

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 27 (1940)
Heft: 13

Artikel: Zur Physik des Fliegens
Autor: Widrig, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-537112>

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: 30.03.2025

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

ihm kommen werden; der Trost im Leiden.

c) Wer kommt ins Fegfeuer? Wer noch Sündenstrafen abzubüssen hat, obwohl er im Stande der heiligmachenden Gnade ist, also mit Christus innerlich verbunden ist.

5. Der Volksglaube an die wandelnden Seelen beweist die Tatsache. Unsere Hilfe für die Armen Seelen: die hl. Messe, die hl. Kommunion, das Gebet, Jahrzeitstiftungen, der Beerdigungsritus, andere fromme Stiftungen.

6. Fragen Nr. 125 und 126 aus dem Basler Diözesankatechismus.

7. Eifriges Gebet für die Toten; Pflege und Schmuck der Gräber und Gebet auf den Gräbern.

Zum Abschluss vielleicht das Dies irae behandeln oder das Lied: Friede sende deinen Toten (Laudate Nr. 86, S. 243).

V. Katechese: Die streitende Kirche.

1. Erinnerung an den Himmel und das Fegfeuer; es bleibt noch die streitende Kirche auf Erden. Die Firmung hat uns zum Kampfe befähigt.

2. Die Aufgabe der Kirche auf Erden.

3. Eine Weissagung Jesu über die kommenden Verfolgungen, z. B. Joh. 15, 18ff. oder Matth. 5, 10—12.

4. Wer gehört zur Kirche? die Getauften, sowohl jene, welche die heiligmachende Gnade besitzen, wie auch jene, die sie ver-

loren haben, denn sie können sie wieder bekommen. — Die Hierarchie.

b) Wozu stiftete Christus die Kirche? Damit alle der Erlösung, also der heiligmachenden Gnade und des Glaubens teilhaftig werden. Wir müssen aber mitarbeiten, mithelfen bei unserer Erlösung.

c) Wie kann uns die Kirche erlösen? Durch ihre Lehre, ihre Sakramente. Aber wir müssen mithelfen: glauben, beten, Sakramente empfangen, gegen die Sünde kämpfen. Die Erlösung muss erworben werden. Nicht nur Menschen verfolgen uns, sondern vor allem der böse Feind.

5. a) Erscheinung der Hierarchie nach aussen.

b) Die Schönheit der Erlösung, und die Schönheit des Kämpfendürfens. Das Beispiel der Heiligen und der Muttergottes; ihre Kämpfe und Siege.

c) Der tägliche Kampf für jeden — die Charakterfehler — die Versuchungen und die Versuchung Christi.

6. Fragen Nr. 86, 88, 106 und 107 aus dem Basler Diözesankatechismus.

7. Beständiger Kampf gegen den Hauptfehler — beständiger Kampf gegen den Geist der Welt.

Lied: Ich will zu meinem Taufbund steh'n. (Laudate Nr. 33, S. 137).

F. B.

Volksschule

Zur Physik des Fliegens

In Nr. 2 der „Schweizer Schule“ betrachteten wir kurz das Flugwesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Auch wurde gezeigt, wie die Fluglehre in den Lehrplan eingebaut werden kann, ohne denselben nachteilig und einseitig zu belasten. Das Bal-

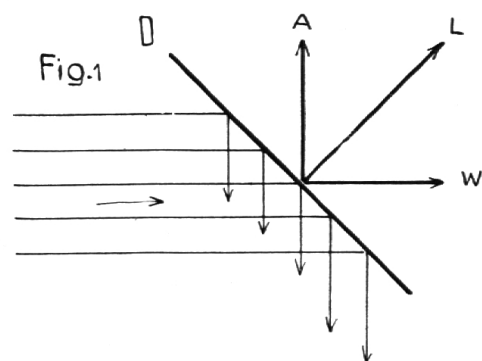
lonfliegen (siehe 1. Teil) konnte bei weitem nicht die Bedeutung erlangen, wie das Fliegen auf der Grundlage: *Schwerer als Luft*. Das moderne Flugzeug beherrscht den Luftraum. Als Verkehrsmittel taugen die Ballone nicht. Militärisch gesehen spielen sie

