

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	47/48 (1906)
Heft:	25
Artikel:	Die Bestimmung der Kranzprofile und der Schaufelformen für Turbinen und Kreiselpumpen
Autor:	Prášil, F.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-26207

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

lager auf Fels abstützen, und da könnte man manchmal sehr lange suchen.

3. Die *muldenförmige Anlage der Sperrenkrone* (nach meiner Meinung übrigens ein untergeordneter Punkt) wird schon durch Salis¹⁾ bekämpft, weil durch eine breite horizontale Anlage der Krone der Fuss der Sperre weniger zu leiden hat, als wenn das Wasser auf die Mitte konzentriert wird. Ebenso ist Salis gegen eine *muldenförmige* Konstruktion der Schalen²⁾, wie sie Prof. Heim befürwortet, weil die Schale durch die Konzentration des Wassers in der Mitte am schnellsten durchgesägt wird.

Vorstehende Ausführungen kurz zusammengefasst, gelange ich zu folgenden Resultaten:

Die Mängel, die an der Flibachverbauung zutage getreten sind, bestanden darin, dass Schalen anstatt Sperren angewendet wurden und dass einzelne Sperren nicht hinterfüllt waren.

Das Prinzip der Fixierung einzelner Punkte ist am Flibach nicht angebracht.

Der zur Anwendung gekommene Grundsatz, die Geschiebebildung zu verhindern, ist der einzige richtige.

St. Gallen, im Dezember 1906.

F. Bersinger, Kantonsingenieur.

* * *

Unserer Uebung gemäss brachten wir die Erwiderung des Herrn Kantonsingenieurs Bersinger zur Kenntnis des Verfassers des Artikels, Professor Dr. Albert Heim, der uns ersucht, folgende darauf bezügliche, tunlichst kurz gehaltene Bemerkungen aufzunehmen:

1. Herr Bersinger sagt, es sei im Kanton St. Gallen noch nicht vorgekommen, dass Sperren in der Mitte herausgedrückt wurden. Am Flibach sind aber von den acht obersten, geraden Sperren tatsächlich sechs in der Mitte herausgedrückt worden, wobei in fünf Fällen Sohle und Flanken unzerstört geblieben sind. Es war weder Unterspülung noch Hinterspülung vorhanden; an dieser Tatsache ist nichts zu ändern.

2. Zwischen den zum Teil gebliebenen und zum Teil gestürzten Talsperren 3, 4, 5 usw. und unterhalb No. 10 stehen tatsächlich heute noch viele Stücke vertikaler Parallelmauern erhalten. Aus den Worten des Herrn Bersinger muss ich schliessen, dass dies zum Teil nicht Reste von eigentlichen „Schalen“, wie ich angenommen hatte, sondern nur von Längsmauern zwischen den Talsperren sind. Nach meiner Ueberzeugung wird der begangene Fehler dadurch nicht geringer.

3. Gewiss handelt es sich im Flibach-Sammelgebiete darum, „die Geschiebebildung zu verhindern“. Das eben sollen und können richtig gebaute Talsperren tun. Herr Bersinger weiss doch, dass wir die Talsperren nicht wegen dem Bischen Geschiebe bauen, das dahinter liegen bleibt, sondern wegen der dadurch erlangten Erhöhung und Sicherung der Talsohle vor Einschneiden und dadurch *Verhinderung der geschiebeliefernden Nachrutschung der Gehänge*.

4. Indem ich den Baurest No. 1 meines Bildes für den Rest einer obersten Talsperre, statt blos des Einlaufes der zerstörten Schale angesehen habe, war ich im Irrtum. Im Uebrigen halte ich an meiner Darstellung in No. 21 der „Bauzeitung“ fest, ohne noch mehr auf das Einzelne einzutreten.

5. Es freut mich sehr, dass Herr Bersinger nun zugeibt, dass die Anlegung von Schalen anstatt Sperren im Sammelgebiet ein Fehler war, und dass die Verbauung nicht wieder so hergestellt werden soll, wie sie vor der Zerstörung gewesen ist.

Alb. Heim, Prof.[“]

¹⁾ Das schweiz. Wasserbauwesen, Seite 39, Absatz 2.

²⁾ Das schweiz. Wasserbauwesen, Seite 51, Absatz 2.

Die Bestimmung der Kranzprofile und der Schaufelprofile für Turbinen und Kreisel-pumpen.

Von Professor Dr. F. Prášil in Zürich.

(Schluss.)

Ausser dieser einfachen Bewegungsform gibt es noch eine Reihe anderer Formen, die unter die oben erwähnten Lösungen der zweidimensionalen Probleme zählen; auf diese kann jedoch hier nicht näher eingetreten, sondern nur noch eine Serie von Bewegungsformen besprochen werden, die in Folgendem weitere Verwendung finden sollen.

Diese Serie wird dadurch charakterisiert, dass bei jeder ihrer Formen das Geschwindigkeitspotential eine Funktion von ur ist.

