

# Forschung und Unterricht im Flugwesen

Autor(en): **Karner, L. / Ackeret, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **95/96 (1930)**

Heft 18: **Zur Feier des 75jährigen Bestehens der Eidg. Technischen Hochschule**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44083>

## **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.

## Forschung und Unterricht im Flugwesen.

Von Prof. Dr. L. KARNER und Priv.-Doz. Dr. J. ACKERET.

Die Fortschritte auf wissenschaftlichen und praktischen Gebieten des Flugwesens haben die E. T. H. veranlasst, Vorlesungen und Uebungen auf allen Wissensgebieten der Aviatik einzuführen, wissenschaftliche Versuchsinstitute, Laboratorien usw. einzurichten, um wissenschaftlich und versuchstechnisch geschulte Ingenieure für den Staat und für die Industrie auszubilden. Darüber hinaus bezwecken alle diese Einrichtungen an der E. T. H. eine enge Fühlungnahme und Zusammenarbeit der theoretischen Forschung mit der Praxis des Flugwesens, um der Schweiz die Möglichkeit zu bieten, an den internationalen Fortschritten der Aviatik mitzuarbeiten und die Aufgaben, die das Flugwesen den besonderen Verhältnissen der Schweiz entsprechend stellt, eingehend behandeln zu können.

Mit der sich ständig steigernden wissenschaftlichen Durchdringung aller Ingenieurarbeiten im Bau von Flugzeugen, Flugzeugmotoren, Bordapparaten, in der Herstellung der Baustoffe, in der Organisation und Durchführung von Verkehrseinrichtungen usw. wachsen die Anforderungen an den Ingenieur in solchem Masse, dass eine eingehende Beschäftigung mit den in Frage kommenden wissenschaftlichen und praktischen Disziplinen notwendig wird, um den Staat, sei es in seiner Eigenschaft als Aufsichtsbehörde für die Durchführung des zivilen Luftverkehrs, sei es für die Zwecke der Landesverteidigung, fachgemäss ausgebildete Ingenieure zur Verfügung stellen zu können. Ebenso bedarf eine bereits vorhandene und teilweise sehr weit entwickelte Industrie eines entsprechenden Ingenieurnachwuchses, der, die modernen Versuchs- und Arbeitsmethoden beherrschend, in der Lage ist, zielbewusst am Fortschritt mitzuarbeiten. An Industrien der Schweiz, die an der Entwicklung des Flugwesens interessiert sind, seien hier nur erwähnt die Aluminiumindustrie (A.-I.-A.-G., Neuhausen), die Motorenindustrie (Schweiz. Lokomotiv- u. Maschinen-Fabrik Winterthur und A.-G. Ad. Saurer in Arbon u. a.), die Industrie für Herstellung von Zündmagneten (Scintilla A.-G. in Solothurn) und, neben vielen andern, insbesondere die Werkstätten, die sich mit der Herstellung von Flugzeugen selbst beschäftigen. Die Eidgen. Konstruktionswerkstätten in Thun decken nicht nur einen Teil des staatlichen Bedarfes an Flugzeugen, sondern haben in den letzten Jahren auch in grösserer Zahl bewährte Flugzeugtypen in reiner Duralumin-Konstruktion exportiert. Bekannt sind auch die Flugzeuge der Schweizerischen Flugzeugfabrik A. Comte in Horgen für Passagier- und Schulzwecke, und nicht zuletzt die Werkstätten der A.-G. für Dornier-Flugzeuge in Altenrhein.

Wenn wir in den obigen Ausführungen Zweck und Ziele aller Einrichtungen zur Förderung des Flugwesens an der E. T. H. kurz umschrieben haben, wollen wir im folgenden die Einrichtungen für den Unterricht und für die wissenschaftliche Forschung selbst besprechen.

Der *Unterricht* umfasst zunächst Vorlesungen über Aerodynamik, Flugzeugstatik, Flugzeugbau, Motorenbau, Leichtmetalle, drahtlose Telegraphie, allgemeine Meteorologie, Flugzeuggeräte und Bordzubehör, technische Fragen des Verkehrsflugwesens, Luftverkehrswirtschaftlichkeit und -Politik. Ein grosser Teil dieser Vorlesungen ist mit Uebungen im Zeichnungsaal und im Laboratorium verbunden. Der Unterricht wird ferner unterstützt durch Sammlungen von Modellen und Konstruktionsteilen von Flugzeugen, Zeichnungen, Bildmaterial usw. Eine weitere willkommene Bereicherung erfährt er durch das Kolloquium für Flugwesen, über das wir am Schlusse noch kurz berichten werden.