eine kleine Rolle, im Vergleich zu den raschen Kampfflugzeugen. Fesselballone dienen etwa der Beobachtung, oder sie übernehmen die Aufgabe, ein Fangnetz in die Luft zu hängen, in die sich die anfliegenden Flugmaschinen verfangen sollen, ähnlich wie eine Fliege im Spinnetz. — Die Ereignisse unserer Tage lassen uns die Bedeutung der Flugwaffe in ihrer ganzen Tragweite erkennen. (Zivilbevölkerung, Truppentransporte!) Es genügt für ein Land nicht, wenn es eine grosse Anzahl Flugzeuge besitzt, es braucht vor allem auch Piloten und Pilotennachwuchs. Hiefür ist eine flugbegeisterte Jugend die beste Garantie und Reserve. (In Deutschland und in Italien ist der Flugmodellbau ein obligatorisches Schulfach!) Es gilt auch, in der Schweizerjugend den Fluggedanken zu wecken und die Physik des Fliegens, wenigstens in einfachster Form und wie es mir für unsern Lehrplan erträglich erscheint, anhand geeigneter Schulversuche zu erläutern. Damit ist bereits gesagt, dass es sich nur darum handelt, das Wesentliche herauszuschälen und die sich ergebenden Zusammenhänge aufzudecken.

In seinem herrlichen Buche an die Schweizerbuben „Fliegt mit!“, schreibt Walter Ackermann über das Flugzeug: „Schaut es euch an, wie es schwerfällig über den Platz humpelt. Es gibt kein unbeholfeneres Geschöpf als solch ein Flugzeug, solange es sich am Boden befindet. Alles an ihm ist Gewicht. Es hat keine Gasfüllung in den Flügeln, die ihm Auftrieb verschafft. Wenn wir ein Flugzeug an hundert Meter hohem Kran aufhängen wollten und den Haken auslösten, dann würde es trotz seiner Flügel wie ein Stein zu Boden plumpsen und als jämmerlicher Trümmerhaufen liegen bleiben.“ — Was aber der gewiegte, vor einem Jahr leider verunglückte Pilot und Schriftsteller hier anführt, wollen wir gleich auf die Richtigkeit prüfen. Hans hat einen Drachen gebaut und mitgebracht. Dort liegt er regungslos auf dem Schultisch. Wir helfen nach,

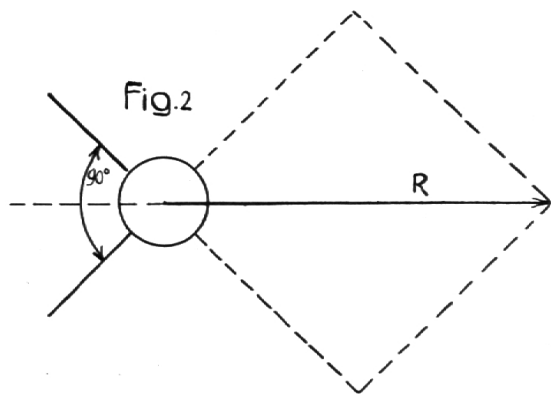
indem wir ihn in die Luft heben und dann loslassen. Schon liegt er auf dem Boden! Einem erbauten Flugmodell ergeht es nicht besser, wir sind froh, wenn es nach dem Versuch noch ganz ist. Wir können einen Drachen, ein Flugmodell noch so leicht bauen, diese Fluggeräte sind immer schwerer als Luft. Sie verdrängen zwar auch Luft und erhalten einen, ihrem Volumen entsprechenden statischen Auftrieb, (vergl. lat. stare = stehen, Station, also: Auftrieb in stehender, ruhender Luft), aber was bedeutet das im Hinblick auf das entgegengesetzt wirkende Gewicht! Und nun denkt erst an das Flugzeug! Aus Amerika erfährt man, dass dort ein Riesen-Militärflugzeug im Bau sei. Es erhalte ein Gewicht von 70 Tonnen und werde durch vier Motoren mit 6000 PS angetrieben. —

