac{Q}{\mu c \sqrt{2g(a,756 - \frac{x}{2})}} \quad \frac{20}{a,9 \cdot 4,37 \cdot 7,96 \sqrt{0,945 - \frac{x}{2}}}$

$= \frac{20}{4,103 \cdot 7,96 \sqrt{0,945 - \frac{x}{2}}}$ d. i. mit hinl. 0,655'

o. Durch allmählig fortgesetzte Bestimmung von x in obd. Ausgleichungsformel gewinnen wir:

$x = 0,78'$

Demnach ist die Gesammtleistung:

$L = \left(\frac{(c \cdot \gamma f \cdot p - v)v}{g} + h_2\right) Q \gamma =$

$= \left(\frac{(10 \cdot 0,8 \cdot 20^c - 8,93)8,75^c}{31,25^c} + 6,74\right) 20 \cdot 66.$

$= (0,182 + 6,74) 20 \cdot 66 = 6,922 \cdot 20 \cdot 66.$

$= 456,852 \cdot 20 = 9137,04$ Fuß ℔

$= 57,916$ Pferdekräfte

die effective Leistung aber ist:

$L = Q h \gamma = 20 \cdot 8 \cdot 66 = 10440$ Fuß ℔

$= 19,2$ Pferdekräfte

o der Wirkungsgrad:

$\eta = \frac{57,916}{19,2} = 0,93.$ wie oben

allerdings muß eine sehr viel durch Reibung o. Wasserverlust verminderte wird.

Die Arbeit der Reibung finden wir wie folgt:

Reibungsarbeit: $G = 3000 \frac{L}{\varepsilon \mu} = 3000 \frac{15,5}{0,5 \cdot 42}$

$= \frac{3000 \cdot 310}{42} = \frac{930000}{42} = 22143$ ℔

der Zapfenhalbmesser $= 0,002$ Fuß

$= 0,002 \cdot 105,2 = 0,21$ Fuß o. der

entsprechende Arbeitsverlust durch Reibung: $= \frac{r}{a} f G v = \frac{0,21}{9,5} \cdot 0,1 \cdot 22140 \cdot 8,75$

$= \frac{2214 \cdot 8,75 \cdot 0,21}{9,5} = 427,75$ Fuß ℔

also der Wirkungsgrad:

$\eta = \frac{8709,49}{10440} = 0,843.$

Aufgabe N° 9

Für ein Gefälle von 16' 7" eine Jonvalsche Turbine von 20 Pferde-kräften anzuordnen & zu berechnen.

Auflösung zu N° 9

Der Nutzeffect einer Jonvalschen Turbine ist im Allgemeinen:

$$\eta = 0{,}65 \text{ bis } 0{,}70$$

Man nimmt: 0,65 für sie:

$$20 \cdot 570 = 0{,}65 \cdot Q \cdot 16 \cdot 66$$

$$5 \cdot 570 = 0{,}65 \cdot Q \cdot 4 \cdot 66$$

$$2550 = 2{,}6 \cdot Q \cdot 66 \text{ ;}$$

$$Q = \frac{2550}{66 \cdot 2{,}6} = \frac{2550}{171{,}6} = 14{,}86^{c'} \text{ d.i.}$$

der nöthige Wasserschatz 1000 Fuß

Man nimmt an, es sei $Q = 14{,}5^{cf}$ nöthig. Man ist nun $\beta = 105$; $\delta = 20°$ d.i. der Ausflußwinkel α

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} \beta + \frac{1}{\sin \delta}$$

$$= -0{,}26795 + \frac{1}{0{,}34202}$$

$$= -0{,}26795 + 2{,}92380 = 2{,}65585$$

$$\text{d.i. } \alpha = 20°38'$$

Wie nun $\zeta = 0{,}15$; $k = 0{,}10$ als Wider-standscoefficienten, so ist die wirkliche Ausgangsgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{2\frac{\sin \beta \cdot \cos \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} + \zeta\left(\frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)}\right)^2 + k}}$$

$$= \frac{31{,}624}{\sqrt{1{,}8167 + 0{,}1413 + 0{,}1000}} = \frac{31{,}624}{\sqrt{2{,}058}}$$

$= 22{,}04'$; dieses ist die Einheitsausgangsgeschwindigkeit.