Es sei $F = f(ur)$ diese Funktion. Dann folgt:

$$v = \frac{\partial F}{\partial r} = f' \cdot \frac{\partial ur}{\partial r}; \quad \frac{\partial v}{\partial r} = f' \cdot \frac{\partial^2 ur}{\partial r^2} + f'' \cdot \left(\frac{\partial ur}{\partial r} \right)^2$$

$$u = \frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial \varphi} = f' \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial ur}{\partial \varphi}; \quad \frac{\partial u}{\partial \varphi} = f' \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial^2 ur}{\partial \varphi^2} + f'' \cdot \frac{1}{r} \left(\frac{\partial ur}{\partial \varphi} \right)^2.$$

Diese Werte in die Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial v}{\partial r} + \frac{v}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$$

eingesetzt, gibt:

$$f' \frac{\partial^2 ur}{\partial r^2} + f'' \left(\frac{\partial ur}{\partial r} \right)^2 + \frac{1}{r} f' \frac{\partial ur}{\partial r} + \frac{1}{r^2} f' \frac{\partial^2 ur}{\partial \varphi^2} +$$

$$+ \frac{1}{r^2} f'' \left(\frac{\partial ur}{\partial \varphi} \right)^2 = 0.$$

Diese Gleichung wird erfüllt, wenn gleichzeitig:

$$f'' \cdot \left[\left(\frac{\partial ur}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial ur}{\partial \varphi} \right)^2 \right] = 0 \text{ und}$$

$$f' \cdot \left[\frac{\partial^2 ur}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial ur}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 ur}{\partial \varphi^2} \right] = 0 \text{ werden.}$$

Die beiden Produkte werden gleichzeitig = Null mit $f' = 0$, also $f' = k = \text{konstant}$ und

$$\frac{\partial^2 ur}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial ur}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 ur}{\partial \varphi^2} = 0 \quad \dots \quad (a)$$

Mit $f' = k$ folgt $f(ur) = k(ur) = F$.

Nun ist $ur = \frac{\partial F}{\partial \varphi}$, also $ur = k \frac{\partial ur}{\partial \varphi}$, woraus sich durch

$$\frac{ur - q_0}{k} + \frac{Z'}{r} \cdot e^{\frac{ur - q_0}{k}} + \frac{Z}{r^2} \cdot \frac{1}{k^2} e^{\frac{ur - q_0}{k}} = 0 \text{ oder}$$

$$Z'' + \frac{Z'}{r} + \frac{Z}{r^2 k^2} = 0 \quad \dots \quad (b)$$

Man erhält somit als allgemeine Gleichung für das Geschwindigkeitspotential der durch $F = f(ur)$ charakterisierten Serie von ebenen Bewegungsformen

$$F = k \cdot Z \cdot e^{\frac{ur - q_0}{k}} \quad \dots \quad IX$$

mit $k = \text{konstant}$ und Z aus der Gleichung b bestimmt.

Ist k eine reelle positive oder negative Zahl, so folgt durch Integration von b

$$Z = a \left[\sin \left(\frac{1}{k} \lg. \text{nat} \frac{r}{\varphi} \right) \right],$$

wobei a und φ die Integrationskonstanten sind, und wenn man $ak = A$ einführt:

$$F = A \cdot \left[\sin \left(\frac{1}{k} \lg. \text{nat} \frac{r}{\varphi} \right) \right] e^{\frac{ur - q_0}{k}} \quad \dots \quad X.$$

Hieraus folgt unter Anwendung derselben Operationen wie früher:

$$v = \frac{\partial F}{\partial r} = \frac{A}{r \cdot k} \left[\cos \left(\frac{1}{k} \lg. \text{nat} \frac{r}{\varphi} \right) \right] \cdot e^{\frac{ur - q_0}{k}} \quad \dots \quad XI$$

$$u = \frac{\partial F}{\partial \varphi} = \frac{A}{r \cdot k} \left[\sin \left(\frac{1}{k} \lg. \text{nat} \frac{r}{\varphi} \right) \right] e^{\frac{ur - q_0}{k}} \quad \dots \quad XII$$

Es erübrigt noch zu untersuchen, welche Formen der Annahme b , also $\lambda = 0$, $\mu = 0$, $\nu = \omega$ entsprechen.

Im Kapitel II wurde der Grundsatz abgeleitet, dass bei Bewegungsformen solcher Art für die Absolutbewegung ein Geschwindigkeitspotential existiert; es könnten also alle die Formen, welche für die Relativbewegung abgeleitet wurden, auch für die Absolutbewegung Verwendung finden; nun ist aber zu berücksichtigen, dass dem Zwecke der Kraftabgabe oder -Aufnahme entsprechend weder innerhalb einer Stromlinie noch im ganzen Raum konstant

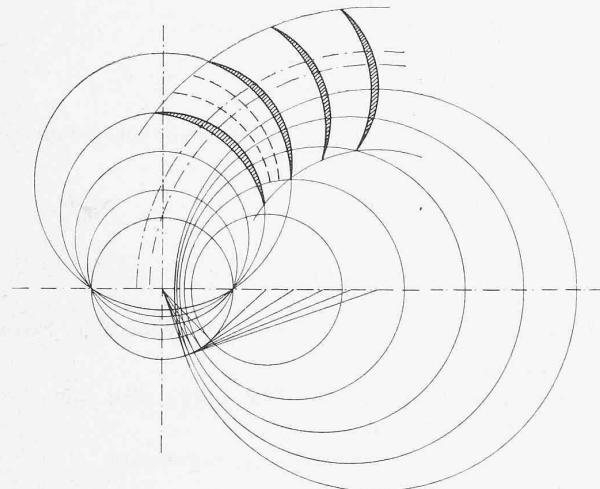


Abbildung 10.

sein darf und somit für ebene Bewegung der erste und letzte der oben behandelten Fälle ausgeschlossen sind.