Die *wissenschaftlichen Forschungsinstitute und Laboratorien* sind z. Z. teilweise im Zusammenhang mit dem Ausbau des Maschinenlaboratoriums der E. T. H. ebenfalls im Ausbau begriffen; wir können indessen schon jetzt das wichtigste der beabsichtigten Einrichtungen mitteilen.

Das *aerodynamische Laboratorium* erhält als Hauptforschungsmittel einen Windkanal mit dem heute gebräuch-

lichen halbgeschlossenen Luftumlauf (Abb. 1). Beim Entwurf wurde darauf gesehen, dass der maximal zur Verfügung stehende Raum so gut als möglich ausgenützt wird. Aus diesem Grunde ist z. B. der freie Luftstrahl, der die zu untersuchenden Flugzeugmodelle, Flügel, Rumpfe usw. umströmt, mit elliptischem Querschnitt ( $2 \times 1,5$  m, grosse Axe horizontal) vorgesehen, da gerade in Richtung der Flugzeugbreite (Spannweite) der meiste Raum beansprucht wird und man selbstverständlich darauf sehen muss, dass das ganze Modell noch genügenden Abstand von den Strahlungsgrenzen hat. Eine entsprechende Berechnung ergibt, dass mit dem projektierten Luftstrom Flugzeugmodelle bis 1,2 m Spannweite noch zuverlässig untersucht werden können. Der Antrieb erfolgt durch eine Leonard-Gruppe mit besonders feinstufiger Geschwindigkeitsregelung und einen Gleichstrommotor auf ein axiales Propellergebläse mit Leitapparaten. Die Luft strömt aus dem Gebläse in einen Diffusor, wird mit Hilfe von Schaufelgittern umgelenkt und gelangt dann ins Freie mit einer Geschwindigkeit, die bei der elliptischen Düse maximal 150 bis 160 km/h beträgt; sie wird hernach wieder aufgefangen und dem Gebläse zugeleitet. Alle Kanalteile, wie Umlenkschaufeln, Diffusor usw. werden gegenwärtig in besonderen Versuchen ausprobiert, um die Strömungsverluste möglichst klein zu erhalten, somit später einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen.

Die aufzuwendende Leistung wird maximal 200 PS betragen, während der normalen Messungen rund 100 PS. Für Propellerversuche ist eine kleinere Düse mit rundem Querschnitt vorgesehen, die bis 230 km/h Windgeschwindigkeit ergibt. Die zu untersuchenden Modelle werden an einer sog. Sechskomponentenwaage aufgehängt, die die Messung sowohl der am Modell angreifenden Kräfte als auch aller Drehmomente erlaubt. Es ist auf diese Weise möglich, alle vorkommenden Fluglagen, etwa seitliches Schieben, Rückenfliegen usw. zu untersuchen. Umfangreiche Einrichtungen sind ferner vorgesehen, um den so wichtigen Einfluss des Luftschraubenwindes auf die Steuerorgane exakt studieren, um Druckverteilungsmessungen bei den verschiedenen Belastungsfällen machen zu können. Schliesslich kann auch die gefährliche Vrille (das sog. Trudeln) in allen Einzelheiten verfolgt werden.

Besonderes Augenmerk ist darauf gerichtet worden, dass auch Probleme aus andern Gebieten der Technik behandelt werden können. Verhältnismässig leicht sind z. B. Winddruckmessungen an Brücken, Fahrzeugen und Gebäuden zu machen. Messungen an einzelnen Flügelprofilen und Flügelgittern sind vorgesehen, die für die Turbinentechnik (Kaplanturbinen) von ebenso grossem praktischem wie wissenschaftlichem Interesse sein dürften.

Es bestehen heute bereits an die hundert Windkanäle, hauptsächlich in den Grosstaaten, daneben aber sehr beachtenswerte in Polen, Spanien usw.; unser Land kommt also durchaus nicht zu früh. Umso weiter blickend sind nun aber unsere Behörden vorgegangen bei der Bewilligung der Mittel für einen gleichzeitig zu erbauenden zweiten Luftströmungskanal, der erst in zweiter Linie für flugtechnische Zwecke bestimmt ist (Abb. 2). Der ganz geschlossene Windstrom hat zwar keine auffälligen Abmessungen, jedoch ist die zu erzeugende Geschwindigkeit ganz ungewöhnlich hoch. Nach den Berechnungen sind 500 m/sec = rd. 1800 km/h zu erwarten, eine Geschwindigkeit, wie sie die allerschnellsten Flugzeuge nicht erreichen; aber in den Dampfturbinen und Turbogebäsen ist sie häufig vorhanden. Während bei „kleinen“ Luftgeschwindigkeiten (bis 150 m/sec) die Luft noch mit guter Annäherung als nicht kompressibel angesehen werden kann, macht sich bei Annäherung an die Schallgeschwindigkeit die Verdichtbarkeit gewaltig bemerkbar und bewirkt eine völlige Aenderung der Strömungsgesetze. Hier ragen die Balken des wissenschaftlichen Gerüsts, auf dem der Ingenieur die heutigen Riesenturbinen bauen muss, in gähnende Leere. Es gilt, den Einfluss der Kompressibilität exakt zu erfassen und damit ein Forschungsgebiet zu fördern, dem Prof. Dr. A. Stodola einen grossen Teil seiner Lebensarbeit gewidmet hat.

