

# Ueber die technische Phantasie

Autor(en): **Amstutz, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69 (1951)**

Heft 47

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-58965>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Ueber die technische Phantasie

Von Dipl.-Ing. ERNST AMSTUTZ, Chef des Ingenieurbureau Zürich der Firma Wartmann & Cie. AG., Brugg

DK 159.954 : 62  
624.014.25

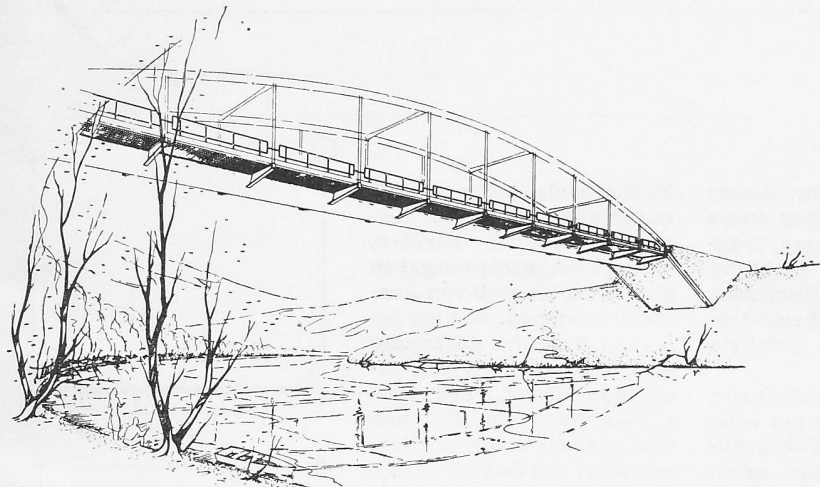


Bild 1. Projekt einer «Geschweissten Brücke der Zukunft», das von der «Lincoln Arc Welding Foundation», Cleveland, Ohio (USA) 1950 mit dem 2. Preis bedacht wurde

Die «James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, Ohio (USA)», veranstaltete letztes Jahr ihren zweiten Wettbewerb über «Geschweisste Brücken der Zukunft» mit dem Ziel, neue Ideen zu gewinnen über allgemeine Anordnung, konstruktive Einzelheiten der Verbindungen und neue Profilformen, die sich besonders für die elektrische Lichtbogenschweißung eignen. Das Preisgericht hatte die Aufgabe, die eingegangenen Entwürfe nach dem Ideenreichtum zu bewerten, mit dem dieses Ziel im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten wie auch der ästhetischen Anforderungen erreicht wurde.

Unter den vielen aus 16 Ländern eingegangenen Entwürfen wurde der 1. und 3. Preis dieses Wettbewerbes amerikanischen Fachleuten zugesprochen, während mit dem 2. Preis der Verfasser dieser Abhandlung beehrt wurde. Von den 10 Trostpreisen blieben 7 in den USA, während je einer nach Südafrika, England und Schottland vergeben wurde. Es muss auffallen, dass nur ein Preis nach Kontinentaleuropa vergeben wurde, obschon eine Beteiligung bedeutender europäischer Fachleute als sicher angenommen werden darf. Es ist dies kaum ein Zufall, denn schon im Wettbewerb 1949 erzielte ein einziger Kontinentaleuropäer (Holland) einen Preis, und zwar nur einen Trostpreis. Es geht wohl nicht an, den geringen Erfolg der Europäer in diesen Wettbewerben mit sprachlichen Schwierigkeiten erklären zu wollen, denn diese sind sicher nicht ausschlaggebend. Auch ein Manko an fachlichen Kenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiete geschweisster Konstruktionen kann nicht der Grund dieses Versagens sein; denn amerikanische Fachkreise anerkennen selber den Vorsprung, den gewisse europäische Länder Amerika gegenüber — wo weitgehend noch das Nieten gepflegt wird — haben.