$$c = \frac{v \sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{22{,}04 \cdot \sin 105°}{\sin 84°22'} = 21{,}4'$$

Man die Querschnitte:

$$F = \frac{Q}{c} = \frac{14{,}5}{21{,}4} = 0{,}6776 \text{ □}'$$

$$F_2 = \frac{Q}{v} = \frac{14{,}5}{22{,}04} = 0{,}6579 \text{ □}'$$

Ist nun das Verhältniß $\frac{\delta}{\eta} = \gamma = \frac{5}{4}$ so ist der mittlere Ausflußquerschnitt:

$$\eta = \sqrt{\frac{F_2}{2\pi \gamma \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{0{,}6579}{\frac{2\pi}{5} \cdot \sin 20°38'}}$$

$$= 0{,}9582'$$

u. $d = v.t = \frac{0,9582}{3} = 0,3194'$

die Fallhöhe e ist nun $= \frac{d}{2} = 0,1597'$

u. die Schnelligkeit:

$$n = \frac{F}{2e} = \frac{0,6776}{0,3194 . 0,1597} = 13,3,$$

besser ist es jedoch $n = 16$ zu nehmen.

die Breite b ist $= d = 0,3194'$ zu machen.

Das Gerinne sei etwas größer als

$$t + \frac{d}{2} = 1,1979 \text{ etwa} = 1,2'$$

u. sein Querschnitt $= \pi r^2 = 1,44 . 3,1416 =$

$= 4,5239 \square'$

die Geschwindigkeit $w_1 = \frac{16}{4,524} = 3,537'$

u. die entsprechende Geschwindigkeitshöhe

$$\frac{w_1^2}{2g} = 0,016 . 3,537^2 = 0,2'$$

Die Leistung dieses Rades bei voll-

kommen offenem Schieber ist.

$$L = \left(h - \left[\zeta c^2 + k c_1^2 + (c v . \sin \tfrac{\delta}{2})^2 + w_1^2\right] \tfrac{1}{2g}\right) Q \gamma$$

$$= \left(16 - \left[0,15 . 22,4^2 + 0,5 . 22,04^2 + (44,08 \sin 10^\circ)^2 + 3,537^2\right] \tfrac{1}{19}\right) 14,5 . 66$$

$$= \left(16 - \left[68,6976 + 48,576 + 58,59 + 12,5104\right] \tfrac{1}{19}\right) 14,5 . 66$$

$$= (16 - 3,014) 14,5 . 66 = 12,986 . 14,5 . 66 =$$

$= 12425,6$ Fußpfd. $= 1437$ Pferdekraft

u. der Wirkungsgrad ohne Rücksicht auf

Seitenverluste:

$$\eta = 0,877.$$

Aufgabe No 10.

Wenn soll für eine Wasserkraft von 160 Pferdekraft u. 4' Gefälle einen einfach wirkenden Wasserstrahlmotor construiren u. berechnen.

Berechnung zu No 10.

Ist die Arbeitsgeschwindigkeit $v = 1,75'$

so ist der Inhalt des Druckbalkens:

$$F = \frac{2Q}{v} = \frac{2 . 4}{1,75} = 4,57 \text{ □}'$$

u. ist die Geschwindigkeit in den Einfall-

u. Ausgußröhren $v_1 = v_2 = 8'$ so ist

der Querschnitt dieser Röhren

$$F_1 = \frac{2Q}{v_1} = \frac{2 . 4}{8} = 1 \text{ □}'$$

Der Durchmesser des Druckbalkens

ist demnach:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{18,28}{\pi}} = 2,412' = 28''$$

u. der der Einfall- u. Ausgußröhren

$$D_1 = D_2 = \sqrt{\frac{1}{3,1416}} = 1,1283' = 13''$$

Höhe des Holzgerüstes 40 Fuß über dem mittleren Wasserstande, also $h_2 = 40$ Fuß

$$h_1 = h + h_2 = 200'$$

Ferner die Spannlänge des Gefällrohres $= 250'$, die des Holzgerüstes aber $= 56'$ bei 28" Wasserrohrweite.