Das allgemeine Geschwindigkeitspotential $F = k \cdot \lambda \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}}$ mit k = einer reellen Konstanten für die Bestimmung der absoluten Strömung genommen, führt auf brauchbare Formen, die sich in eine allgemeine Kategorie einreihen, welche im nächsten Kapitel behandelt wird. Der Ausbau der Formeln für die einzelnen Elemente der Bewegungsformen geschieht in gleicher Weise wie für die Relativbewegung. Zu beachten ist dann für den Übergang von der Absolutbewegung zur Relativbewegung, dass die Geschwindigkeits-Komponenten der letztern durch $v = v$, $u = u - rw$ bestimmt sind.

V. Kranzprofile und Schaufelformen allgemeiner Art.

Die einfachste der allgemeinen Bewegungsformen ist bestimmt, wenn in der Kontinuitätsgleichung

$$-\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{v}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$$

die Glieder $\frac{\partial w}{\partial z}$, $\frac{\partial v}{\partial r}$, $\frac{v}{r}$, $\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi}$ einzeln gleich Null werden. Soll hiebei für die Relativbewegung ein Geschwindigkeitspotential möglich sein, so muss nach den Erörterungen des ersten Kapitels $\frac{\partial w}{\partial z} = 0$, $\frac{\partial v}{\partial z} = 0$, $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$ sein und eben wegen der Existenz des Geschwindigkeitspotentials dann auch $\frac{\partial w}{\partial r} = 0$, $\frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0$, $\frac{\partial v}{\partial \varphi} = \frac{\partial u}{\partial r}$. Dies wird erreicht durch die Annahme $w = k = \text{konstant}$; $vr = k_1 = \text{konstant}$, $ur = k_2 = \text{konstant}$, entsprechend dem Geschwindigkeitspotential $F = k z + k_1 \lg. \text{nat } r + k_2 \varphi$, und es ist leicht zu ersehen, dass sich dieser Fall aus dem 1. Fall des vorigen Kapitels ergibt, wenn man die demselben entsprechenden ebenen Bewegungsformen mit konstanter axialer Geschwindigkeit fortschreiten lässt; denn es folgt

$$w = \frac{\partial F}{\partial z} = k; v = \frac{\partial F}{\partial r} = \frac{k_1}{r}; u = \frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial \varphi} = \frac{k_2}{r}.$$

Es ergibt sich nun mit $\frac{w}{v} = \frac{dz}{dr} = \frac{k}{k_1} \cdot r$ die Differen-

tialgleichung der Strömung in einer Radialebene und man erhält im gegebenen Fall durch Integration die Gleichung:

$$S = k_1 z - \frac{k r^2}{2}.$$

Diese Funktion stellt die Meridianlinien-Schar der Rotationsflächen dar, in denen die Strömung erfolgt. Es sind Parabeln mit dem Scheitel in der Z-Achse; zwei derselben können, wie dies seinerzeit in der Studie über Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshohlräumen angedeutet wurde, als Kranzprofile verwendet werden; man erkennt, dass im gegebenen Fall die einzelnen Meridianlinien und damit auch die Rotationsflächen durch Parallelverschiebung mit der Achse als Richtung vertauscht werden können. Die beiden Kranzprofile sind daher in dem Sinn parallelwandig, dass (siehe Abb. 11) dieselben in axialer Richtung gemessen überall denselben Abstand haben.

Da v und u von z unabhängig sind, können die Schaufeln als Zylinderflächen ausgeführt werden, deren Leitlinien den im vorigen Kapitel bestimmten Bewegungsformen entsprechen.

Das praktische Verwendungsgebiet solcher parallelwandigen Kranzformen wird jedoch wegen des ungünstigen Anschlusses an Zu- und Ableitung ein beschränktes sein.

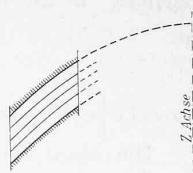


Abbildung 11.

Für Bewegungsformen, bei denen $\frac{\partial w}{\partial z}$, $\frac{\partial v}{\partial z}$ und $\frac{\partial u}{\partial z}$ im allgemeinen nicht gleichzeitig gleich Null werden, kann nach den Erörterungen des Kapitels II (2. Fall) ein Geschwindigkeitspotential für die Relativbewegung nicht existieren, wohl aber ein solches für die Absolutbewegung und es wird daher von Vorteil sein für die Betrachtung dieser Bewegungsformen zuerst von der Absolutbewegung auszugehen und daraus die Relativbewegung abzuleiten. Man hat hiebei zu beachten, dass für die Absolutbewegung

$$l = 0; m = 0; n = 0,$$

für die Relativbewegung

$$\lambda = 0; \mu = 0; \nu = \omega$$

wird und ferner, dass zwischen den Geschwindigkeitskomponenten der beiden Bewegungen folgende Beziehungen bestehen:

$$w = w; v = v; u = u + rw.$$

Führt man in die Fundamentalgleichungen A, B, C, D unter Berücksichtigung vollkommenen Beharrungszustandes die Werte von w , v und u ein, so erhält man die Fundamentalgleichungen für die Absolutbewegung.