Auf dem Felde im Wind, also in der bewegten Luft, da ist hingegen der Drache aufgestiegen. Ist es windstill, dann wird das gleiche Verhältnis zwischen Luft und Drachen künstlich hergestellt durch die Vorwärtsbewegung. Eine neue Auftriebskraft wird wirksam, der dynamische, d. h. an die Bewegung gebundene Auftrieb. Früher haben wir bewiesen, dass die Luft ein Körper ist, wenn auch ein in Bezug auf die Platzfrage sehr bescheidener und rücksichtsvoller Körper. Wenn ich



nun die Drachenfläche D (Fig. 1) in der Pfeilrichtung gegen die Luft bewege, so übt dieselbe gegen den Luftkörper einen Druck aus. Die Luftteilchen prallen mit der Drachenfläche zusammen und werden in der

Pfeilrichtung nach unten reflektiert. Damit begegnen wir dem Naturgesetz über Wirkung und Gegenwirkung, Aktion und Reaktion. Der Aufprall der Drachenfläche an die Luftmasse ruft einem von der Luft ausgeübten Gegendruck in der Richtung W. Dazu übt die nach unten abfliessende Luft an die Drachenfläche einen Rückstoss aus in entgegengesetzter Richtung, also Richtung A. Erhält ein Körper, sagen wir ein Fussball, gleichzeitig zwei gleich starke Stösse aus verschiedener Richtung, z. B. in einem Richtungsunterschied von 90 Grad, so resultiert daraus eine Bewegung in der Richtung der Winkelhalbierenden. Zeichnen wir hiezu das sog. Parallelogramm der Bewegungen, so ist die Resultierende



(R) die Diagonale desselben. Fig. 2. Somit erhält auch unser Drachen einen Stoss in mittlerer Richtung, also Richtung L. Es ist einleuchtend, und jeder Bub weiss es, dass das Kräftespiel dasselbe ist, wenn der Drachen still steht, dafür aber vom Wind angeblasen wird. — Der Stoss in der Richtung W wirkt natürlich dahin, den Drachen in der entgegengesetzten Richtung zu bewegen und heisst deshalb Rücktrieb oder Widerstand. Er wird durch den Schnurzug überwunden. Jeder Drache ist schwerer als Luft und wird von der Erde angezogen. Dem Gewicht des Drachens wirkt der Auftrieb A entgegen. Ist der Auftrieb grösser als die Schwerkraft, dann steigt der Drachen, sind beide gleich gross, dann schwebt er, wird der Auftrieb kleiner, dann sinkt er.

Steht der Drachenführer still, beziehungsweise lässt der Wind nach, dann erlischt gleichzeitig und in derselben Masse das aus der Bewegung entsprungene Kräftespiel und die Schwerkraft bringt das kleine Flugzeug zur Erde zurück. (Drachenflächen in der Natur: Blätter, Samenformen, Schmetterlingflügel, Insektenflügel. Drachenflächen im Alltag: Hutrand, Segeltuch, Windrad mit Wetterfahne, Windmühlerad, Vordächer, Ziegel, Schindeln usw. Im Wasser: Ruder, Schaufelräder).

Die ersten Flugzeuge waren Drachenflugzeuge (Fig. E, Nr. 2 der „Schweizer Schule“), d. h. ihre Tragflächen waren noch nicht nach dem heutigen Stromlinienprofil gebaut. Was der Bub auf dem Feld durch den Schnurzug bewirkt, geschieht nunmehr durch die Luftschraube, den Propeller. —

Wir haben uns vorgenommen, die Fluglehre nicht als solche zu behandeln, sondern stets nach links und rechts zu schauen. Dem Gesetz über Wirkung und Gegenwirkung begegnen wir im täglichen Leben häufig:

Der flache Stein, den du über die Wasseroberfläche schleuderst, hüpfert auf dem Wasserspiegel mehrmals in die Höhe, da ihm die Wasserteilchen bei jedem Aufprall einen Gegenstoss versetzen. — Der sog. Wellenreiter, der auf einem Brett steht und sich durch ein Motorschiff ziehen lässt, wird aus dem gleichen Grunde über Wasser gehalten. — Ein an die Wand geworfener Ball oder Stein erhält ebenfalls einen Gegenstoss und kehrt zurück. — Schleudern wir einen Karton etwas geschickt in die Luft, so wird derselbe steigen. — Ich stehe auf dem Schulboden. Mein Gewicht drückt nach unten, der Boden aber drückt aufwärts. — Wenn du beim Turnen hoch in die Luft hüpfen willst, versuchst du bekanntlich (es geht unbewusst) zuerst dem Boden einen kräftigen Stoss zu geben, damit du ebenso kräftig in die Luft gestossen wirst. (Sprungbrett!) — Der Nagel wirkt auf den schlagenden Hammer und umgekehrt. Schall und Echo. — Der

Rückstoss wird auch erzeugt von ausströmenden Flüssigkeiten und Gasen. Das wollen wir anschaulich darstellen. Nach

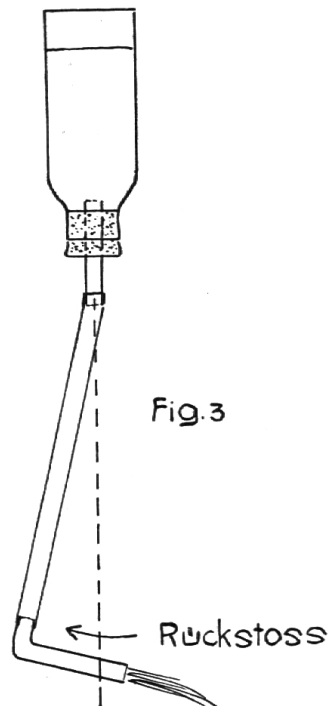
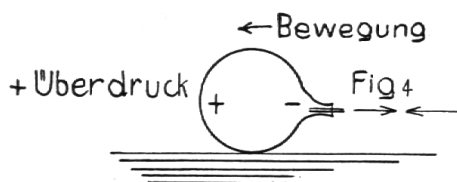
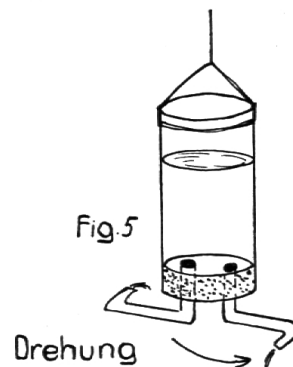


Fig. 3 benötigen wir dazu eine Flasche mit abgesprengtem Boden (oder Trichter), Gummischlauch und eine rechtwinklig gebogene Glasröhre. Das ausströmende Wasser prallt mit der Luft zusammen. Solange das Wasser fließt, übt die angestossene Luft den Gegenstoß aus, weshalb der Gummischlauch aus der senkrechten Lage abgedreht wird. — Um den Parallelversuch mit ausströmender Luft zu veranschaulichen, verschaffen wir uns einen Kinderballon, einen Wasserball oder irgend ein anderes Kinderspielzeug, das wir mit Luft füllen und stark



aufblasen können. Nach Figur 4 bringen wir den mit Luft prall gefüllten Ball auf eine Wasserfläche und geben die Oeffnung frei. Sobald wir das Ausströmen vernehmen, beginnt die rückwärtige Bewegung. Der obigen Erklärung über das Zustandekommen des Rückstoßes ist noch beizufügen, dass

auf der Ausflußseite eine Druckverminderung eintritt, auf der entgegengesetzten Seite der Druck aber bestehen bleibt. Das werden wir erst später besser verstehen, wenn wir über das Gesetz von der Erhaltung der Energie etwas vernommen haben. Der Rückstoß ist auch zu beobachten bei einem stark von Wasser durchströmten Gartenschlauch. Das Ende windet sich am Boden gleich einer lebenden Schlange. Hierüber weist übrigens auch der Wendrohrführer der Dorffeuerverehr etwas zu berichten. — Im Jahre 1750 baute der Göttinger Professor S e g n e r das erste, auf dem Rückstoß beruhende Wasserrad. Dieses Segner'sche Wasserrad bauen wir



auch nach Fig. 5 und erklären uns die Wirkungsweise. Das Luftreaktionsrad (Glasmodell) zeigt uns die gleiche Wirkungsweise in der Parallele. (Vergleiche Rakete, sowie Rückstoß beim Abfeuern eines Geschosses.)