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}7854 \cdot \frac{49}{9} = 4{,}276\,\square'$$

$$\text{u. } v = \frac{2Q}{F} = \frac{8}{4{,}276} = 1{,}8709'$$

Ferner die Geschwindigkeit pro min. 5 Fuß, so ist der Fall

$$t = \frac{60 \cdot v}{2n} = \frac{60 \cdot 1{,}8709}{10} = 11{,}2254'$$

Ferner die Breite des Leitungsbrunnens mit Zwischenbalken $= \frac{1}{9}d = 3\frac{2}{9}$" so ist die Höhe der Zwischenbalkenmeißung nach folgender Rechnung:

$$4f \cdot \frac{b}{d}(h_1 + h_2) = 4 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{1}{9} \cdot 200 = \frac{200}{9} = 22{,}222\ldots'$$

u. das auf ruhigem Gefälle ist:

$$= h - 4f\frac{b}{d}(h_1 + h_2) = 180 - 22{,}222 = 157{,}889'$$

Zur Berechnung der gesammten Widerstände müssen wir die Coefficienten K_1 u. K_2 berechnen. Es ist für das Gefällrohr

$$K_1 = \zeta \frac{l_1}{d_1} + \frac{\partial_1^2 l_1}{\partial_1^2 s} + \zeta_1 \frac{\beta_1}{\pi} + \zeta_2 + \zeta_3 \text{ u.}$$

u. für das Holzgerüst

$$K_2 = \zeta \frac{l_2}{d_2} + \frac{\partial_2^2 l_2}{\partial_2^2 s} + \zeta_1 \frac{\beta_2}{\pi} + \zeta_2 + \zeta_4 + \zeta_5$$

wobei $\zeta = 0{,}004$, $\frac{l_1}{d} = \frac{250 \cdot 12}{13} = 231$;

$\frac{l_2}{d_2} = \frac{56 \cdot 12}{13} = 52$, ferner

$$\zeta \frac{l_1}{d_1} = 4{,}851 \text{ u. } \zeta \frac{l_2}{d_2} = 1{,}092.$$

$$\frac{\partial_1^2 l_1}{\partial_1^2 s} = \frac{13^2 \cdot 250}{28^2 \cdot 11{,}2254} = 4{,}8062.$$

$$\frac{\partial_2^2 l_2}{\partial_2^2 s} = \left(\frac{13}{28}\right)^2 \cdot \frac{56}{11{,}2254} = 1{,}09535.$$

Ferner die Reibung mit dem Falle.

messer $a = 4'$ gebogen, also $\frac{a}{\beta} = \frac{1}{44}$ so ist der Coefficient des Reibungsmoments mit Rücksicht auf die Schaufeln

$\zeta_1 = 0{,}152$.

Nehmen wir für's Erste an, Reibung finde nicht statt, also $\frac{\beta_1}{\pi} = \frac{\beta_2}{\pi} = \frac{270}{180} = \frac{3}{2}$ so ist $\zeta_1 \frac{\beta_1}{\pi} = \zeta_1 \frac{\beta_2}{\pi} = 0{,}152 \cdot \frac{3}{2} = 0{,}228$

zu setzen.

Für 2 aufeinanderfolgende Schaufelungen der Turbine, d. h. Raumengleichen ist $\zeta_2 = 2$ zu setzen, d. h. der Querschnitt des Raumkolbens gleich dem des Einfallsr., d. h. Conuscontraction eintritt, so ist

$\zeta_3 = \left(1 - \left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2\right)^2 = (1 - 0{,}2156)^2 = 0{,}7844^2 = 0{,}6153$.

$\zeta_4 = 0{,}44$ d. h. für ganz scharfe Eingänge, wenn ist $\zeta_5 = 0$, also

$K_1 = 4{,}851 + 4{,}0004 + 0{,}228 + 2 + 0{,}6153 = 12{,}495$

$K_2 = 1{,}092 + 1{,}0754 + 0{,}228 + 0{,}44 = 4{,}835$.

