

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Identische Abwicklung einer Stromfläche  
**Autor:** Deischa, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-47495>

### **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:** 13.01.2026

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

INHALT: Identische Abwicklung einer Stromfläche. — Die reformierte Kirche in Gerliswil (Luzern). — Einzelheiten über die Bauausführung grosser städtischer Strassentunnel. — 100 Jahre Technische Zeitschrift in der Schweiz. — Mitteilungen: Akademischer Fortbildungskurs und Generalversammlung der G. E. P. Auslandsarbeit

für junge Ingenieure. Der T. A. D. Zürich. Arbeitszeitermittlungskurse. Die hydraulische Abteilung des neuen Maschinenlaboratoriums der E. T. H.; Berichtigung. Ein gastechnischer Vortragszyklus. — Nekrologe: Emil Charbonnier. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

## Band 106

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Nr. 14

## Identische Abwicklung einer Stromfläche.

Von Prof. A. DEISCHA, Russ. Wissensch. Abtlg. an der Sorbonne, Paris.

## 1. Die ebene Darstellung einer Stromfläche.

Eine Stromfläche kann, wie bekannt, im allgemeinen nicht auf eine Ebene abgewickelt werden, da ihre Geometrie eine nichteuklidische ist, ähnlich der Geometrie der Pseudosphäre nach Lobatschewsky<sup>1)</sup>. Die hauptsächlich von Pražil<sup>2)</sup> und Camerer<sup>3)</sup> ausgearbeiteten Methoden erlauben nur, eine konforme Abbildung einer Flutfläche und einer Strombahn zu zeichnen. Eine solche Abbildung ist wohl im Kleinen dem räumlichen Originalgebilde winkeltreu, im Grossen jedoch streckenverzerrt und gestattet das unmittelbare Aufzeichnen der von E. Brauer<sup>4)</sup> ausgearbeiteten Geschwindigkeitsrisse nicht. Noch weniger ist die konforme Abbildung zum unmittelbaren Aufzeichnen der Hodographenfelder nach der graphischen Interpretation der Methoden von Kirchhoff bis Jukowsky geeignet<sup>5)</sup>. Deshalb habe ich in meinen Vorlesungen im Winter 1934-35 versucht, eine einfachere Methode auszuarbeiten, die als identische Abwicklung bezeichnet werden kann.

## 2. Das Prinzip der identischen Abwicklung.

Der Grundgedanke dieser Methode besteht in der Abwicklung der Flutfläche nicht auf eine einzige Kegelmantelfläche, sondern auf mehrere Kegelmantelstreifen a, b, c, d, e, gemäss Abb. 1 und 2, und zwar so, dass der Berührungspunkt zweier Nachbarstreifen mit dem Uebergangspunkte der relativen Stromlinie von einem Streifen auf den Nachbarstreifen zusammenfällt. Eine solche Abwicklung eines relativen W-Stromfadens ist im Kleinen winkeltreu (die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  sind unverändert übertragen) dem räumlichen Original der relativen Bahn, wie bei der konformen Abbildung.

Ausserdem sind die relativen Teilstrecken  $\Delta l$ ,  $\Delta r_m$ ,  $\Delta r_u$  auf dem ganzen Verlauf vom Eintritt (1) bis zum Austritt (2) dem räumlichen Originalgebilde streckentreu, was ein wichtiger Vorzug der vorgeschlagenen Abwicklung vor der konformen Abbildung ist. In diesem Sinne nenne ich die Abwicklung identisch.

<sup>1)</sup> Lobatschewsky, Pangeometrie, Kasan 1855.

<sup>2)</sup> Pražil, „SBZ“ Bd. XLVIII (1906), S. 289\* und Bd. LII (1908), S. 85\*.

<sup>3)</sup> Camerer, Kollegheft von 1912, Vorlesungen über Wasserkraftsmaschinen, 1924.

<sup>4)</sup> Brauer, Kollegheft von 1907, Turbinentheorie, auch Thomann, Wasserturbinen 1908.

<sup>5)</sup> Lamb, Hydromechanics, 5. Aufl.

## 3. Die Drehung einer Meridianlinie auf einer Abwicklung.

Bei einer konformen Abbildung erleidet die Meridianrichtung vom Punkte (1) bis zum Punkte (2) eine Drehung um einen Winkel  $\delta$ . Diese Drehung entspricht aber der Drehung des räumlichen Originals nicht. Eine konforme Abbildung gibt deshalb kein unmittelbares Bild über den Verlauf der relativen (oder auch absoluten) Stromlinie. Der genannten Verdrehung wegen kann man die unveränderten W- und C-Geschwindigkeitsrisse nicht unmittelbar aufzeichnen.