Es wird:

$$\begin{aligned} -g - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial z} &= w \frac{\partial w}{\partial z} + v \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{u}{r} \frac{\partial w}{\partial \varphi} - \omega \frac{\partial w}{\partial \varphi} \\ -\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} &= w \frac{\partial v}{\partial z} + v \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{u}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} - \omega \frac{\partial v}{\partial \varphi} - \frac{u^2}{r} \\ -\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \varphi} &= w \frac{\partial u}{\partial z} + v \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \omega \frac{\partial u}{\partial \varphi} \end{aligned}$$

Berücksichtigt man, dass wegen

$$l = 0; m = 0; n = 0; \frac{\partial w}{\partial r} = \frac{\partial v}{\partial z}; \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial \varphi}; \frac{\partial v}{\partial r} = \frac{\partial u}{\partial r}$$

und daher $\frac{u}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \varphi} = u \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u^2}{r}$ ist, multipliziert die Gleichungen mit dz , dr und $d\varphi$ und addiert, so folgt:

$$-g dz - \frac{g}{\gamma} dp = d \frac{w^2}{2} + d \frac{v^2}{2} + d \frac{u^2}{2} - \omega d u r,$$

woraus sich unter Berücksichtigung, dass $w^2 + v^2 + u^2 = \mathfrak{C}^2$ und $-\frac{\omega}{g} d u r = d E$ = dem Differential der mechanischen

Leistung der Oberflächenkräfte pro Kilogramm strömende Flüssigkeit ist, durch Integration die Energiegleichung ergibt:

$$Z + \frac{\mathfrak{C}^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + E = \text{konstant};$$

da die Entwicklung lediglich die Existenz eines Geschwindigkeitspotentials für die absolute Strömung voraussetzt, so ergibt sich, dass die-

selbe allgemein für den ganzen Inhalt gilt und nicht etwa nur auf eine Stromschicht oder Linie beschränkt ist.

Es erscheint nun auch für die allgemeinen Formen angezeigt, Geschwindigkeitspotentiale zu verwenden, die Funktionen von ur sind.

Nimmt man also $F = f(ur)$ so ergibt sich aus der Kontinuitätsgleichung, wie auf Seite 298, die Doppelbeziehung

$$f'' \left[\left(\frac{\partial ur}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial ur}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial ur}{r \partial \varphi} \right)^2 \right] = 0$$

$$f' \left[\frac{\partial^2 ur}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 ur}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial ur}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 ur}{\partial \varphi^2} \right] = 0$$

und es müssen daher gleichzeitig $f'' = 0$ und der Klammerausdruck der zweiten Beziehung gleich Null werden; dies führt analog wie für ebene Bewegung zur allgemeinen Gleichung des Geschwindigkeitspotentials

$$F = k \cdot \chi \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad I$$

worin χ nur mehr eine Funktion von r und z und aus der partiellen Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 \chi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \chi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \chi}{\partial r} + \frac{\chi}{r^2 k^2} = 0 \quad \dots \quad II$$

zu bestimmen ist.

Die Gleichung II kann unter anderem erfüllt werden durch Funktionsformen für χ , wie solche in der Studie über Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshohlräumen für die Bestimmung der Potentialfunktion einfacher Strömungen abgeleitet wurden; insbesondere fruchtbar ist die Form $\chi = a \cdot Z \cdot R$, wobei Z nur mehr eine Funktion von z und R eine Funktion von r ist.

Mit $Z = \cos \frac{z}{z_0}$ oder $Z = \sin \frac{z}{z_0}$ wird die Gleichung II erfüllt, wenn R aus der Differentialgleichung

$$R'' + \frac{R'}{r} + R \left(\frac{1}{r^2 k^2} - \frac{1}{z_0^2} \right) = 0 \quad \dots \quad III$$

bestimmt wird; es ist dies eine Form der Differentialgleichung der Besselschen Funktionen, deren Integration durch Reihenentwicklung erfolgt.

Wählt man z. B. $Z = \cos \frac{z}{z_0}$ für die gesuchten Formen, so erhält man

$$\chi = a \cdot \cos \frac{z}{z_0} \cdot R \text{ und somit}$$

$$F = A \cos \frac{z}{z_0} \cdot R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad I'$$

Hiermit erhält man weiter:

$$w = \frac{\partial F}{\partial z} = - \frac{A}{z_0} \sin \frac{z}{z_0} R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad IV$$

$$v = \frac{\partial F}{\partial r} = + \frac{A}{k} \cos \frac{z}{z_0} R' e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad V$$

$$u = \frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial \varphi} = \frac{A}{r k} \cos \frac{z}{z_0} R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad VI$$

und man sieht, dass

$$ur = \frac{A}{k} \cos \frac{z}{z_0} R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} = \frac{1}{k} F$$

also an jeder Stelle proportional dem Werte des Geschwindigkeitspotentials ist.

Die Wahl von $Z = \cos \frac{z}{z_0}$ führt auf Profilformen, deren allgemeine Gleichung aus der Relation

$$\frac{w}{v} = \frac{dz}{dr} = - \left(\operatorname{tg} \frac{z}{z_0} \right) \frac{R}{R'} \frac{1}{z_0}$$

gefunden wird; $\frac{dz}{dr}$ ist unabhängig von φ , es sind somit die Stromlinien auf Rotationsflächen gelegen. Die allgemeine Gleichung der Meridianlinien derselben ist:

$$S = \int \operatorname{ctg} \frac{z}{z_0} dz + \frac{1}{z_0} \int \frac{R}{R'} dr = \text{konstant.}$$

Diese Gleichung kann auch geschrieben werden:

$$S = \left(\sin \frac{z}{z_0} \right) \cdot e^{-\frac{1}{z_0} \int \frac{R}{R'} dr} \quad \dots \quad VII$$

Man ersieht, dass für $\frac{z}{z_0} = \frac{\pi}{2}$ die Komponente $v = 0$ wird, während für $z = 0$; $w = 0$ wird; die Form der Stromlinien kommt, wie nebenstehende Skizze (Abbildung 12) zeigt, bereits den Kranzformen ausgeföhrter moderner Turbinen nahe.

