

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 89/90 (1927)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Grenzschicht-Absaugung  
**Autor:** Od.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-41629>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

gebaut ist, als jene mit 73 t Gesamtgewicht. Allerdings läuft die New York-New Haven-Lokomotive mit 11000 Volt Einphasenstrom, dafür aber von 25 Perioden. Lnn.

**Grenzschicht-Absaugung.**

Die der Flettner-Walze zugrunde liegenden Strömungs-Erscheinungen führten zu weitem bemerkenswerten Studien des Göttinger Aerodynamischen Instituts über Grenzschicht-Zustände bei flüssigkeits-beströmten Wänden, worüber Dr. J. Ackeret in der „Z. V. D. I.“ vom 28. August 1926, Seite 1153, nähere Mitteilungen macht.

Wie bekannt ist die hydrodynamische Energie-Umsetzung im sich erweiternden Querschnitt (Diffusor, Turbinensaugrohr) viel verlustreicher, als im umgekehrten Fall der sich verengenden Düse. Die blosse hydraulische Reibungstheorie gibt hier nicht genügenden Aufschluss. Ackeret erblickt die Erklärung dafür vorwiegend in den molekularen Haftungskräften der Flüssigkeits-Grenzschichten, in einer Erscheinung, die mit der Flüssigkeitsreibung direkt nichts zu tun hat, aber die in Verbindung mit selbst kleinen innern Reibungskräften grosse Abweichungen von der einfachen Strömung bewirken kann. Besondere Bedeutung erlangen die Haftungskräfte bei dünnläufigen Flüssigkeiten, z. B. bei der technisch wichtigsten, dem Wasser. Die Reibungsspannung ist das Produkt des Reibwertes und des Geschwindigkeitsgefälles senkrecht zur Fließrichtung; da der zweite Faktor bei ausserordentlich dünnen Schichten sehr gross wird, muss auch das Produkt der beiden Faktoren beträchtliche Werte erreichen.

In den der Wandung naheliegenden Schichten wirken drei Kräfte auf die Flüssigkeitspartikel: die von der Wand ausgehenden Haftungskräfte *W*, die beschleunigenden Zähigkeitskräfte der bewegten Flüssigkeit *S* und die Flüssigkeitspressung *D*. Die resultierende Kraft *K* aus *W*, *S* und *D* ist dann das Kriterium für die Strömungsrichtung und Beweglichkeit der Flüssigkeitspartikel in der Nähe der Wandung. Bei der sich verengenden Ausflussdüse sind *D* und *S* stets positiv, und nur *W* ist negativ, sodass im allgemeinen beschleunigte Bewegung in der gewünschten Richtung herrscht. Beim Diffusor dagegen sind *D* und *W* hemmend, sodass negatives *K* möglich und die Gefahr von Strömungsumkehr und Ablösung des Stroms von der Wandung entsteht, wodurch nicht nur der gewünschte Stromverlauf verdorben wird, sondern ausserdem beständige Wärmezeugung durch Wirbel, Dampfauslösung und „Totwasser“ entstehen.

Stromablösung verhindert man durch schlanke Stromlinienformen, z. B. Schiffskörper, Aeroflügel, Schaufelprofile, schlanke Saugrohrprofile. Hierfür bieten die an der Internationalen Ausstellung für Binnenschifffahrt und Wasserwirtschaft in Basel gezeigten Bilder der E. T. H. schöne Beispiele („S. B. Z.“ Bd. 88, S. 154, 11. Sept. 1926).

Beim Magnus-Effekt verwendet man die gleich- bzw. die ungleichsinnige Bewegung der Begrenzungswand zur Ablösungsverhinderung. Bei rotierendem Zylinder der Flettner-Walze („S. B. Z.“ Bd 85, Seite 93, 14. Februar 1925) wirkt der grössere Teil des Umfangs im gleichläufigen Sinn mit der Strömung, und die kleinere Partie im Gegenstrom, sodass starke Unterschiede im Geschwindigkeitsgefälle längs des Umfangs der Walze entstehen, und daher Ungleichheit der Reibungsspannungen in den Grenzschichten des Luftstroms und den Flettnerdruck erzeugen.

Als drittes Mittel für die Verhinderung der Ablösung bringt Ackeret die *Grenzschicht-Absaugung*, wobei das gefährliche Totwasser am Entstehungsort vorweggenommen wird. Die schematischen Abb. 1, 2 und 3 zeigen den Vorgang beim sich kräftig erweiternden Turbinen-Saugrohr. Zur Erhärtung der Theorie wurden im Göttinger Institut einige sinnfällige Modellversuche gemacht: die Abb. 4 und 5 geben Modell-Schaubilder des Laufes eines Luftstrahls ohne und mit Grenzschicht-Absaugung der 180° Bogen-Saugstelle; die Abb. 6 und 7 sind die entsprechenden schematischen Darstellungen.

Die Grenzschicht-Theorie ist ein Beitrag zur Erklärung des Venturimeter-Gefällverlusts und der Schwierigkeiten bei der Gestaltung von Messtelle-Mündungen und des Saugrohrs.