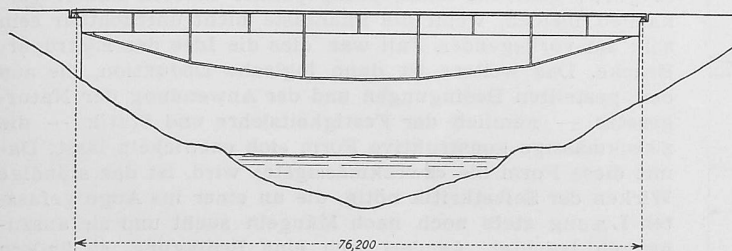
Fragen wir nach dem wahren Grund des geringen europäischen Erfolges in diesen Wettbewerben, so müssen wir ihn wohl in der geistigen Grundeinstellung europäischer Fachleute suchen, und zwar dort, wo dieser Wettbewerb eine besondere Fähigkeit verlangte: Das ist zweifellos die Phantasie.

Ich meine nicht die Phantasie in künstlerischer Hinsicht, sondern die *technische Phantasie*. Denn gerade dieser Wettbewerb liess der technischen Phantasie den weitesten Spielraum und legte auf die Kühnheit und Traditionslosigkeit des Entwurfes das Hauptgewicht, im Gegensatz zu den meisten Wettbewerben, welche die Realisierung eines bestimmten Bauvorhabens zum Ziele haben, wo im Gegenteil im allgemeinen die brave, korrekte und dem Stande der gegenwärtigen Entwicklung angepasste Lösung den Lorbeer holt und allzu neu scheinende Ideen mit Skepsis bestraft werden. Hat nicht diese Einstellung, die nur zu dem dem Mut aufbringt, was andernorts sich schon bewährt hat, den meisten unter uns den jugendfrischen Gestaltungswillen abgetötet? Sind wir nicht alle schon, gerade wenn wir glaubten, eine besonders gute Idee entwickelt zu haben, durch Zweifel und abschätzende Urteile eines Besseren belehrt worden? Nämlich, dass es sich für junge Leute ziemt, nicht von der mit Konventionen, Ueberlieferungen, Erfahrungen, kompetenten Urteilen, Lehrbüchern und Vorschriften wohlgepf

sterten Strasse abzuweichen. Wohlverstanden: Ich bezweifle nicht den Wert all dieser Dinge; denn kein Ingenieur kann eine Brücke wirtschaftlich und sicher bauen, ohne seine Statik, Materialkunde und Konstruktionspraxis gelernt zu haben, aber ich halte diese nicht für die *allein* massgebenden Werte. Bald ist es aber so weit, dass wir uns der Phantasie als einer etwas anrühigen Fähigkeit — die man allenfalls einem Künstler, niemals aber einem seriösen Techniker verzeiht — zu schämen haben.

Diese Einstellung unseres alten Erdteiles und nicht die Fähigkeiten des Einzelnen scheint mir am Verlust des Pioniergeistes und der technischen Führerrolle Europas die Schuld zu tragen. Wer gewillt ist, dieser Entwicklung entgegenzuarbeiten, der muss daher der technischen Phantasie wieder zu Ansehen verhelfen, indem er ihr auch in den Tagesaufgaben die Türe offen hält. Als Beitrag in diesem Sinne möchte ich nachstehend darüber plaudern, wie mein Entwurf zum Lincoln-Wettbewerb entstanden ist, und daran anschliessend einige allgemeine Folgerungen über das Wesen und die Auswirkungen der technischen Phantasie anknüpfen, wie sie sich mir rückblickend aufdrängen. Da ein Aussenstehender in die Entwicklung einer Idee keine Einblicksmöglichkeit hat, bin ich so unbescheiden, diese Analyse an einem eigenen Geistesprodukt vorzunehmen, und hoffe damit keinen Anstoss zu erregen.

