

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 69 (1951)  
**Heft:** 33

**Artikel:** Der Luftverkehr und die Elemente seines Verkehrswertes im deutschen Raum  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58908>

#### 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:** 22.02.2026

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

d. h. überhaupt vom Höherbauen spricht, so wie es sich der gewerbsmässige Liegenschaftshändler womöglich noch auf den heute geltenden Baufluchten wünscht, dann müssen wir uns energisch dagegen wehren; wenn von den Behörden allein Projekte für wichtige Städtebaufragen (Bahnhofneubau, Central, Limmatquai usw.) ausgearbeitet werden, so lehnen wir uns auch dagegen auf; und wenn (wie im Fall Basels und Berns) die Architektenchaft in einem allgemeinen Wettbewerb zur Mitarbeit herangezogen wird, ist man mit dessen Ergebnis auch wieder nicht zufrieden. Man steht vor einem Berg von Schwierigkeiten, dem man bewusst aus dem Wege geht, denn der uns von der Citybildung aufgezwungene Maßstab scheint uns nicht zu passen. Wir möchten uns lieber im Kleinen und Niedlichen wohl befinden, als entschlossen den Weg zur Metropole der Schweiz zu beschreiten. Gerade diese Unentschlossenheit ist nach meiner Überzeugung der Hauptgrund, weshalb es uns nicht gelingt, unsere Altstadt und die schützenswerten Bauten im Talackerquartier, Stadelhoferstrasse u. a. m. so zu erhalten, wie wir es eigentlich vorhaben. Das Gefäß, worin die City Platz haben sollte, ist voll, es läuft nach allen Seiten über, und das, was überläuft, zerstört. Es ist Zeit, die Cityzone so zu gestalten, dass sie die Citybebauung auf-

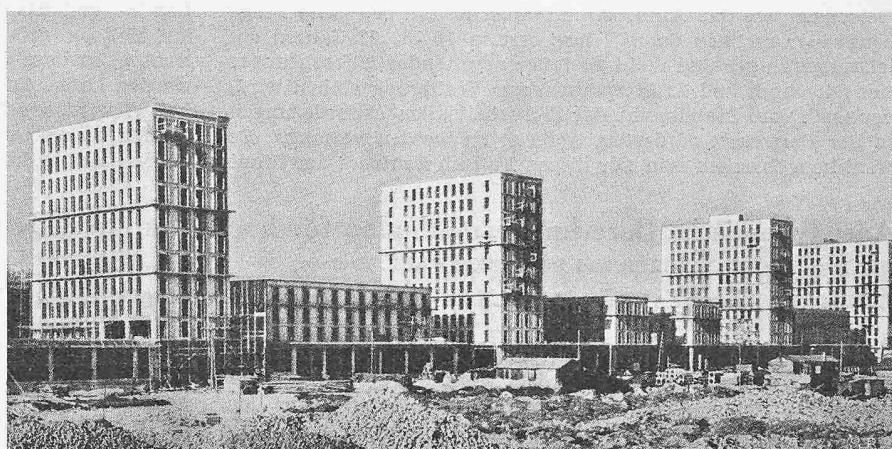


Bild 50. Wiederaufbau des zerstörten Stadtzentrums von Le Havre, Chefarchitekt A. Perret

Eine Entwicklung, die sich auch für den Umbau veralteter Quartiere in der Nähe des Zürcher Bahnhofs denken liesse. Niedere Bauten mit Läden, hohe Bauten mit Büroräumen und Wohnungen

nimmt. Wohl ist es nicht einfach, diesem Problem auf den Grund zu gehen. Wir müssen aber versuchen, die öffentliche Meinung so zu beeinflussen, dass sie einer zielbewussten Weiterentwicklung des Stadtzentrums einerseits zur grosszügigen Geschäftsstadt und andererseits zur behaglichen und gemütlichen, dafür aber echt zürcherischen Altstadt wohlgesinnt gegenübersteht.