Nachdem wir früher die statische Energie im Wasser und in der Luft betrachtet haben, ist man versucht, auch die kinetische Energie, d. h. die Bewegungsenergie kennen zu lernen: Wasserräder, Turbinen, Raddampfer (früher Sklaven, heute Maschinen), Windmühle, Wasserschraube, Luftschraube, Ventilator, Staubsauger usw.

Die Abbildung 1 zeigt uns, dass die am Drachen wirkende Luftkraft L in zwei Kräfte zerlegt werden kann, in den beim Fliegen willkommenen Auftrieb A und den schädlichen Widerstand W . Es hat auch hier keinen Sinn, den Kopf in den Sand zu stecken, d. h. uns um den Widerstand einfach nicht zu kümmern. Im Gegenteil! Wir müssen den hindernden Widerstand genau kennen,

sonst kommen wir ihm gar nicht auf die Spur. Er würde sonst erst recht Bremsklötze unterlegen. — Dem Widerstand begegnen wir öfters, obwohl wir keine Piloten sind. Beim Velofahren hat er uns den Schweiß ausgetrieben, oder sogar zum Absteigen gezwungen. Auch sind wir schon mit dem Regenschirm gegen den Wind gegangen und mussten dabei einen guten Teil unseres Körpergewichtes zu Hilfe nehmen. Eine kleine Kraftprobe ergibt sich dann und wann, wenn wir bei starkem Gegenwind Fensterläden oder Türen schliessen. Auf dem Velo wissen wir uns unbewusst ein wenig zu helfen. Wir neigen uns nach vorn wie die Rennfahrer, damit die Angriffsfläche kleiner wird. Damit schaut also bereits wieder ein Naturgesetz zwischen den Zeilen hervor: Je grösser die Fläche, desto grösser der Widerstand, oder: Der Widerstand ist von der Grösse der Fläche abhängig oder noch nobler: Der Widerstand ist proportional der Fläche. So erfahren z. B. 10 dm² Fläche 5mal mehr Widerstand als 2 dm². Es ist dem Velofahrer allerdings nicht möglich, diese Tatsache versuchsmässig und rechnerisch auf die Richtigkeit zu prüfen. Vorläufig ist es eine Vermutung. Wir dürfen uns mit dieser rohen Messung nicht begnügen. Aber was tun, wenn die Versuchsgeräte fehlen? Den Schülern die Theorie eintrichtern? Nein, dann lieber gar nichts! Und doch ist anzunehmen, dass der Physikkasten (wie leider in manchen Fällen) nichts anzubieten hat. Auch der im Kurse stehende Katalog über Apparate zum Physikunterricht schüttelt seinen gescheiterten Kopf zu dieser Angelegenheit! — Im Jahre 1938 erschien in der Reihe der Kosmosbaukasten von W. Fröhlich, Kreuzlingen, ein Baukasten zur Fluglehre. Ueber den Wert der Kosmosbaukasten im Naturlehreunterricht und über die Vorzüglichkeit von Fröhlichs Lehrbücher braucht man keine langen Worte zu verlieren. Dieser erschienene Luftfahrtkasten enthält ein Umlaufgerät, welches zu vielen

Versuchen Verwendung findet (Fig. 9). Ein guter Bastler, dem genügend Zeit zur Verfügung steht, versuche selbst ein Umlaufgerät zu bauen! Mittels einer Welle und Zuggewichten kann der mit einer Widerstandsfläche (oder Körper) besetzte Umlaufarm in Bewegung gesetzt werden. Nachdem man die Zahl der Umläufe in einer bestimmten Zeit in Beziehung bringt mit den Zuggewichten, können anschaulich folgende Tatsachen bewiesen werden:

1. Der Widerstand wächst mit der Widerstandsfläche.

2. Der Widerstand wächst auch mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, oder einfacher gesagt: Beschleunigst du mit deinem Velo die Fahrgeschwindigkeit um das 4-fache, dann wächst der Luftwiderstand um das 16fache. Daraus geht hervor, dass der Kampf um die grösste Fahrgeschwindigkeit nicht regelmässig und gleichmässig schwieriger wird, sondern dass die Steigerung stets auf grössern Widerstand stossen muss. 1934 stellte Italien einen Schnelligkeitsweltrekord mit 709 km in der Stunde auf. 1939 wird diese Leistung von Deutschland mit 755 Stunden-Kilometer übertroffen. Also nur 46 km Unterschied im Verlaufe von 5 Jahren, und doch wie viel im Hinblick auf die Steigerungsschwierigkeiten! Walter Ackermann trifft also den Nagel auf den Kopf, wenn er den Herrn Widerstand mit Steuerkommissär betitelt. Wenn der Widerstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, dann ist für die „Progression“ reichlich gesorgt!

Der Widerstand, den eine durch die Luft bewegte Fläche an der Stauseite (also vor sich) erfährt, heisst Staudruck.

$$\text{Staudruck} = \text{Fläche} \times \text{Geschwindigkeit} \times \text{Geschwindigkeit.}$$

Der Staudruck wird vom Piloten mit dem Prandtl-Rohr gemessen. Er gibt ihm Aufschluss über die Geschwindigkeit seines Flugzeuges. Drucke werden mit kg gemessen.

sen. Nach genauen Messungen gelten für den Staudruck folgende Angaben:

Geschwindigkeit in Metersekunden	Staudruck in kg pro m ² (in Meereshöhe)
1	0.064
2	0,256
3	0.576
4	1.024
5	1.6

Bei fünffacher Geschwindigkeit nimmt also der Staudruck um das (5×5) fache = 25-fache zu. $25 \times 0.064 = 1.6$.

So ist es dir möglich, diese Tabelle bei weiterer Geschwindigkeitszunahme beliebig zu erweitern.

Aufgabe: Berechne den Staudruck einer $\frac{1}{4}$ m² grossen Autowindschutzscheibe bei einer Geschwindigkeit von 90 km in der Stunde.

Lösung: 90 km in der Stunde = 25 m in der Sekunde.

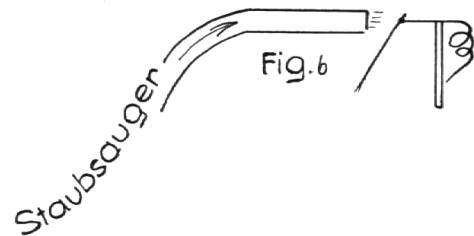
Staudruck pro m² bei einer Sekundengeschwindigkeit von 1 m = 0.064 kg
 „ „ m² „ „ „ 25 m = 625 \times mehr = 40.— kg
 „ „ $\frac{1}{4}$ m² „ „ „ 25 m = 10.— kg

Für das Flugzeug wird der Staudruck herabgemindert, wenn es in grosse Höhen aufsteigt, wo die Luft dünner ist.

Bis jetzt haben wir den Widerstand nur zum Teil bei seinem Werke ertappt. Ebenso wie auf der Stauseite treibt er nämlich sein Unwesen an der Rückseite.