Das Wettbewerbsprogramm sah eine Strassenbrücke von gegebener Fahrbahnbreite, Stützweite und Belastung vor, wobei die amerikanischen Vorschriften richtungweisend waren. Ausser der Bedingung unterliegender Fahrbahn waren keinerlei weitere konstruktive Vorschriften gestellt. In meinen Vorentwürfen ging ich von Anfang an auf die moderne Lösung der torsionssteifen Einträger-Brücke aus, wobei ich aber aus sprachlichen Gründen die letztgenannte Bedingung übersah. So entwarf ich denn eine Brücke nach den Bildern 2 u. 3, charakterisiert durch einen torsionssteifen Kastenträger unter der Fahrbahnmitte, der durch eine parabolische Unterspannung entlastet werden sollte. Gleichzeitig suchte ich nach einer Lösung für die Fahrbahntafel, die einerseits das Aufbringen eines gut haftenden bituminösen Belages ermöglichen und andererseits ein wesentlich kleineres Gewicht, aber ebenso gute Quer- und Längssteifigkeit haben sollte wie die bei uns üblichen Eisenbetontafeln. Die Lösung sieht ein in Längsrichtung der



Bilder 2 und 3. Erster Vorentwurf zum Projekt Bild 1, Aufriss 1:1000, Querschnitt 1:200

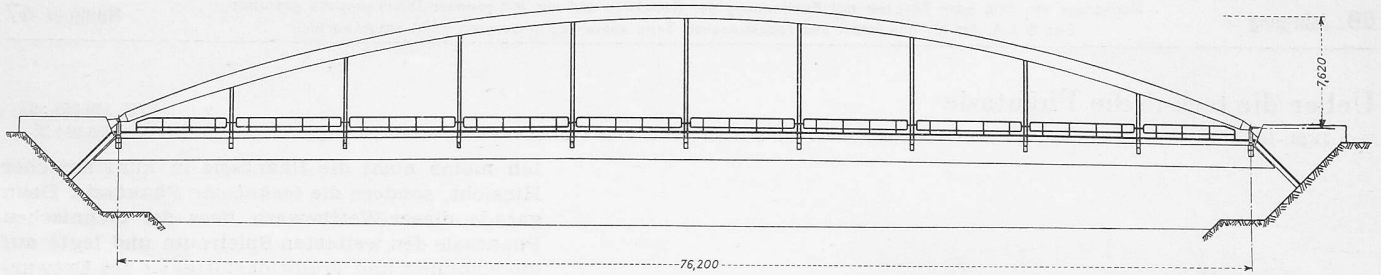


Bild 4. Brücken-Aufriss 1:500 zum Wettbewerbsentwurf

Brücke gefaltetes Blech als Fahrbahnunterlage vor, dessen Mulden mit Beton gefüllt werden. Die Längssteifigkeit dieses Bleches wird aber nur zur Lastverteilung herangezogen, Tragrichtung ist vielmehr die Querrichtung. In dieser Richtung sind nämlich oben und unten in engen Abständen Rundeseisen auf das Blech geschweisst, die als Gurtungen von Fachwerkträgern wirken, während die Diagonalen durch das gefaltete Blech gebildet sind (Bild 6).

In dem erwähnten Vorentwurf stellte sich die Aufgabe, die relativ hohen Seitenwände des Kastenträgers gegen Ausbeulen zu sichern. Analog der Konstruktion der Fahrbahnplatte sah ich ebenfalls gefaltete Bleche mit aufgeschweissten Rundeseisenverbindungen vor.

Als ich zufällig feststellte, dass mein Projekt nicht den Wettbewerbsbedingungen entsprach, indem es eine oben- statt untenliegende Fahrbahn aufwies, musste ich kurz vor der Eingabe eine Umarbeitung vornehmen. Die Unterspannung ersetzte ich nun, da eine Trennung der Fahrbahn nicht zulässig war, durch zwei Stabbögen ausserhalb der Fahrbahn. Den einzigen Versteifungsträger belies ich jedoch unter der Fahrbahnmitte. Es regte sich nun der Wunsch, diesen zwecks grösserer Torsionssteifigkeit breiter auszubilden als im ersten Projekt, wo er wegen formal gutem Zusammenschluss mit der Unterspannung unten sehr schmal gewählt war. Bei dem breiten und nur noch dünnen Bodenblech stellte sich nun ebenfalls das Problem der Knickaussteifung. Mittels gefalteter Bleche wäre dies in gleicher Art möglich gewesen wie für die Seitenwände, jedoch hätte dies ein sehr unruhiges Bild ergeben. Nun erinnerte ich mich, dass ein zylindrisch gewölbtes Blech eine sehr grosse Beulsteifigkeit für Längsbeanspruchungen aufweist, und ich ersetzte den Kastenträger durch einen halben Rohrmantel, der zusammen mit dem Fahrbahnblech wieder einen geschlossenen Querschnitt bildet.