Es wird aber mit

$\frac{z}{z_0} = \frac{\pi}{2}$ auch ur gleich Null, d. h. wenn die Schauflung derart geführt werden soll, dass an allen Austrittstellen normaler Austritt erfolgt, so müssen

Abb. 12.

die Schaufeln bis in die Ebene $z = \frac{\pi}{2} z_0$ reichen; diese Form hat auch bereits ihr praktisches Vorbild in den Turbinen von Briegleb Hansen.

Für die Berechnung der Schaufelelemente sind die relativen Geschwindigkeitskomponenten einzuführen; man erhält:

$$w = w = - \frac{A}{z_0} \sin \frac{z}{z_0} R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad VII$$

$$v = v = + A \cos \frac{z}{z_0} R' \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} \quad \dots \quad VIII$$

$$u = u - rw = \frac{A}{r k} \cos \frac{z}{z_0} R \cdot e^{-\frac{\varphi - \varphi_0}{k}} - rw \quad IX$$

sodass man wie in den früheren Beispielen alle Elemente: Linien und Flächen gleicher Geschwindigkeit, gleicher Pressung usw. berechnen kann.

Eine allgemeine Form für F ergibt sich, wenn man

$$\chi = a_n \sum_{i=1}^{\infty} \sin n \frac{z}{z_0} \cdot R_n + b_n \sum_{i=1}^{\infty} \cos n \frac{z}{z_0} \cdot R_n$$

setzt, mit a_n und b_n als konstanten Koeffizienten, und R_n bestimmt aus:

$$R''_n + \frac{R'_n}{r} + R_n \left[\frac{1}{k_0^2 r^2} - \frac{n^2}{z_0^2} \right] = 0.$$

Die Koeffizienten a und b können mit Rücksicht auf diejenigen Randbedingungen bestimmt werden, die durch spezielle Anforderungen betreffend die Strömungsverhältnisse beim Ein- und Austritt aus dem System gegeben sind. Die Möglichkeit einer Anpassung an solche Bedingungen ist dadurch geboten, dass die obige Gleichung für χ zu einer Fourier'schen Reihe wird, wenn man in den Funktionen R für r einen bestimmten Wert einführt.

Es lässt sich nun zeigen, dass, wenn einmal die Meridianlinien der Stromflächen gezogen sind, die Einzeichnung der absoluten und relativen Bahnkurven in einfacher Weise mittelst konformer Abbildungen erfolgen kann.

Wir gehen von den im III. Kapitel gefundenen Eigenschaften der konformen Abbildungen aus:

1. Die ebenen konformen Abbildungen von Rotationsflächen mit Meridianlinien gleicher Art sind ähnlich.¹⁾

¹⁾ Berichtigung: In Kapitel III ist auf Seite 291, rechte Spalte, 8. Zeile von oben, statt

$$R_b - R_a = R_0 e^{\int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{r} V_1 + f'^2} = R_0 e^{\Sigma_b - \Sigma_a}$$

zu setzen:

$$\frac{R_b}{R_a} = e^{\int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{r} V_1 + f'^2} = e^{\Sigma_b - \Sigma_a}$$

und demgemäß in Zeile 11 auch $\frac{R_b}{R_a}$ statt $\frac{R_b - R_a}{R_0}$.

2. Besteht auf einer Rotationsfläche eine Strömung, für die ein Geschwindigkeitspotential existiert, so besteht für die Abbildung ebenfalls eine Potentialfunktion.

3. Die Geschwindigkeit in einem Punkt der Rotationsfläche verhält sich zu derjenigen im entsprechenden Punkt der Abbildung wie $r : R$.

Diese Grundsätze finden noch folgende Ergänzung:

Bei $F = \chi \cdot e^{\frac{\varphi - \varphi_0}{k}}$ besitzen alle Geschwindigkeitskomponenten der Absolutbewegung den gemeinschaftlichen Faktor $e^{\frac{\varphi - \varphi_0}{k}}$; es muss dies daher auch für die Geschwindigkeitskomponenten der konformen Abbildung der Fall sein.

Daraus ist zu erkennen, dass die Stromlinien in den Rotationsflächen, in welchen die Strömung stattfindet, ebenfalls gleicher Art sind, und dass sich dieselben aus ebenen Grundformen konformer Abbildungen ableiten, bzw. konstruieren lassen.

Die Ermittlung solcher Grundformen mit Hilfe der Gleichungen I bis IX, sowie die detaillierte Anpassung dieser Grundsätze an das praktische Problem liegen außerhalb des Aufnahmgebietes einer Zeitschrift und werden deshalb Gegenstand einer selbständigen Publikation sein.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des allgemeinen Falles können, wie folgt, zusammengefasst werden:

Die Fundamentalgleichungen werden durch Strömungsformen innerhalb eines mit konstanter Winkelgeschwindigkeit um eine Achse rotierenden Systems durchaus befriedigt, wenn für deren Absolutgeschwindigkeiten ein Geschwindigkeitspotential existiert.