## Der Luftverkehr und die Elemente seines Verkehrswertes im deutschen Raum

DK 656.7 (43)

Anlässlich der 1. Jahrestagung, die das Kuratorium des Verkehrswissenschaftlichen Institutes an der Technischen Hochschule Stuttgart nach dem Wiederaufbau abhielt und in dem das Bundesverkehrsministerium, das Bundespostministerium, die Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn, das Württembergisch-Badische Innen- und Kultministerium, die Stuttgarter Strassenbahnen, die Industrie- und Handelskammer sowie der Rektor der Technischen Hochschule vertreten sind, führte Professor Dr. Ing. Carl Pirath über den oben genannten Gegenstand folgendes aus:

Die Elemente des Verkehrswertes des Luftverkehrs, die die Vorzüge des Luftverkehrs gegenüber den übrigen Verkehrsmitteln und damit seine Daseinsberechtigung bestimmen, werden in erster Linie durch das Angebot möglichst günstiger Verkehrsleistungen und der zweckmässigen Auswahl der Flughäfen zum Aufbau des Luftverkehrsnetzes verkörpert. Nur in dem letzten Punkt ist Deutschland zur Zeit in der Lage, bei der Entwicklung aktiv mitzuwirken und Beiträge zur Förderung seines Luftverkehrs zu leisten. Im Grundsätzlichen handelt es sich dabei um die Schaffung eines zweckmässigen Ausgleichs zwischen der regionalen Verteilung des Luftverkehrsbedarfs in Europa und Deutschland und der richtigen Netzlage und Ortslage der Flughäfen.

Naturgemäß vermag der Luftverkehr nur auf Entfernungen von mehr als 300 km Verkehr an sich zu ziehen. Da auf so grosse Raumweiten das Verkehrsbedürfnis nur einen geringen Bruchteil von demjenigen auf kleineren Raumweiten beträgt, so hat der Luftverkehr im Rahmen der allgemeinen Verkehrswirtschaft nur eine verhältnismässig dünne Verkehrsdecke zu bedienen. Das hat zur Folge, dass der Luftverkehrsbedarf in Kristallisierungspunkten konzentriert sein muss, damit in ihnen die Flugzeuge die nötigen Mengen an zahlernder Last aufnehmen können. Es ist die Aufgabe der Flughäfen, dieser Zusammenfassung zu dienen. Dazu ist ihre Zahl auf ein verkehrswirtschaftlich richtiges Mass zu beschränken.

Die räumliche Verteilung des Verkehrsbedarfs wird vor allem von den grossen Städten von 300 000 Einwohnern und mehr auf Grund ihrer zentralen Funktion im Staats-, Wirtschafts- und Kultusleben bestimmt. Sie sind die wichtigsten Träger des Luftverkehrsbedarfs und stellen in ihrer Raumlage die Fest- und Knotenpunkte des Verkehrsnetzes dar. Für den deutschen Raum ist es charakteristisch, dass wir in verschiedenen Zonen Deutschlands eine Häufung von Städten dieser Grösse haben, für die das Problem eines Zentralflughafens oder von Einzelflughäfen zu behandeln ist. Im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, im Raum Hannover-Braunschweig und im Rhein-Main-Gebiet ist dieses Problem von Bedeutung.

Zu seiner Lösung wurde es notwendig, Beurteilungsmassstäbe über den Verkehrswert eines Flughafens aufzustellen. Der wichtigste davon ist der Verkehrsumfang an Personen, Fracht und Post, der für einen Flughafen zu erwarten sein wird. Seine Ermittlung stützt sich auf die Zahl der Einwohner als de Träger des Verkehrsbedarfs und auf eine gewisse regionale Gliederung des allgemeinen Einzugsgebiets des Flughafens. Dabei kann ein engeres Einzugsgebiet (Umkreis etwa 50 km) von einem weiteren unterschieden werden, wobei im weiteren Gebiet das Bedürfnis für den Luftverkehr wegen der grösseren Anmarschzeit zum Flughafen nur etwa ein Drittel desjenigen im engeren beträgt.