In der statischen Dimensionierung zeigte sich diese Lösung sehr wirtschaftlich, indem die relativ dünnen Mantel-

bleche beulsicher sind und in den Spannungen voll ausgenützt werden konnten. Weitere Ersparnisse ergaben sich durch Wegfall von Aussteifungsrippen, wie sie bei ebenen Trägern notwendig sind. Zugleich wurden dadurch querliegende Schweissraupen vermieden, die nach den amerikanischen Vorschriften eine Vergrösserung der Blechdicke um 33 % bedingt hätten. Trotz vermehrter Quernähte können die Schweissarbeiten infolge Wegfalls von Längsnähten vermindert werden, womit die Mehrarbeit für das Rundwalzen der Bleche zumindest kompensiert wird.

Es war nun naheliegend, diese Vorteile auch bei den Bögen anzuwenden. Diese wie auch die Traversen erhielten daher Kreisquerschnitt. Die Querträger hingegen behielten den üblichen I-Querschnitt, da kein Grund für eine andere Form sprach.

Die Brücke (Bilder 1 und 4) wirkt sehr leicht, da der Versteifungsträger — als grösstes Element — im Schatten der Brückentafel in den Hintergrund tritt und die sehr schlanken Bogen und Schrammbordträger das Bild beherrschen. Die sichtbaren Querträger ergeben eine lebhaft Gliederung. Ob künstlerischer gegenüber dem eher streng und massig wirkenden Charakter heutiger Brückenbilder ein Fortschritt erzielt ist, hängt von der Einstellung des Beurteilers ab; sicher liegt aber das Bild meines Entwurfes in der Entwicklungsrichtung heutiger Architektur, die eine Auflockerung grosser Bauwerke im Sinne eines eher menschlichen statt eines monumentalen Massstabes anstrebt.

Analysieren wir nun die Entwicklung dieses Entwurfes, so sehen wir als treibende Kraft die Phantasie, d. h. den «Drang, es anders zu machen», und als hemmende Kraft den technischen Imperativ, d. h. den «Zwang, es besser zu machen». Der Unterschied der technischen Phantasie zur künstlerischen Phantasie liegt nicht in der Phantasie als solcher, sondern in ihrer Anwendung, indem der künstlerischen Phantasie der Zwang auferlegt wird, «es schöner zu machen». Während die künstlerische Phantasie sich einer seelischen Kraft — des Gefühls — bedient, arbeitet die technische Phantasie mit einer geistigen Kraft — der Logik. Die Phantasie allein, d. h. die Fähigkeit, Neues zu gestalten, ist für die Technik wertlos, ja schädlich, wenn sie nicht gezügelt wird von der Logik, die einen besseren Weg weist.

Damit die Phantasie sich einstellen kann, muss zuerst ein gewisses Vakuum hergestellt sein, indem Ueberlieferungen, vorgefasste Meinungen und Vorurteile ausgeschaltet werden. Dies ist natürlich nur bis zu einem gewissen Grade möglich; generelle Anknüpfungspunkte müssen immer vorhanden bleiben, wenn die Phantasie nicht unfruchtbar sein soll. Im vorliegenden Fall war dies die Idee der Einträgerbrücke. Das weitere ist dann logische Deduktion, die aus den gestellten Bedingungen und der Anwendung der Naturgesetze — nämlich der Festigkeitslehre und Statik — die zweckmässige konstruktive Form sich entwickeln lässt. Damit diese Form die «zweckmässigste» wird, ist das ständige Wirken der Selbstkritik nötig, die an einer ins Auge gefassten Lösung stets noch nach Mängeln sucht und sie ausmerzen trachtet. Aendert sich eine Bedingung, so ändern sich, wie wir gesehen haben, nicht nur die von dieser Bedingung unmittelbar beeinflussten konstruktiven Formen, sondern kraft des Optimumprinzips auch weitere Detailfor-