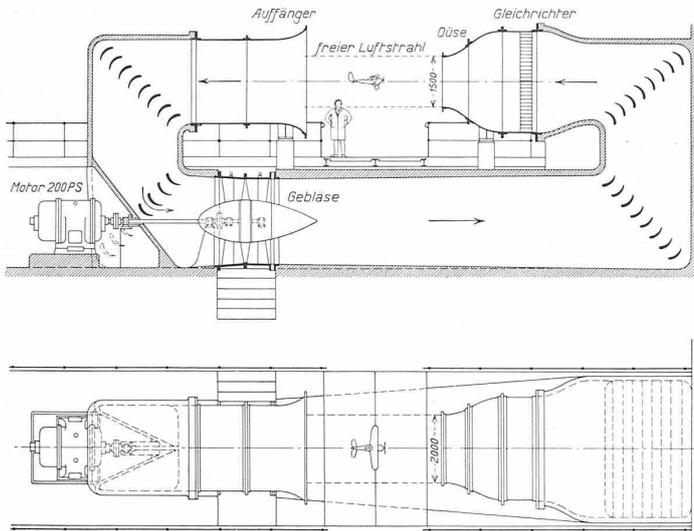


Abb. 1. Windkanal mit halbgeschlossenem Umlauf. — Schnitt und Grundriss 1 : 200.

In Zusammenarbeit mit der kalorischen Abteilung werden zwei grosse Turbokompressoren aufgestellt, von denen der eine der grossen Luftvolumina wegen in neuartiger Weise mit axialem Durchfluss ausgeführt wird; Abb. 2 gibt eine schematische Uebersicht der Anlage. Ein Drehstrom-Turbomotor von etwa 2000 PS treibt gemeinsam oder einzeln die Gebläse an; die Luft, die getrocknet ist, strömt durch Rohrleitungen und eine Düse in die Versuchsstrecke, wo z. B. Schaufelgitter, Diffusoren, Widerstandskörper angebracht sind, und an ihnen Kräfte und Drucke mit Waagen und Manometern gemessen werden. Es ist natürlich möglich, auch mit geringeren Geschwindigkeiten zu arbeiten. Bei den grossen (Ueberschall-) Geschwindigkeiten kann die Töppler-Mach'sche Schlierenbeobachtung direkte Einblicke in die Strömungsvorgänge geben. Der ganze Kanal kann zur Erreichung der höchsten Geschwindigkeiten evakuiert werden. Besondere Massnahmen sind für die Abfuhr der gewaltigen erzeugten Wärmemengen erforderlich. Auch hier werden alle wesentlichen Einzelheiten vor der Ausführung durch Modellversuche geprüft.

Die Untersuchung der motorischen Antriebe wird zu einem grossen Teil im neuen Maschinenlaboratorium vorgenommen werden können. Eigentliche Bremsproben stärkerer Motoren werden freilich auf das Flugfeld verlegt werden müssen, sodass dem Laboratorium (kalor. Abteilung) neben der Prüfung kleinerer Motoren die mehr prinzipiellen und Detailuntersuchungen verbleiben. Hier sind es vor allem Fragen der Kühlung, Zündung, Schmierung, Vergasung usw., sodass die kritischen Wellenschwingungen, die untersucht werden können. Die Entwicklung des Flugmotors auf dem Dieselpinzip stellt weitere schwierige Probleme.