Im kontinentalen Luftverkehr Europas kann man zur Zeit damit rechnen, dass im Jahr auf 1000 Einwohner des Einzugsgebiets eines Flughafens 40 Reisen, 400 kg Fracht und 350 kg Post im Abflug dem Luftverkehr zufallen und im Nordatlantikverkehr 1 Reise, 30 kg Fracht und 50 kg Post auf 1000 Einwohner des europäischen und nordamerikanischen Einzugsgebiets. Ist der auf diese Weise für einen Flughafen ermittelte Verkehrswert gross genug, um seine Einbeziehung in das Luftverkehrsnetz zu rechtfertigen, so ist seine Ortslage in der Landschaft und zur benachbarten Grosstadt festzulegen. Diese Ortslage ist bei kontinentalen Flughäfen an eine Höchstentfernung von 15 km vom Mittelpunkt der benachbarten Grosstadt, bei Weltflughäfen von 30 km gebunden. Ein gewisser Konflikt zwischen den Wünschen des Verkehrs Kunden und denen der Landesplanung sowie des Städtebaues wird für die richtige Entscheidung über die Ortslage meist nicht zu vermeiden sein. Der Verkehrs kunde will möglichst in der Nähe der Grosstadt landen. Landesplaner und Städtebauer dagegen müssen darauf bedacht sein, landwirtschaftlich wertvolles Gelände zu schonen und die Erweiterung der Siedlungen nicht durch eine Sperrfläche, wie sie ein Flughafen darstellt, zu behindern. Die Synthese zwischen beiden Gesichtspunkten ist umso schwieriger, als der Flughafen zu den flächenhungrigsten Verkehrs anlagen gehört. Er belegt als Kontinentallufthafen 300 bis 400 ha, also doppelt so viel wie ein grosser Eisenbahnverschiebebahnhof, als Weltflughafen 800 bis 1200 ha, also ungefähr soviel wie die gesamten Hamburger Hafen anlagen.

Besonderer Wert ist auf einen guten Anschluss des Flughafens an Schnellverkehrsmittel der benachbarten Grosstadt zu legen. Der Gedanke, hierzu den Hubschrauber zu verwenden, ist zwar bestechend, aber seine Verwirklichung liegt noch in weiter Ferne. Einmal, weil seine Sicherheit noch nicht ausreicht und seine Fluggeschwindigkeit nur 120 km/h beträgt und vor allem, weil er zehnmal so teuer ist für einen

Reisenden wie das Auto. Amerikanische und englische Flugzeugbauer rechnen damit, dass erst in 10 bis 12 Jahren ein leistungsfähiger und nicht zu teuer arbeitender Hubschrauber mit 240 km/h und 12 Sitzplätzen zur Verfügung stehen wird, der auch vom Standpunkt der Sicherheit allen Anforderungen in der Personenbeförderung gerecht zu werden vermag. Es wird kein Problem sein, für diesen Fall im Zentrum der Stadt

Lande- und Startflächen von  $80 \times 100$  m für Hubschrauber auf Plätzen, grossen Gebäuden oder Bahnsteigdächern herzurichten, so dass die weitere Entwicklung in Ruhe abgewartet werden kann. An der Planung des eigentlichen Luftverkehrsnetzes wird der Hubschrauber nichts ändern, so dass diese Planungen als Grundlage für den Hubschrauberverkehr massgebend bleiben können.

## Aerodynamische Berechnungsmethoden für hochbelastete Axialverdichter

Von Dipl. Ing. H. QUENZER und Ing. G. SCHWARZ, Bremen

### B. Der Zusammenhang zwischen $c_m$ - und $c_u$ -Verteilung

Wie unter II, 1 ausgeführt, können die Vorstufen nicht mit  $c_u r = \text{konst}$  ausgelegt werden, wenn sie optimalen Eingangsdrall ergeben sollen. Ebenso lässt sich auch bei den nachgeschalteten Stufen im allgemeinen eine Drallverteilung nach dem Gesetz  $c_u r = \text{konst}$  nicht mehr durchführen. Somit ist im Hochleistungsverdichter ein Strömungsgleichgewicht nur bei schräger  $c_m$ -Verteilung zu erwarten. Es muss aber für die Durchführung der Rechnung zunächst der funktionsmässige Zusammenhang zwischen den Einflussgrössen  $c_m$ ,  $c_u$ ,  $u$  und  $\omega$  geklärt werden, wobei für  $c_m$  und  $c_u$  jeweils zwei Werte (Eintritt und Austritt am betrachteten Schaufelkranz) in die Rechnung eingehen.