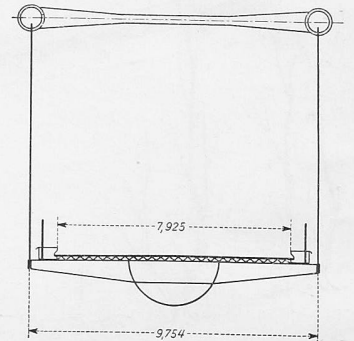


Bild 5. Brückenquerschnitt 1:250 zum Wettbewerbsentwurf

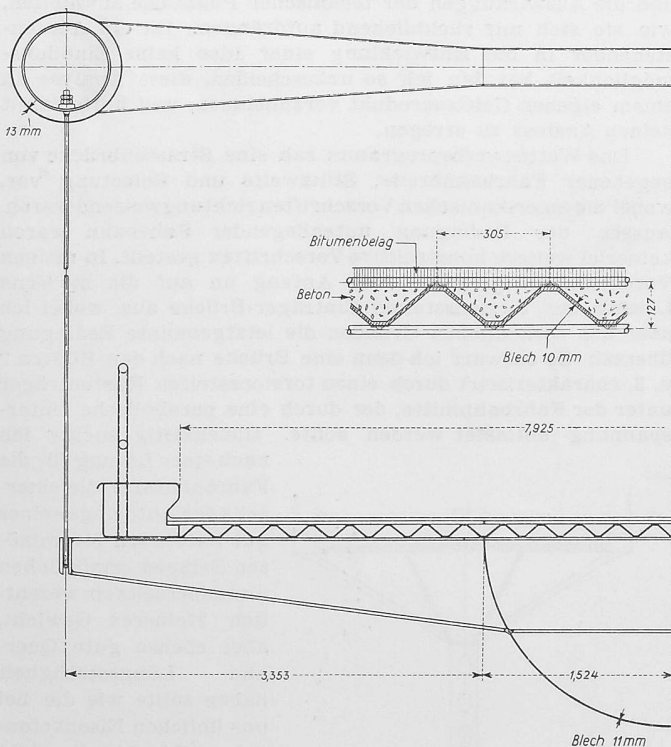


Bild 6. Bauliche Einzelheiten zum Wettbewerbsentwurf; Stahlkonstruktion 1:60, Fahrbahn 1:20

men. Die «technische Phantasie» macht also keine Kapriolen, sondern arbeitet nach einem zwangläufigen Gesetz. Damit hat sie wohl verdient, auch vom mathematisch nüchtern urteilenden Techniker anerkannt zu werden.

Welchen Wert haben nun aber die mit Phantasie begabten Techniker für die Wirtschaft? Die Phantasie ist meist Ausfluss eines unruhigen Pioniergeistes, der aus eigener Kraft, losgelöst von Ueberlieferung und Routine, schöpfen möchte und dies wenn nötig auch gegen gute Ratschläge, bessere Einsicht und gegen den Strom schwimmend tun wird. Der Pionier ist daher für seine Umgebung meist un bequem und in der Praxis oft nicht sehr geschätzt. Während der Routinier problemlos seine gelernten Kenntnisse rasch und sicher praktisch anwendet, grübelt der Pionier an neuen Lösungen herum, die, wenn sie — selten genug — zur Ausführung kommen, oft wegen Kinderkrankheiten erst noch Aerger und wirtschaftlichen Verlust verursachen. Trotzdem ist der Pionier für den technischen und damit wirtschaftlichen Fortschritt unerlässlich, und er wird am Ende doch anerkannt, während der Routinier nach relativ kurzer Periode des Erfolges der unmerklich veränderten Entwicklung nicht mehr zu folgen vermag und zuletzt als überlebter Kauz bemitleidet wird.