Nun ist das Verhältniß der Geschwindigkeiten zur Wirkungsgrad:

$$\nu = \sqrt[3]{\frac{K}{K_2}} = \sqrt[3]{\frac{12{,}495}{4{,}835}} = 1{,}3713 = \frac{7}{5}$$

Nun ist die Höhe der übrigbleibenden Druckhöhe

$$= h - \left[4 + \frac{6}{2}(h_1 + h_2) + \left(\frac{K_1}{\nu^2} + K_2\right)\left(\frac{\nu+1}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{1}{\nu}\right]\left(\frac{40}{\nu^2}\right)$$

$= 137{,}889 - 5{,}970 = 131{,}919$

oder der Wirkungsgrad ohne Reibung:

$$\eta = \frac{131{,}919}{160} = 0{,}8245.$$

Die Leistung:

$L = 34826{,}6$ Fußpfund

$= 63{,}28$ Pferdekräfte.

Aufgabe № 11.

Es ist die Berechnung u. Construction eines Dampfkessels von 22 Pferdekräften zu vollziehen.

Auflösung zu № 11.

Wenn wir annehmen, daß die Berechnung u. Construction eines Kessels 8% der Leistung betragen, so muß die Dampfmaschine, die wir zu bauen haben, 22 Pferdekräfte leisten.

Die Dampfmaschine, die wir zu construiren haben, sei eine doppelt wirkende Maschine mit Expansion u. Condensation, vorläufig u. habe im Kessel eine Dampfspannung von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären u. die Condensation von 10 Atmosphären. Ist η der Wirkungsgrad der Maschine, so ist

$$L = \eta . 144 . Q . p_0 \left(1 + \ln \varepsilon - \frac{\varepsilon p_0}{p_0}\right)$$

Nehmen wir noch das Expansionsverhältniß $\varepsilon = \frac{s_1}{s} = \frac{8}{3}$ an, so ist

$$Q = \frac{L}{\eta . 144 . p_0 \left(1 + \ln . \frac{\varepsilon p_0}{p_0}\right)}$$

Für η sei $= 0{,}36$, $L = 22$, $p_0 = 3{,}5$, $p_0 = 0{,}1$ ist, so haben wir

$$Q = \frac{22 . 550}{0{,}36 . 144 . 3{,}5 (1{,}9046 . 1{,}505)} = \frac{22 . 550}{3455{,}97 . 1{,}505} =$$

$$= 2{,}16 \text{ Cbfß. pro Sec.}$$

Für eine Dampfmaschine von 22 Pferdekräften ist die Kolbengeschwindigkeit

$$v = 40 \text{ Fuß} = 3\tfrac{1}{3}'$$

Bei einer der größten Räume $= 6 = \frac{3}{10}'$ ist die Kolbenfläche:

$$F = \frac{2{,}16 . 3}{3\frac{1}{3} . \frac{11}{10}} = \frac{2{,}16 . 3}{10 . \frac{11}{10}} = \frac{2{,}16 . 3 . 10}{11} =$$

$$= \frac{12{,}96}{11} = 0{,}6545 = 0{,}62 \square'$$

u. die Cylinderweite

$$D = \sqrt{\frac{4 . 0{,}62}{3{,}1416}} = \sqrt{\frac{2{,}48}{3{,}1416}} = 0{,}888' = 10{,}65''$$

Nun ist die Geschwindigkeit pro Min. nach der Tabelle pag. 612 $n = 22$.

Summe der Heizflächen:

$$S_1 = \frac{20 \cdot v}{n} = 4{,}5'$$

der Fall nach der Abspannung

$$S = \frac{S_1}{i} = \frac{4{,}5 \cdot 3}{8} = 1{,}7'$$

Die Signalindmessvorrichtung M_1 giebt uns mit andern Temperaturen θ auf Watt:

$$M_1 = \frac{640 - t_2}{t_1 - t_0} \cdot \frac{Q}{\theta} \text{ Cubikfuß}$$

Hier ist t_2 die Temperatur des Signalmessers ~~[illegible]~~ 12° & t_1 die im Innern des Condensators 35°, für die 5½ Atmosphären = 535 °.

$$M_1 = \frac{605}{23} \cdot \frac{2{,}16}{535} = 0{,}106 \text{ Cubikfuß pro}''$$

Das Gesammtvolumen ist demnach

$$M = 0{,}004\,c' \text{ pro Sec.}$$

Bei Wiederholung des Abreißens der Signalerzeugung:

$$V_1 = 0{,}13 \cdot F_s = 0{,}13 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}62$$
$$= 0{,}137\,c'$$