Ist hiebei das Geschwindigkeitspotential eine Funktion des Geschwindigkeitsmomentes ur , so sind die Flächen gleichen Geschwindigkeitspotentials Niveaumassen; es bestimmt sich die bei der Strömung umsetzte Energie aus

$$L = \frac{r Q}{g} (F_{II} - F_I) \omega \dots \dots \dots \ast$$

wobei Q das sekundlich durchströmende Wasservolumen und F_I und F_{II} die Parameterwerte der Niveaumassen sind, zwischen denen die Strömung stattfindet.

Für die Bestimmung solcher Strömungen und damit der materiellen Kanalformen gibt die Potentialtheorie die Grundlage.

VI. Spezialfall für die Profilform nach Gleichung $S = r^2 z$.

Die Meridianlinie dieser Form wurde als erste Lösung bei Bestimmung der Formen für einfache Strömungen gefunden; die Komponenten w und v der Geschwindigkeit haben bei Anwendung derselben die Werte:

$$w = 2 k_1 z; v = -k_1 r.$$

Der Kontinuitätsgleichung wird bei diesen Werten von w und v genügt, wenn $\frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$ ist; da nun auch $\frac{\partial w}{\partial \varphi} = 0$ und $\frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0$ sind, so ergibt diese Annahme Strömungsformen mit gleichen Geschwindigkeitsverhältnissen längs eines Parallelkreises; es gelten somit die Gleichungen E'' , F'' , G'' , D'' (siehe Kapitel II, 4. Fall).

Mit $\frac{\partial w}{\partial r} = 0$ und $\frac{\partial v}{\partial z} = 0$ folgt $\lambda = 0$; durch die Annahme $\mu = 0$ werden die Gleichungen E'' und F'' befriedigt; es muss dann wegen $\frac{\partial w}{\partial \varphi} = 0$ auch $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$ sein, woraus sich noch weiter ergibt, dass u nur von r abhängt (entsprechend einem schon in Kapitel II, 4. Fall ausgesprochenen Grundsatz), und dass dasselbe wegen $\frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0$ auch für v der Fall sein muss.

Es reduziert sich somit die Gleichung G'' auf

$$v \frac{dv}{dr} - (v - \omega) \frac{dw}{dz} = 0 \text{ oder}$$

$$k_1 r \frac{dv}{dr} + 2 k_1 (v - \omega) = 0,$$

woraus sich durch Integration $v = \omega + \frac{k}{r^2}$ mit k als Integrationskonstante ergibt.

Da nun $v = -\frac{1}{2r} \frac{dw}{dr}$ ist, so folgt

$$ur = -r^2 \omega - 2k \lg. \text{nat} \frac{r}{\varrho}$$

mit ϱ als einer weiteren Integrationskonstanten.

Hiermit sind alle Geschwindigkeitskomponenten der Relativbewegung bestimmt; diejenigen der Absolutbewegung ergeben sich mit:

$$w = w = 2 k_1 z; v = v = -k_1 r$$

$$ur = ur + r^2 \omega = -2k \lg. \text{nat} \frac{r}{\varrho}$$

Da v und u von z unabhängig sind, können die Schaufeln als Zylinderflächen mit Erzeugenden parallel zur Achse und darauf senkrecht stehende Leitlinien ausgebildet werden, deren Gleichung in Polarkoordinaten sich aus der Differentialgleichung

$$\frac{dr}{r d\varphi} = \frac{vr}{ur} = \frac{k_1 r^2}{r^2 \omega + 2k \lg. \text{nat} \frac{r}{\varrho}}$$

durch Integration in der Form darstellt:

$$\varphi = \varphi_0 + \left(\frac{\omega}{k_1} - \frac{k}{k_1 r^2} \right) \lg. \text{nat} \frac{r}{\varrho} - \frac{k}{2k_1} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{\varrho^2} \right)$$

wobei für $r = \varrho$, $\varphi = \varphi_0$ wird.

Die Fundamentalgleichungen A , B , C reduzieren sich in diesem Fall wegen

$$\frac{\partial w}{\partial t} = 0; \frac{\partial w}{\partial r} = 0; \frac{\partial w}{\partial \varphi} = 0, \text{ also } \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{dw}{dz} \text{ und}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0; \frac{\partial v}{\partial z} = 0; \frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0, \text{ also } \frac{\partial v}{\partial r} = \frac{dv}{dr} \text{ auf:}$$

$$-g - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial z} = w \frac{dw}{dz}; -\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} = v \frac{dv}{dr} - r \omega^2 - 2u \omega - \frac{u^2}{r};$$

$$-\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \varphi} = +2k k_1$$

durch Multiplikation mit dz , dr , $d\varphi$ und Addition erhält man:

$$-g dz - \frac{g}{\gamma} dp = d \frac{w^2}{2} + \frac{dv^2}{2} - d \frac{r^2 \omega^2}{2} - 2u \omega dr -$$

$$-\frac{u^2}{r} dr + 2k k_1 d\varphi.$$

Addiert und subtrahiert man links $d \frac{u^2}{2}$, so folgt wegen $w^2 + v^2 + u^2 = c^2$:

$$-g dz - \frac{g}{\gamma} dp = d \frac{c^2}{2} - d \frac{r^2 \omega^2}{2} -$$

$$-\left[\left(2u \omega + \frac{u^2}{r} + u \frac{du}{dr} \right) dr - 2k k_1 d\varphi \right].$$