#### 1. Die Differentialgleichung des Strömungsgleichgewichtes

Von K. Schaaff und Dr. O. Schmidt wurde gleichzeitig im Jahre 1947 die Differentialgleichung aufgestellt, die die Bedingung des Druckausgleichs und damit des Strömungsgleichgewichtes erfüllt. Diese Gleichung lautet:

$$(11) \quad c_{m_2} \frac{dc_{m_2}}{dr} = c_{m_1} \frac{dc_{m_1}}{dr} + (c_{u_1} - u) \frac{dc_{u_1}}{dr} - (c_{u_2} - u) \frac{dc_{u_2}}{dr} - (c_{u_1} - c_{u_2}) \omega - \frac{c_{u_2}^2}{r} + \frac{c_{u_1}^2}{r}$$

Zur Lösung verwendet man die Richtungsfeld-Methode, wobei man sich für jede angenommene Verteilung der unab-

DK 621.515-154

Schluss von Seite 435

hängigen Variablen ein Richtungsfeld für die abhängige Variable aufstellt. Die Auswahl der Lösung erfolgt unter Zuhilfenahme der Kontinuitätsgleichung, mit der sich ein guter Ueberblick über die  $c_m$  —  $c_u$ -Verteilung gewinnen lässt.

Bei der Berechnung eines mehrstufigen Laders muss nun jedes Rad auf die vom vorherigen Rad geschaffenen Bedingungen abgestimmt werden, und durch schrittweises Aufbauen der einzelnen Lauf- und Leiträder wird die geforderte Förderhöhe mit einem Minimum an Stufen erreicht.

In der Praxis ist es notwendig, die Berechnungsmethode nach der Bestimmung des Richtungsfeldes noch durch die schrittweise Ausgleichsrechnung zu ergänzen, bei der dann die Veränderlichkeit des spezifischen Gewichtes, die örtlichen Temperaturen und eventuell auch eine Veränderung des Stufenwirkungsgrades über der Schaufelhöhe berücksichtigt werden. Da diese Nachrechnung zur Erreichung grösstmöglicher Genauigkeit notwendig ist, kann man bei entsprechender Übung und Erfahrung auf die Richtungsfeldmethode verzichten und diese durch die schrittweise Ausgleichsrechnung ersetzen.

#### 2. Die Ausgleichsrechnung

Diese Rechnung geht von der Voraussetzung aus, dass an jeder Stelle des Spaltraumes zwischen Lauf- und Leitrad der axial von der Schaufel erzeugte Druck gleich sein muss der Summe des nabenseitig erzeugten Druckes und des durch Zentrifugalkräfte von der Nabe bis zum betrachteten Schnitt aufsummierten Druckanteils. Um zu guten Ergebnissen zu kommen, muss die Veränderlichkeit des spezifischen Gewichtes eingeführt werden. Die Integration erfolgt durch schrittweise Mittelwertbildung, so dass nur abschnittweises Rechnen möglich ist. Typische Geschwindigkeitsdiagramme von Laufrädern verschiedener Förderhöhenverteilung zeigt Bild 5.

#### C. Die Geschwindigkeits-Diagramme

Bei der Anwendung eines Vordralls mit  $c_u r \neq \text{konst}$  ergeben sich durch den ganzen Lader schräge Verteilungen der Durchsatzgeschwindigkeiten, bis nach der letzten Leitstufe bei drallfreiem Austritt wieder ein konstantes  $c_m$  und eine konstante Förderhöhe über der Schaufelhöhe erreicht sind. Man erhält somit Geschwindigkeits-Diagramme, die sich von der bekannten Form durch die  $c_m$ -Veränderlichkeit unterscheiden.