Wie aus der Betrachtung der Abb. 1 ersichtlich, ist der Winkel  $\delta$  zwischen zwei Meridianen an verschiedenen Parallelkreisen der selbe. Z. B. ist der Winkel  $\delta$  zwischen den Meridianen (1) und (2) an dem Parallelkreise (1) etwa  $\delta_1 = 60^\circ$ , an dem Parallelkreise (2) nur etwa  $\delta_2 = 0$ . Für den Konstrukteur des Rades ist von Wichtigkeit, den wahren Winkel  $\delta_{12}$  zwischen der Meridianrichtung im Punkte (1) und der Meridianrichtung im Punkte (2) ermitteln zu können. Diese zwei Punkte sind durch die Linie 1-2 verbunden. Die Winkel  $90^\circ - \beta_1$  und  $90^\circ - \beta_2$  dieser Linie mit dem Meridianrichtung bleiben bei der identischen Abwicklung unverändert; die Linie 1-2 selbst wird winkeltreu und längentreu dargestellt. Der Winkel  $\delta_{12}$  der Abwicklung (Abb. 2) ist gleich jenem des räumlichen Gebildes.

## 4. Die Möglichkeit der Hodographenanalyse auf einer identischen Stromfadenabwicklung.

Da die relative W-Stromlinie 1-2, Abb. 2, winkeltreu und längentreu abgewickelt wird, so erlaubt diese Abwicklung das unmittelbare Aufzeichnen des Hodographen der relativen W-Geschwindigkeiten, Abb. 2B. Der Geschwindigkeitsriss W ist der Wirklichkeit winkeltreu und längentreu. Die Drehung der C-Geschwindigkeit entspricht jener der Wirklichkeit. Die Konstruktion der identischen Abwicklung der relativen W-Stromlinie 1-2 ist aus dem Vergleich der Abb. 2A mit der Abb. 1 ohne weiteres verständlich.

Ähnlich kann der absolute C-Stromfaden winkeltreu und längentreu abgewickelt werden, wie aus Abb. 2A ersichtlich. Da aber die  $\alpha$ -Winkel am Radeintritt (1) klein sind, so ist es zweckmässiger, die ersten Teilstrecken  $\Delta l$  des C-Stromfadens als Kreisbögen mit dem Halbmesser  $R = \rho / \cos \alpha$  nach dem bekannten Verfahren der Turbinentheorie zu zeichnen.<sup>6)</sup> Der C-Bahn Abb. 3A entspricht der C-Geschwindigkeitsriss Abb. 3B. Zweckmässig müsste dieser Hodograph ein Viertel einer Ellipse sein, da in diesem Falle der Eintritt und der Austritt aus dem Rade am ruhigsten verläuft.

<sup>6)</sup> Escher-Dubs, Die Theorie der Wasserturbinen, § 128.