Da Y' proportional mit Querschnitt d. Rohr ist, so der höheren Stoß die Anwendung des Balancierventils bestimmt wird, so ist alles Andere später leicht zu finden. Ebenso ist der Erhitzungsraum des Speisewassers:

$$F_2 = \frac{2}{n} \cdot F_s = \frac{2 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}62}{535} = 0{,}0039\,c'$$

Die Dimensionen des Luft-Dampfmessgewichts kann man folgendermaßen. Man wird auf Watt Q_3 der Pressung der Spannung:

$$Q_3 = \frac{288}{n} \cdot F_s = \frac{288}{535} \cdot 1{,}08 = 0{,}581\,c'$$

so wird das Volumen des Condensators durch: $\frac{F_s}{3} = \frac{1{,}7 \cdot 0{,}62}{3} = 0{,}36\,c'$

Wird der Fall der Luft-Dampfmessgewichts in der Winkel $\frac{1}{2}$ 1,7 Fuß

die Bodenfläche: $\frac{0{,}581}{2{,}25} = 0{,}258$

so der Durchmesser $d = 0{,}43' = 5{,}16''$

Der Querschnitt des Druckrohrs ist $\frac{1}{25}$ der Kolbenfläche $= F_1 = 0{,}0248 \square'$ d.h. seine Druckweite $= 0{,}178' = 2{,}139''$

Das Kolbenhub nehmen wir als Mittel

$$l_1 = \frac{1}{7} D = \frac{2{,}0888}{7} = \frac{1{,}776}{7} = 0{,}254' = 3{,}048''$$

Die Hubzahl setzt mit dem Pumpenwasser entnommenen Dampfquantum Q o der Hubhöhe $h = \frac{1}{n} Q_1 \rho \square'$

$Q = 3600 . 4{,}6 . \gamma$ wo $\gamma = \frac{66}{4} = 0{,}1254$ das Füllungsverhältniß ist, $\therefore h = 2400 \square'$ die Hubhöhe.

Nach der Regel, welche für Hochdruckmaschinen mit Condensation 120' Hubhöhe auf die Secunde rechnet, ist $h = 22 . 12 = 264 \square'$, wird diese also weit 2500' nehmen.

Der Arbeitsmodus giebt bei Anwendung des Kessels für jede normalle Schnellbremse 7,78 pr. C' Dampf 4,85 C' nach der Wasserpumpe o 2,93 nach der Dampfpumpe treiben, also

$Q_1 = 7{,}78 . 22 = 171{,}1$ C' Dampf $106{,}7$ C' nach der Wasserpumpe o $64{,}4$ C' nach der Dampfpumpe treiben.

Pumpe mit einem Wasserkolben und Condensation bezeichnen mit η o l Kolbenweite o Länge des Kolbens, η o l aber die der Condensation o sind dann η_1 o l_1, man hat:

$\eta_1 = 0{,}44 . \eta$ o $l_1 = l = 100$ Zoll

$\eta = 0{,}1106 \sqrt{F}$ o etc

$= 0{,}1106 . 15{,}81 = 1{,}749 = 1\frac{3}{4}'$

o $\eta_1 = 0{,}44 . \eta = 0{,}7'$

Statt nun aber den Wasserkolben ein Ventil um 4" über den untersten Punkt des Hubhöhe Sich bewegen lassen

Dann $\therefore l = 17{,}5'$

Ferner folgt die Stärke

$e = 0{,}0015 . p . d + 0{,}5$,

wo $p = 3{,}5 - 1 = 2{,}5$ Atmosph. $d = 1{,}75 . 12 = 21''$ Par.

$e = 0{,}0015 . 21 . 2{,}5 + 0{,}5 = 0{,}18'' = 0{,}2''$

Nach dem zweckmäßigen Verhältniß ist die Stärke über dem Kopf $= \frac{1}{2} 0{,}2 = 0{,}3''$, am Kopfe am Kolbenhalse $= 1{,}2 . 0{,}2 = 0{,}24''$ nim.