Der Ausdruck unter der eckigen Klammer wird durch γ , dessen Ableitung nach r und die Differentialgleichung der Leitlinie identisch gleich Null und es resultiert, wie erforderlich, durch Integration die Hauptgleichung der Relativbewegung

$$z + \frac{c^2}{2g} - \frac{r^2 \omega^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \text{konstant.}$$

Aus der Gleichung

$$-\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \varphi} = +2k k_1$$

ergibt sich, dass auch in diesem Fall die Pressung längs eines Parallelkreises linear mit φ variiert. Eine Umformung ähnlicher Art wie die eben durchgeführte zeigt, dass die Energiegleichung nur je innerhalb einer Stromschicht erfüllt ist, was damit begründet ist, dass für die Bewegungsform kein vollkommenes Geschwindigkeitspotential existiert.

Lorenz legt seiner neuen Theorie der Turbinen und Kreiselräder diese Spezialform $S = r^2 z$ zugrunde, leitet aber aus seinen Aufstellungen ab, dass die Wahl des Gesetzes für das Geschwindigkeitsmoment ur nur insofern beschränkt sei, dass dasselbe lediglich als Funktion von r erscheine, wobei aber die Funktionsform eine ganz willkürliche sei. Diese Schlussfolgerung resultiert daraus, dass bei Definition der zweidimensionalen Strömung (siehe: Neue Theorie und Berechnung der Kreiselräder § 3, Seite 13)

nicht nur Gleichheit der Geschwindigkeitsverhältnisse längs eines Parallelkreises, sondern auch Gleichheit der Pressung ($\frac{\partial p}{\partial q} = 0$) angenommen wird. Dies kann jedoch nur bei *kreisender Strömung ohne Kraftabgabe* der Fall sein und steht daher mit der bezweckten Formbestimmung nicht im Einklang.

Hiemit schliesse ich, indem ich der Schweiz. Bauzeitung für die Aufnahme des Artikels und die Anfertigung der Skizzen meinen besten Dank sage.

Zürich, im November 1906.

Bebauungsplan für das Quartier de la Maladière in Neuchâtel.

Wir veröffentlichen nachstehend das Gutachten des Preisgerichtes im Wettbewerb zu einem Bebauungsplan für das Quartier de la Maladière in Neuchâtel und hoffen, in Bälde auch die prämierten Arbeiten in gewohnter Weise zur Darstellung bringen zu können.

Rapport du Jury.

Dans l'élaboration du programme du concours, le jury a tenu en première ligne à ménager et à mettre en valeur les beautés naturelles des terrains à distribuer. Trois points spéciaux étaient à sauvegarder: le Crêt, la Pierre à Mazel et les grèves naturelles des Saars. Il fallait, par contre, éviter la monotonie provenant de la prolongation des artères en ligne droite et du plan en damier du quartier de l'Est, tout en créant des raccordements faciles entre les grandes voies de communication existantes.

Dans sa séance du 1er décembre 1906, le jury a étudié les 19 projets qui étaient parvenus dans les délais voulus à la Direction des Travaux publics de la commune de Neuchâtel. Ces projets sont les suivants: 1. Révolutionnaire. — 2. Est. — 3. En avant. — 4. Sic Vido. — 5. Joran. — 6. En Bise. — 7. A l'avenir. — 8. En général. — 8. Tramway futurs. — 10. Remplissage. — 11. Terminus. — 12. Art de bâtir les villes. — 13. Timbre de 5 cent. — 14. Jaune trop vif. — 15. Timbre de 5 cent. dans un triangle. — 16. 15 novembre 1906. — 17. Un cheval. — 18. Radli. — 19. Verdure.

D'une manière générale, le jury a trouvé que l'ensemble du concours manquait d'originalité, à part quelques heureuses exceptions.

Le projet qui a attiré l'attention du jury, comme répondant bien aux besoins de l'avenir tout en dénotant une certaine recherche esthétique, est le projet N° 10, *Remplissage*. L'adoption de la rue du Manège prolongée comme artère principale devenant route cantonale, tout en lui enlevant la raideur d'une ligne droite et en la soudant à l'Ouest avec la rue des Beaux-Arts et à l'Est avec le futur port, est recommandable. Ce port nous paraît bien situé; les abords en sont faciles et offrent des surfaces suffisantes pour entrepôts. Il arrête d'une manière très heureuse toute idée de prolongation du quai dans la direction de St-Blaise. Le lotissement présente une variété permettant de réserver des terrains pour villas le long du lac et des emplacements pour industries. Mentionnons spécialement le bloc qui termine avantageusement le quartier à l'Est. Les jardins, édifices publics et rues secondaires dénotent une étude minutieuse. Le jury ferait quelques réserves sur le nivellement de la rue qui relie les Saars à la rue du Manège; on pourrait faire disparaître cet inconvénient en exhaussant la rue du Manège, ce qui aurait aussi l'avantage d'améliorer la jonction au Crêt.

Le jury propose d'accorder à ce projet le premier prix, d'une valeur de 500 Fr.