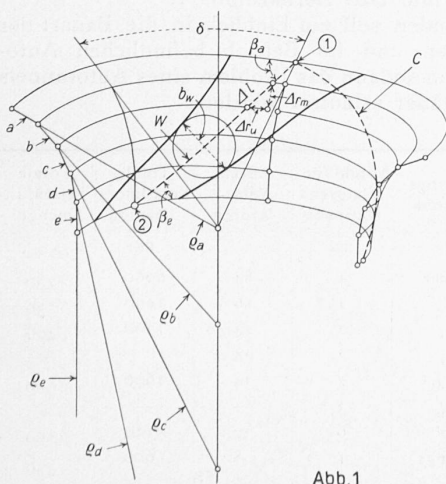


Abb. 1

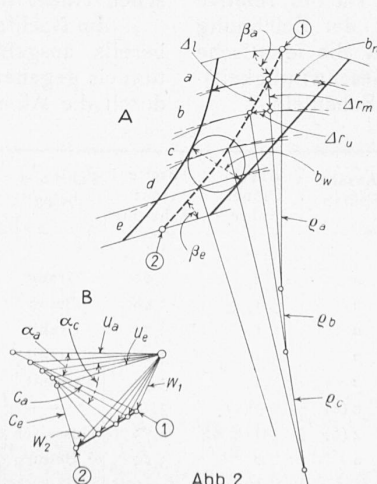


Abb. 2

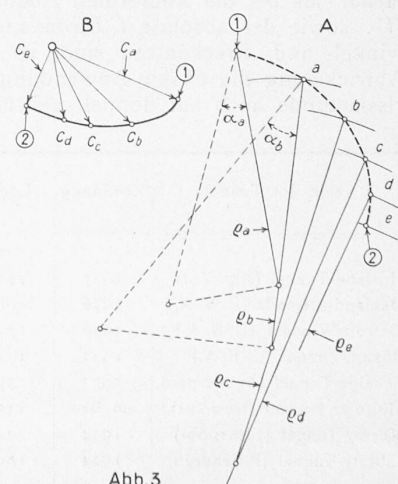


Abb. 3

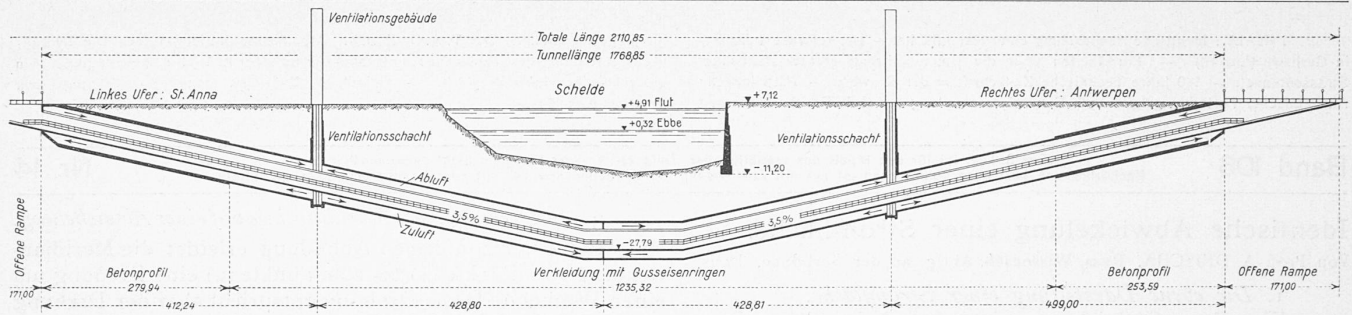
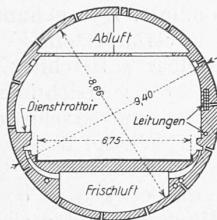


Abb. 1. Autotunnel unter der Schelde in Antwerpen. — Längenprofil. Längen 1 : 10 000, Höhen 1 : 1600.



Querschnitte 1 : 300.

Abb. 2. Gusseisenring-Profil des Schildvortriebs.

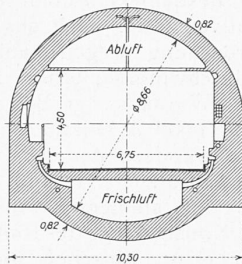


Abb. 3. Betonprofil der offenen Baugrube.

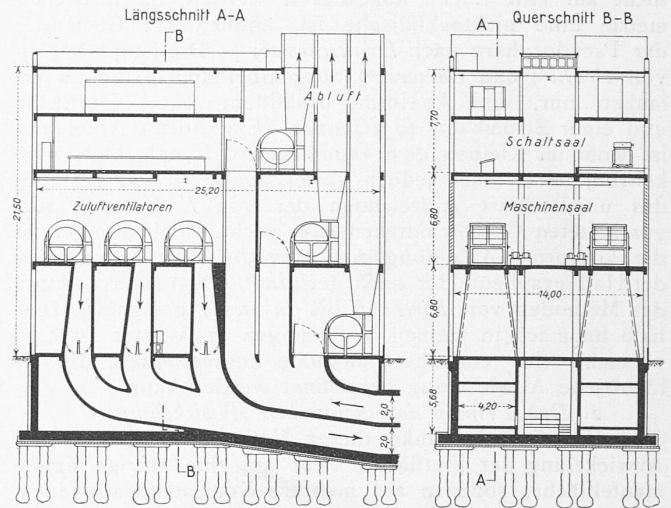


Abb. 4. Ventilatorenstation des Schelde-Fahrzeugtunnels in Antwerpen, 1 : 500.

### 5. Das Mass der Verzerrung eines identisch abgewinkelten Kanales.

Aus der Abb. 2A sieht man, dass die Nachbarstreifen ausserhalb des  $W$ -Stromfadens einander etwas überdecken. Dieses Ueberdecken bedingt eine geringe Verkleinerung der Fläche des Kanallängsschnittes im Verhältnis

$$K = \frac{\Delta r}{2 \Delta r_m} = \frac{b_n}{8 \Delta r_m} \left( \frac{1}{q_n} - \frac{1}{q_{n+1}} \right),$$

das leicht aus einer einfachen Berechnung der Ueberdeckungsfläche ermittelt wird. Praktisch übersteigt diese Verkleinerung der Fläche kaum 2 % der Gesamtfläche des Kanals ( $K = 0,98$ ). Wenn die  $W$ -Geschwindigkeit aus der Zeichnung ermittelt wird, so muss sie nach der oben genannten Formel um etwa 1 % vergrößert werden.