Zum Glück sind die meisten Menschen keine reinen Pioniere und auch keine reinen Routiniers. Es obliegt der

Selbstkontrolle des Einzelnen, die optimale Synthese anzustreben, so dass er weder als Querulant noch als rückständig zu gelten hat. Zum Glück bedarf unsere Wirtschaft auch beider Typen, wenn sie sowohl auf der Höhe der Entwicklung bleiben als auch rationell arbeiten will. Der Mann am Steuer wird also darauf Bedacht nehmen, dass sein Fahrzeug sowohl über einen leistungsfähigen Motor wie auch über gute Bremsen verfügt.

Die Frage, ob der technische Fortschritt überhaupt erwünscht ist, kann natürlich nur individuell beantwortet werden. Jeder technische Fortschritt bedeutet einerseits Anstrengung, nicht nur für den Pionier, sondern für alle, die seine Idee verwirklichen, und andererseits Unruhe für die Konkurrenten, die vorerst die Neuerung nicht akzeptieren wollen und es schliesslich kraft des Wettbewerbsprinzips doch müssen. Andererseits bringt der technische Fortschritt im Sinne bestmöglicher Leistung bei geringstem Arbeitsaufwand eine allgemeine Hebung des Lebensstandards und die Milderung wirtschaftlicher Sorgen für viele Bevölkerungskreise.

Nicht nur unsere tägliche Anstrengung, sondern auch das Mass an jugendlichem Geist entscheidet, ob der alte Erdteil mit jüngeren Nationen Schritt halten wird oder ob er auf dem heutigen technischen und wirtschaftlichen Stande mehr oder weniger stillsteht und damit auch seine technische Führerrolle verliert.

## Ein graphisches Hilfsmittel zur Konstruktion von Geschwindigkeitsdreiecken

Von Dipl. Ing. HANS MIESCH, Yverdon

DK 621—135

Die Geschwindigkeitsdreiecke sind eine wichtige Unterlage bei der Festlegung der Schaufelungen von Turbinen sowie von Turbo- und Axialkompressoren. Bei der Wahl dieser Dreiecke muss man auf viele Einflüsse und Bedingungen achten, und oft ist es schwer, angesichts der vielen Möglichkeiten die Uebersicht zu wahren. Besonders unübersichtlich werden die Verhältnisse bei verstellbaren Schaufeln. In solchen Fällen leistet die nachfolgend beschriebene  $R$ - $\varphi$ -Tafel gute Dienste. Die beigefügten einfachen Beispiele sollen mit dem Gebrauch der Tafel vertraut machen. Die Bezeichnungen und Betrachtungen gelten für Axialkompressoren<sup>1)</sup>; sie lassen sich aber sinngemäss auch auf Turbinen übertragen.

### 1. Die $R$ - $\varphi$ -Tafel

Wir beziehen alle Geschwindigkeiten auf die Umfangsgeschwindigkeit  $u$  und erhalten nach Bild 1

den Reaktionsgrad  $R = w_{u\infty}/u$

den Koeffizienten der Meridiangeschwindigkeit  $\varphi = c_m/u$

den Wert  $\tau = \Delta w_u/u$  wobei  $\Delta w_u = w_{u1} - w_{u2} = c_{u2} - c_{u1}$

sowie die Grössen  $K w_\infty = w_\infty/u$  und  $K c_\infty = c_\infty/u$

Das gestrichelte Dreieck mit den Seiten  $K w_\infty$ ,  $K c_\infty$ , 1 stellt das Skelett eines Geschwindigkeitsdreieckes in der dimensionslosen Schreibart dar. Als solches wird es in der Tragflügeltheorie benutzt und ist eindeutig bestimmt durch  $R$  und  $\varphi$ . Mit  $\tau$  lässt es sich zum bekannten Geschwindigkeitsdreieck vervollständigen.