Le projet le plus caractéristique, au point de vue de l'originalité et qui coupe le mieux la monotonie du quartier de l'Est, est le projet N° 12, *Art de bâtir les villes*, qui présente de très belles qualités. L'idée maîtresse de ce projet est la communication directe du Faubourg de l'Hôpital au nouveau port, qui est bien placé; il résoud fort bien la condition du programme des terrains industriels. Il termine bien le quai et ménage des terrains au bord du lac. Ce projet présente par contre les graves inconvénients suivants: le raccordement du quartier avec la route cantonale à l'Est est défectueux et les rues sont trop étroites.

Le jury propose de décerner à ce projet un second prix de Fr. 300.

Dans le projet N° 18, *Radli*, la disposition des artères principales est bonne, surtout la jonction du quai avec les Saars, mais l'auteur n'est arrivé à ce résultat qu'en exhaussant d'une façon démesurée le niveau des rues du côté de l'Est. L'établissement d'une promenade publique à l'ex-

trémité orientale, en soudant la grève naturelle au quai, a paru une heureuse solution, mais devrait être retirée sur terre ferme et non pas construite en plein lac. Le port de commerce est mal situé et défectueux à tous les points de vue. La surface des massifs à construire a paru exagérée et insuffisamment étudiée et les terrains industriels sont complètement défaillants. Les constructions devant le Crêt devraient être supprimées, soit au point de vue esthétique, soit surtout au point de vue de la jonction de la rue des Beaux-Arts avec le quai. Le carrefour de la Maladière et de la rue du Manège est hors de proportion avec l'ensemble du quartier.

Le jury propose néanmoins, vu la conception générale de ce projet, de lui accorder un 3^{me} prix de Fr. 200.

Le jury a accordé une mention honorable au N° 16, 15 novembre 1906, en tenant compte de la bonne jonction du quai avec les Saars et de la rue du Manège prolongée avec le port, ainsi que de l'aménagement pittoresque des bords du lac. La disposition des constructions est, par contre, médiocre et la suppression du Crêt est regrettable.

Viennent ensuite par ordre de mérite les N° 17, *Un cheval*, 1, *Révolutionnaire*, et 3, *En avant*, mais qui paraissent tous inexécutables.

Dans le N° 17, les artères et les places ne sont pas en proportion avec les besoins du quartier, et l'idée de prolonger la rue des Beaux-Arts dans la direction de St-Blaise n'est pas recommandable. Dans le N° 1, le lotissement est original, mais la partie orientale est insuffisamment étudiée et ne tient pas compte de la configuration naturelle du terrain. Le N° 3 n'a d'autre originalité que les projets grandioses dans la portion orientale, projets qui seraient inexécutables dans la réalité.

Quant aux autres projets, le jury les a éliminés à cause de leur banalité et parce qu'ils n'offrent pas d'éléments à relever suffisants pour l'élaboration d'un projet définitif.

En terminant, le jury estime qu'il est possible d'établir un projet d'aménagement du quartier de la Maladière en s'inspirant des idées données par les projets primés et il recommande à l'Administration de faire l'acquisition du projet N° 16, 15 novembre 1906, qui compléterait les précédents.

Le jury estime qu'il est désirable de ne pas prolonger le quai au-delà des Saars, afin de conserver la falaise avec sa grève naturelle comme site pittoresque.

Après avoir terminé ses opérations, le jury a ouvert en présence du Président et du Vice-Président du Conseil communal les enveloppes contenant les noms des lauréats et il a constaté que les auteurs des projets sont:

N° 10, *Remplissage*: MM. Gustave Chable et Edmond Bovet, architectes, à Neuchâtel.

N° 12, *Art de bâtir les villes*: M. H. Hindermann, architecte, à Beringen (Thurgovie).

N° 18, *Radli*: MM. J. et K. Hippchenmeier, ingénieurs, à Zurich, et Hans Reimann, architecte, à St-Moritz.

Neuchâtel, le 1er décembre 1906.

LE JURY:

(Signé): Louis Perrier. E. Riggenbach. G. Fatio.

Le Directeur des Travaux publics: F. Porchat.

Der ägyptische Dampfpflug.

System Boghos Pascha Nubar.

Seit in den Sechzigerjahren des verflossenen Jahrhunderts der kürzlich verstorbenen deutsche Ingenieur Max Eyth die Fowlerschen Kabeldampfpflüge in Aegypten eingeführt hatte, war dieses fruchtbare Land bis in die neueste Zeit ein Hauptverwendungsgebiet für die mittels Kabel zwischen zwei Lokomobilen hin und her bewegten Pflüge, deren Anwendung einen grossen Anteil an dem Aufschwung der ägyptischen Bodenkultur gehabt hat.

In den letzten Jahren traten indessen Bestrebungen hervor, das in Anschaffung und Betrieb teuere Kabelpflugsystem durch eine wirtschaftlichere Arbeitsmaschine zu ersetzen. Die Landwirtschaft verlangte nach einer Maschine, die statt des Umbruches in schweren Schollen mit nachfolgender Behandlung durch Kultivator und Egge in einer Passage eine feine Zerkleinerung, Auflockerung und Durch-einander-Mengung des schweren lehmigen ägyptischen Ackerbodens vollbringen sollte.

Nachdem verschiedene im Lande eingeführte neue Pflüge englischen und amerikanischen Ursprungs, die teils eine hackende, teils eine fraisende Wirkung auf den Boden