Selbstverständlich haben die Seitenbegrenzungen des abgewinkelten Kanals die Eigenschaften der Identität nicht mehr, weshalb das Uebertragen der Schaufel auf die Modellschnitte nur nach den identischen Stromlinien 1-2 vorgenommen werden soll. Die Seitenbegrenzungen der Abwicklung dienen nur dazu, sich das Gesamtbild des Kanals besser vorstellen zu können (besser als nach einem konformen Bilde), und um die  $W$ -Geschwindigkeit aus der  $b_w$ -Breite auszurechnen.

### 6. Zusammenfassung.

Die besprochene identische Abwicklung erlaubt die Stromfäden in einem Turbinen- oder Pumpenrade mit doppelt gekrümmten Schaufeln winkel- und streckentreu auf eine Ebene abzuwickeln. Die Zeichenarbeit ist dabei einfacher als bei der konformen Abbildung. Da der relative  $W$ -, sowie der absolute  $C$ -Stromfaden auf der Zeichnung winkel- und streckentreu sind, so erlaubt die Zeichnung die exakte Anwendung der Geschwindigkeitsrissmethode auch auf doppelt gekrümmte Schaufeln.

## Grosse Autotunnels.

Von EDUARD GRUNER & GEORG GRUNER, Ingenieure, Basel.

Die ausserordentlich starke Entwicklung des Autoverkehrs bedingt in zunehmendem Masse den Ausbau der grossen Durchgangstrassen. Diese machen vor natürlichen Hindernissen, wie Flussläufen mit Grossschiffahrt und hohen Bergzügen nicht mehr Halt, sondern haben begonnen, solche Hindernisse verkehrstechnisch einwandfrei zu überwinden. So sind z. B. in der letzten Zeit ganze Hafengebiete untertunnelt worden. Diese ausgeführten Tunnels haben zur Klärung der technischen Gesichtspunkte und der Wirtschaftlichkeit von Strassentunnels wesentlich beigetragen. Noch wichtiger als die Untertunnelung von Hafengebieten ist die Durchfahrung der hohen Gebirgspässe, in erster Linie der Alpen, deren wichtigste Pässe während  $\frac{2}{3}$  des Jahres durch Schnee versperrt sind. Bereits sind auch schon Vorschläge gemacht worden für einen Mont-blanc-Strassentunnel zwischen Chamonix und Entrèves, sowie für eine Untertunnelung des Bernhardinpasses zwischen Hinterrhein und San Bernardino.

Im Nachfolgenden soll ein Einblick in die Bauart der bereits ausgeführten und im Betrieb befindlichen Autotunnels gegeben und sodann das Problem eines Autotunnels durch die Alpen näher erläutert werden.

Name des Tunnels	Eröffnung	Länge	Anzahl Spuren	Anzahl Tunnelrohre	Breite einer Fahrspur	Fahrbahnbelag	Lüftungssystem	Anzahl Ventilatorenstationen	Anzahl Ventilatoren	Totale Ventilatorleistung	Totale Frischluftmenge
		m			m					PS	m <sup>3</sup> /sec
Holland-Tunnel (New York)	1927	2610	4	2	3,05	Granit	quer	4	84	6000	1780
Oakland-Alameda (U. S. A.)	1928	1080	2	1	3,48	Beton	"	2	16	1200	530
Detroit-Windsor (U. S. A.)	1930	1570	2	1	3,35	Granit	"	2	24	1700	466
Boston-Tunnel (U. S. A.)	1933	1720	2	1	3,28	Granit	"	2	24		
Schelde-Tunnel (Antwerpen)	1933	1770	2	1	3,37	Granit	"	2	24	1600	500
Midtown Hudson (New York)	im Bau	2450	2 (4)	1 (2)	3,30	—	"	3	—	—	—
Mersey-Tunnel (Liverpool)	1934	3220	4 (6)	1	2,75	Gusseisen	halbquer	6	30	5140	1160
Liberty-Tunnel (Pittsburgh)	1924	1800	4	2	3,20	Beton	längs	1	8	600	330