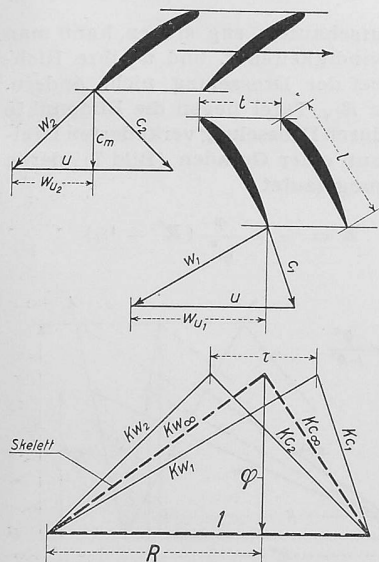


Bild 1. Bezeichnung der Geschwindigkeitsdreiecke

In einem rechtwinkligen Koordinatensystem mit  $R$  als Ordinate und  $\varphi$  als Abszisse gehört nun zu jedem Punkt ein ganz bestimmtes Skelett. Man kann sich das nach Bild 2 leicht vorstellen.  $\varphi$  gibt ein Mass für das geförderte Volumen und, falls  $\rho$  konstant, auch für das Fördergewicht.

### 2. Der Profilwirkungsgrad

Gestützt auf die Tragflügeltheorie, kann man den Profilwirkungsgrad wie folgt anschreiben:

$$(1) \quad \eta = \varphi \left[ \frac{(1 - R) - \varphi \varepsilon_1}{\varphi + (1 - R) \varepsilon_1} + \frac{R - \varphi \varepsilon_2}{\varphi + R \varepsilon_2} \right]^2$$

worin bedeuten:

- $\varepsilon = C_w/C_A$  die Gleitzahl
- $C_A$  den Auftriebskoeffizienten
- $C_w$  den Widerstandskoeffizienten

Es möge  $\varepsilon$  zu 0,02 für Leit- und Laufschaufeln angenommen werden. Dann kann man in der  $R$ - $\varphi$ -Tafel die Muschelkurven gleichen Wirkungsgrades ziehen (Bild 3) und für jedes Geschwindigkeitsdreieck sofort den Wirkungsgrad ablesen. Die günstigsten Verhältnisse findet man, wie bekannt, beim symmetrischen Dreieck mit  $R = 0,5$  und  $\varphi = 0,5$ .

### 3. Die Schaufelverdrehung

Die Umfangsgeschwindigkeit nimmt vom Schaufelfuss zur Spitze hin zu. Um gleichwohl über die ganze Schaufellänge den selben Energieumsatz zu erhalten, werden die Schaufeln von der Nabe zur Spitze hin verdreht, etwa so, dass das Produkt  $c u \cdot r = \text{konstant}$  bleibt. Entsprechend an-

<sup>2)</sup> Die Beziehung (1) wird von Prof. H. Quiby in seiner Vorlesung an der ETH Zürich über Turbokompressoren hergeleitet.

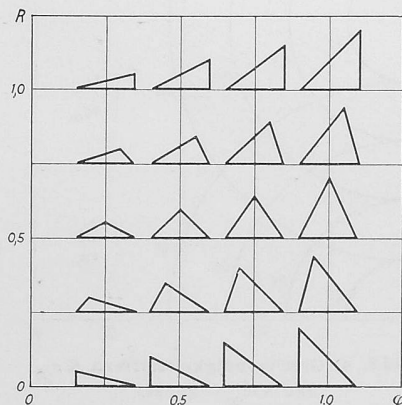


Bild 2. Skelette von Geschwindigkeitsdreiecken in der  $R$ - $\varphi$ -Tafel

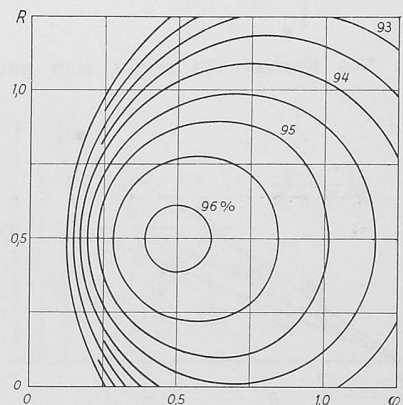


Bild 3. Profilwirkungsgrad für  $\varepsilon = 0,02$