Das statische Institut für Flugwesen erhält ebenfalls seine Räumlichkeiten und Einrichtungen im Zusammenhang mit dem Bau des Maschinenlaboratoriums. Die im Flugwesen auftretenden statischen und dynamischen Fragen bei der Festigkeitsberechnung von Flugzeugen stellen schon in einfachen Fällen schwierige Aufgaben und Probleme dar, die durch rein rechnerisch wissenschaftliche Untersuchungsmethoden nicht voll abgeklärt werden können, sondern eingehende Versuche und Messungen wissenschaftlicher Art erfordern. Eine ganze Reihe solcher Probleme harren ihrer Lösung und stellen Aufgaben dar, die für die Entwicklung des Flugwesens von ausserordentlicher, um nicht zu sagen lebenswichtiger Bedeutung sind. Wollen wir einiges herausgreifen, so seien die Schwingungsprobleme am Flugzeug, Torsion der Tragflächen, Spannungsverteilung in gezogenen oder gedrückten, stromlinienförmigen Querschnitten, Knicken dünnwandiger Konstruktionsteile usw. genannt, um nur durch diese Auswahl schon die Mannigfaltigkeit der Aufgaben und notwendigen wissenschaftlichen Forschungen zu betonen. Da die Vorlesungen über Flugwesen künftig

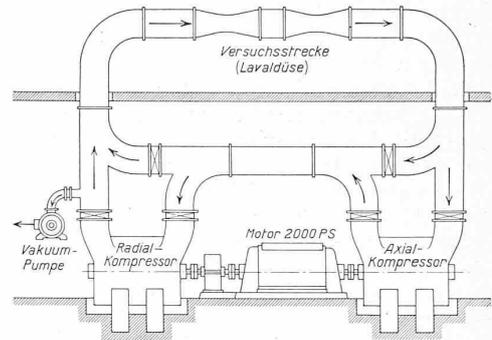


Abb. 2. Windkanal mit geschlossenem Umlauf. — 1 : 200.

so unterstützt werden können, dass die Heranbildung wissenschaftlich geschulter Flugingenieure gewährleistet werden kann, muss das Institut mit den neuesten Apparaten und Einrichtungen ausgestattet sein, die zur Durchführung der verschiedenen Messmethoden für statische und dynamische Messungen notwendig sind. Das Institut hat in erster Linie den Zweck, wissenschaftliche Arbeit zu leisten und den Studierenden zur Verfügung zu stehen; daneben aber ist das Institut auch in der Lage, Anfragen von staatlichen Behörden, Luftfahrtgesellschaften, Flugzeugfabriken usw. zu bearbeiten, um durch Untersuchung von Spezialfällen der Praxis die Anfragestellten zu unterstützen. In gewissem Umfange, soweit dies ohne besondere Einrichtungen möglich ist, hat das Institut seine Arbeiten bereits aufgenommen und einige interessante Untersuchungen durchgeführt, über die in nächster Zeit besondere Berichte erscheinen werden.

Das schon erwähnte Kolloquium für Flugwesen schliesslich ist eine Einrichtung, die den Zweck hat, die Fühlungnahme und enge Zusammenarbeit der Theorie und wissenschaftlichen Forschung mit der Praxis zu fördern. In regelmässigen Abständen werden Vorträge und Diskussionsabende an der E.T.H. veranstaltet, die Interessenten ganz allgemein zugänglich sind und in denen wichtige Tagesfragen der Aviatik auf allen ihren Gebieten behandelt und besprochen werden. Hier ergibt sich die Möglichkeit eingehender Aussprache, um die Anschauungen und Bedürfnisse der Praxis kennen zu lernen und, umgekehrt, um auch die neuesten Forschungsergebnisse, auch des Auslandes, bekannt zu geben und zu besprechen.

## Die Tätigkeit des Maschinen-Ingenieurs in der chemischen Industrie.

Von E. WALDESBÜHL, Dipl. Ing., E. T. H. Zürich.

Durch den wachsenden Konkurrenzkampf werden auch den heute für die Fertigung von Gütern des täglichen Massenkonsums sehr bedeuten den chemischen und verwandten Industrien, einschliesslich jener der Nahrungsmittelherstellung, immer schwierigere Aufgaben gestellt in der Wahl und dem Unterhalt wirtschaftlicher Betriebseinrichtungen und in der Anstrengung höchster Ausbeuten aus den verarbeiteten Rohstoffen. Der seinen Betrieb früher souverän beherrschende Chemiker kann die eingehende Mitarbeit des Maschineningenieurs nicht mehr entbehren, falls er nicht eine besondere Begabung oder Ausbildung für die Lösung von Fragen der technischen Hilfsmittel besitzt, die nicht immer vorhanden ist (eine hervorragende Ausnahme machte der grosse Förderer der neuzeitlichen chemischen Technik, Prof. Dr. Lunge). Schliesslich ist eine genaue Kenntnis aller maschinellen Einrichtungen auch nicht Sache des Chemikers.

Die Schwierigkeit, nach erfolgter Disponierung für ein bestimmtes Verfahren die zweckmässigsten Apparate und ihre Abmessungen richtig zu wählen — zwei für die Durchführungsmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit ausschlaggebende Punkte — veranlasst den Chemiker, Angebote von Einrichtungsfirmen für chemische Anlagen einzuholen, die nähere