In einem Beispiel errechnet Ackeret die nötige Absaugarbeit bei einem 10000 PS Niederdruckturbinen-Saugrohr zu wenig mehr als 1% der Turbinenleistung. Im Anschluss wird die mathematische Wegleitung bei stationären Flüssigkeits-Leistungsteilen entwickelt.

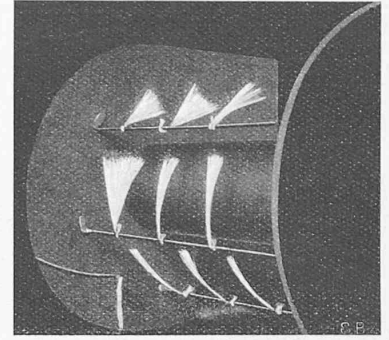
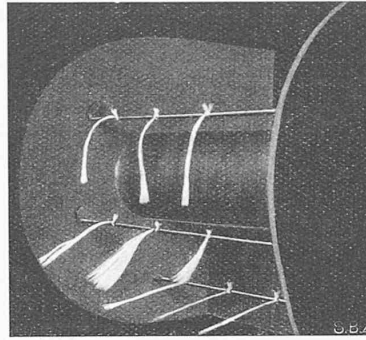


Abb. 4 und 5. Lauf eines freien Luftstrahls, links ohne, rechts mit Grenzschicht-Absaugung.

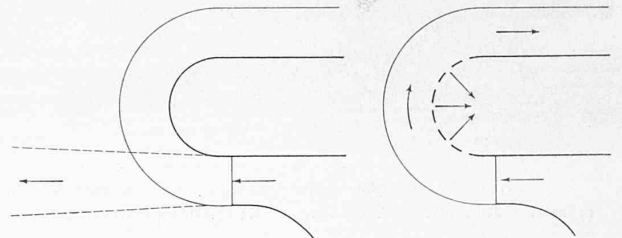


Abb. 6 u. 7. Schematische Darstellung der Vorgänge nach Abb. 4 u. 5.

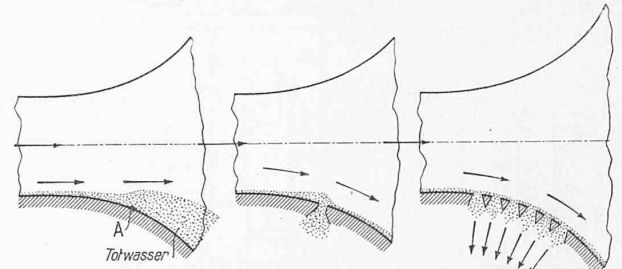


Abb. 1. Diffusor ohne Absaugung.

Abb. 2. Diffusor mit Absaugung durch Schlitz.

Abb. 3. Diffusor mit stetiger Absaugung.

Beachtenswert sind die Anwendungsmöglichkeiten der Grenzschicht-Absaugung: Ackeret nennt die Diffusoren (Ueberstromstücke) mehrstufiger Zentrifugalpumpen und Luftkompressoren, wobei störende Grenzschicht-Flächen perforiert und an vorangehende niederdruckige Stufen anzuschliessen wären; ferner Wärmeaustausch-Apparate, wodurch Dünnhalten der Grenzschicht besserer Wärmeübergang angestrebt wird, besonders bei stark gekrümmten Flächen.

Die Uebertragung der Ergebnisse der Modellversuche auf technische Abmessungen wird voraussichtlich schwierige konstruktive Durcharbeit erfordern, besonders bei bewegten Systemen. Bei den Zentrifugalpumpen ist es vor allem die erste Stufe, die unter Schöpf-schwierigkeiten und Zerstörungen leidet; die vielfach als unvermeidlich angesehenen Folgen der durch gesteigerte Geschwindigkeiten verursachten Kavitation sollten bisher gewöhnlich durch widerstandsfestere Baumaterialien umgangen werden. Eine Reihe weiterer Probleme drängt sich auf: der Luft- und Wasserfahrwiderstand bei Fahrzeugkörpern, Erosionserscheinungen bei Wasserbauten, Mischapparaten, Strahlzerteilung bei Stossflächen, usw. In gewissen Fällen kann man auch an die Umkehrung der Grenzabsaugung denken, indem die unerwünschte Grenzschicht durch äusseren Ueberdruck in den Strom hinein getrieben wird. Dies ist z. T. bei Tragflügeln von Luftfahrzeugen versucht worden, durch Schlitzdurchbrüche, die die Unterseite mit der Oberseite verbinden, und, wenn wir nicht irren, mit Erfolg. Im Prinzip läuft dies wieder auf Verkürzung und Verflachung der Schaufelflächen hinaus, auf Vermehrung der Schaufelzahl bei Windmotoren und Ventilatoren und auf den Typus der Hochreaktions-Propeller und Turbinen-Schnellläufer. Verwandt damit sind auch die sogenannten „federnden“ Propellerflügel und die Schwingen der Vögel und Flossen der Fische.

Man darf gespannt sein auf die in Aussicht gestellten Veröffentlichungen des Göttinger Instituts über die im Gange befindlichen weitem Versuche. Od.