Die in Bild 6 ersichtliche schräge Verteilung der Durchsatzgeschwindigkeit mit ihrer Erhöhung innen und ihrer Verminderung aussen tritt bereits beim festen Vorleitrad auf und wird durch das nachfolgende Laufrad weiter verstärkt. Da das auf dieses Laufrad folgende Leitrad den Unterschied dieser  $c_m$ -Werte nicht auf den Wert  $c_m = \text{konst}$  zurückbringt, arbeiten sämtliche folgenden Stufen unter ähnlich ungünstigen Verhältnissen bei grossen  $c_m$ -Differenzen.

Bei Anordnung eines Vorlaufrades mit  $(c_u r)_a >$  als  $(c_u r)_i$  lässt sich die Durchsatzgeschwindigkeit aussen bereits vergrössern und innen verkleinern (Bild 5b), so dass die in den nachfolgenden Stufen auftretenden Änderungen der  $c_m$ -Geschwindigkeiten sich um den Mittelwert  $c_m = \text{konst}$  herum bewegen und somit eine grössere Förderhöhe pro Stufe erlauben. Wie aus Bild 6 ersichtlich, hat man bei hochbelasteten Ladern mit optimalem Eingangsdrall die Möglichkeit, an Lauf- und Leitradspitzen sowie am Leitrad in Nabennähe nahe an die Machzahlgrenze heranzugehen.

#### D. Die Bestimmung der Schaufelzahl

Bei allen schrägen  $c_m$ -Verteilungen tritt eine Strömungskomponente in radialem Bereich auf, so dass sich in diesen Fällen der reinen Axialaderwirkung ein Radiallagereffekt überlagert. Die Belastung der Schaufeln setzt sich damit aus Auftriebs-, Widerstands- und Korioliskräften zusammen. Für die Bestimmung der erforderlichen Schaufelzahl ist aber

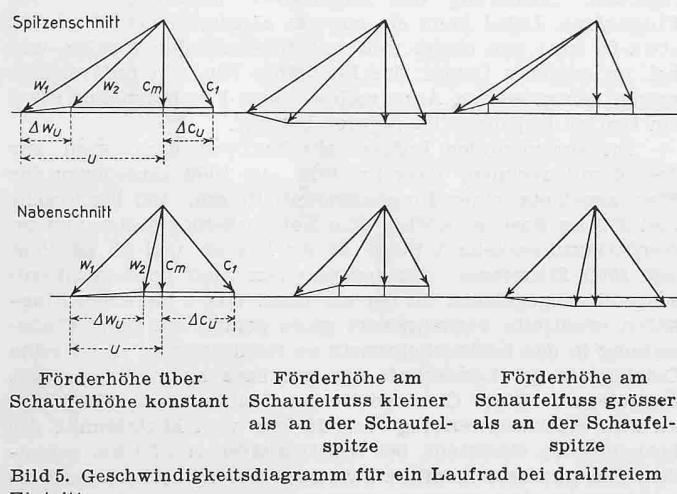


Bild 5. Geschwindigkeitsdiagramm für ein Laufrad bei drallfreiem Eintritt

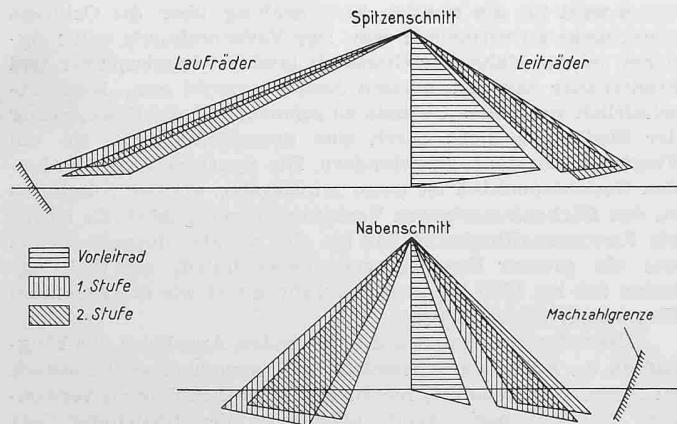


Bild 6. Geschwindigkeitsdiagramm der 1. und 2. Stufe eines hochbelasteten Axialverdichters mit festem Vorleitrad bei optimaler Eingangsdrallverteilung