Die Cylinderwandstärke ist:

$e = 0{,}005 p . d + \frac{5}{6} \frac{p d}{k} = 0{,}005 . 2{,}5 . \frac{32}{3} = \frac{0{,}0125 . 32}{3} = 0{,}0666 \ldots = 1''$

Die Schmiedeeisernen Kolbenstangen erhält einen Durchm. von $d_1 = \frac{d}{14} \sqrt{p} = \frac{32}{12} \sqrt{3{,}4} = \frac{16}{20} \sqrt{3{,}4} = 1{,}84''$ also etwa $2''$

Die Zugkraft der Kolbenstange ist $P = 3{,}4 . 0{,}62 . 1069 = 1568{,}036$ Pfd. Das Gewicht der Kolbenstange sammt Kolben $= 150$ Pfd. so die Zugkraft etwa 1620 Pfd. Daher die Stärke zu berechnen für die Kolbenstange:

$d_1 = 0{,}034 \sqrt{1620} = 0{,}034 . 68 = 2{,}3''$

Die Stärke der Kurbelwelle ist $= \frac{10}{7}$ dem $= 3{,}3''$, die Stärke der Zapfen: $d = 0{,}07 \sqrt{P} = 4{,}76 = 5''$

Die halbe Balancierlänge ist $= \frac{3}{2} s_1 = \frac{3}{2} . 4 = 6\frac{3}{4}'$, die Höhe in der Mitte $= 2\frac{1}{4}'$, am Ende $\frac{3}{4}'$

Die Dicke $= 9 . 4 . 0{,}0018 = 0{,}0729' = 0{,}8748'' = 1''$. Die Breite der Cylinderwand $= 2''$

Die Halbmesser des Balanciers ist $= 1{,}35' = 1'4{,}2''$, die Querlänge $= 3{,}15' = 3'18''$

Der Halbmesser des Schwungrades ist $= \frac{3}{2} s = 6\frac{3}{4}'$, seine Breite ist pro Mird $= 10 = 12$, also die

Berechnung geschieht nach: $c = \frac{\pi . n . r}{30} = 15,5'$

d. h. die Leistung der Schachtmaschine = dem

$\frac{1}{32}$ der Last der Wasserhaltungsmaschine

d. h. = der Last der Wasserhaltungsmaschine

$G = \frac{100000 . 22}{\frac{1}{32} . 22 . 15,5^2} = \frac{3200000}{2955,25} =$

$= 1084$ ℔. Die Breite des Seiles

ergiebt sich

$d = 0,5 \sqrt{1084 q} = 0,5 . 40,9'' = 12,4''$

d. die Dicke $e = \frac{1}{2} d = 6,2''$

Wenn wir 6 Bolzen d. gehen

jedem 1 einen Querschnitt von 1,9□''

Die Stärke des Spannungsmuffen ist

für die Leistung = 22 Pferdekraft, a Umdrehungen

$d = 6 \sqrt[3]{\frac{22}{n}} = 6''$, die Zapfenstärke ist

für 140 Umdr. = 4,8'', die Länge des

Zapfens d. h. = 6''.

Da die Seile bei der Dampf-

gegenge 4' Durchmesser haben, d. die

Dampfmaschine 22 Seile aufwickelt, so

bei einem Seilbüchsendurchmesser von 8'

ein Seilvorlauf zugelassen von dem Um-

fange $\frac{1}{4,6}$ nöthig. Dieser Berechnung

entspricht $\psi = \frac{n_1}{n_2} = \frac{22}{4,6}$ Umgänge, also

$n_2 = \psi n_1 = \frac{22}{4,6} = 4,78 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{r_1}{r_2}$

d. h. Seilhaspel r_1 hat 30'' also

$r_2 = 30 . 4,6 = 138''$.

Nimmt man die Entfernung der 2 Achsen

$= e = 168''$, die Berechnung geschieht

nach $c = \frac{\pi . 138 . 4,78}{12 . 30} = 8,635'$,

wobei die Stärke der Zapfen

Zapfen bei der Stärke $b = 1\frac{1}{4}''$ wegen

der Stärke $= 1,25 . 2,5 = 2,625''$.

Wird nun r_1 d. $\frac{1}{2}$ durch die Spindel, so

ergiebt sich $n_1 = 11,428$ d. $52,57$ also

$n_1 = 72$ d. $n_2 = 330$ die Anzahl der

Zähne beider Räder