Beobachtungen: Strecke den Arm aus und bewege die geschlossene Handfläche rasch durch die Luft (Handrücken voraus). Wo spürst du die Luft stärker? An der Handfläche! Ein altmodiges Auto mit senkrechter Rückwand fährt daher. Siehst du, wie Staub, Blätter, Papier usw. aufwirbeln und dem Auto nachrennen! Nach kurzer Fahrt ist die Autorückwand mit Staub überdeckt. Solchen Staubansatz findest du nie bei einem modernen Auto, das stromlinienförmig gebaut ist. Das Wort **Stromlinien** erklärt uns den Unterschied. Es sagt uns, dass die Luftmasse strömt. Aber wie? Es sei nochmals festgestellt (man hat auch die Schüler immer

wieder daran zu erinnern), dass wir das Fluggerät nicht zu bewegen brauchen, wenn wir es durch einen Windstrom anblasen. Die modernen Versuchsanstalten verfügen über grosse Windkanäle, in welche ganze Flugzeuge hinein gehängt werden. Das Geheimnis der Stromlinien kann auch durch einen Wasserkanal veranschaulicht werden, da sich Wasser und Luft in Bezug auf die Stromlinien gleich verhalten. Den nötigen Wind soll uns ein Staubsauger liefern, der sicher seine helle Freude daran hat, wenn er nach jahrlangem Säugen heute einmal blasen darf! Aus einem schmiegsamen und leichten Seidenfaden verfertigen wir eine kleine

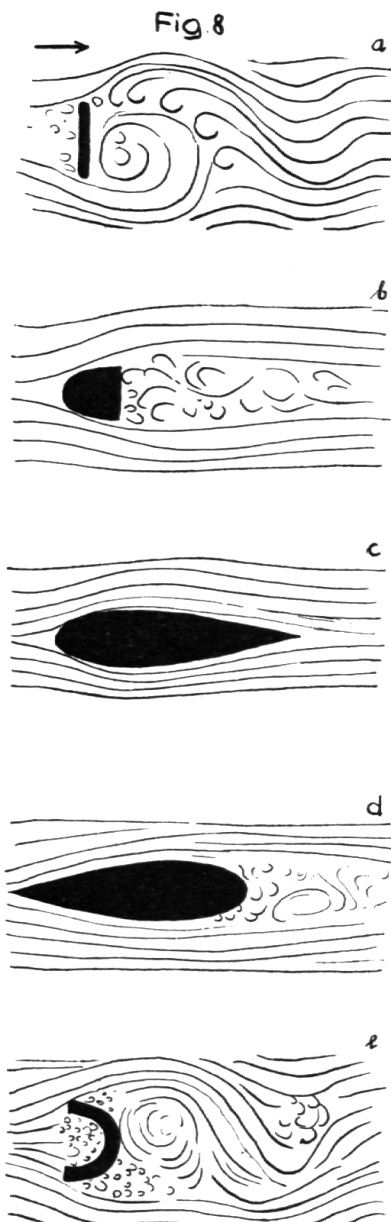


Peitsche, die wir nach Fig. 6 in den Luftstrom eintauchen. Der Faden schlägt sofort die gradlinige Richtung des Windes ein. Nun schieben wir einen Karton (das ist die senkrechte Autowand) in den Luftstrom und beobachten den Faden. Er wirbelt unruhig und schlägt an die Rückwand des Kartons zurück! Die Wirbel, die er uns vorzeichnet, sind die Wirbelbewegungen der Luft hinter dem Auto aus Grossvaters Zeiten. Nun schieben wir einen stromlinienförmigen Körper in den Luftstrom. Hier entstehen keine Wirbel. Der Faden schmiegt sich dem Körper sanft an.

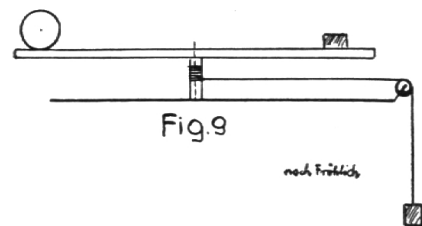


Fig. 7. An der Nase des Körpers wird die Luftströmung bei einer minimalen Stauung abgelenkt. Dann strömt die Luft glatt am Körper vorbei. Beim Verlassen des Körpers schliesst sich die Strömung ohne Wirbelbildung. Wir wiederholen diese Versuche im Wasser. Um die Strömung sichtbar zu ma-

chen, bestreuen wir die Wasseroberfläche mit Aluminiumpulver. Dann ziehen wir Körper von verschiedener Form durch das Wasser und beobachten das Wirbelfeld, beziehungsweise den glatten Strömungsverlauf. In aerodynamischen Versuchsanstalten wird die Luftströmung durch Rauch oder Flammen sichtbar gemacht. Beim Wasserströmungskanal wird die Strömung durch beigegebene Eichenholzspäne (Spez. Gewicht = 1,1) dargestellt. (Anlässlich der Vorträge von Hrn. Dr. Fritschi am Seminar Rorschach wurden diese Versuche am Strömungskanal in eindrucksvoller Weise vorgeführt!) Für die verschiedenen Versuchskörper ergeben sich ungefähr folgende Wirbelfelder:



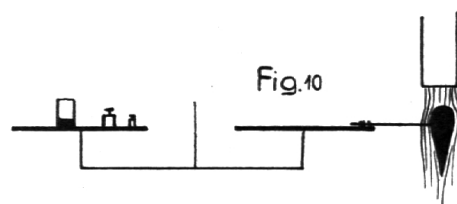
Die Luftmasse hinter dem Körper wird in Fig. a, b, d, e kräftig bewegt. Hierzu ist aber eine Kraft notwendig, denn jede Bewegung hat ihre Ursache in einer Kraft. Und diese Kraft setzt nirgends anders an als am Widerstandskörper. Mit andern Worten: Der ganze Wirbeltanz wird durch den Widerstandskörper verursacht. Der Wirbelzopf hängt sich als Ballast an die Körperhinterseite und saugt den Körper gleichsam rückwärts. Bei Fig. c entstehen keine Wirbel. Das ist die Stromlinienform (Tropfenform) mit dem kleinen Widerstand. Sie wird dort angewandt, wo eine grosse Geschwindigkeit erreicht werden will: Flugzeugrumpf, Luftschiff, Auto, Roter Pfeil. Vorstehende Teile, wie Fahrgestell, Beleuchtung, Verstrebung, Radschutz usw. werden stromlinienförmig verkleidet. — Aus einer Zeitung: „Amerikanische Ingenieure haben das Modell eines Stromlinienhauses dargestellt, das, wenn die Mittel dazu aufgebracht werden können den Haustyp der Zukunft in den von Tornados heimgesuchten Gebieten darstellen soll. Das Haus ist vollkommen drehbar und es ist möglich, seine Front, die dem Wind den geringsten Widerstand bietet, gerade der Marschrichtung eines Wirbelsturmes entgegen zu stellen; wenn der Drehmechanismus versagt, so besorgt der Sturm selbst diese Arbeit, indem er das Haus so dreht, dass der Luftdruck von selbst an der Stromlinie vorbeigleitet, ohne Schaden anzurichten.“ Stromlinienkörper in der Natur: Vogelkörper, Fisch, Insektenkörper. Mit



dem Umlaufgerät Fig. 9 stellen wir das Gesagte unter Beweis. In Fröhlichs Baukasten

sind die Widerstandskörper so gewählt, dass alle das gleiche Gewicht und den gleichen Querschnitt haben. Wir setzen sie auf das Umlaufgerät, treiben alle mit der gleichen Kraft an und zählen die Umdrehungen. So können wir die ungleichen Widerstände klar erkennen. Zum gleichen Resultat gelangen wir, wenn wir die Widerstandskörper an einer Krämerwage befestigen und mit dem Staubsauger anblasen. Fig. 10. So können wir den Widerstand als Druck wägen.

Unsere Versuche sind und bleiben trotz allem Eifer ungenau. Genaue Messungen in



den Forschungsinstituten ergaben für den dm^2 Querschnitt und 10 m Sekundengeschwindigkeit folgende Widerstände:

Wind	Widerstand (g)	Beiwert
→ 75 g	75 g	1.17
→ hohl 86 g	86 g	1.35
→ 29 g	29 g	0.45
→ hohl 21 g	21 g	0.33
→ 3 g	3 g	0.05

Querschnitt: 1 dm^2 nach W. Fröhlich

Als vom Staudruck die Rede war, ergab sich folgendes:

Staudruck bei 1 m/sec. auf $1 \text{ m}^2 = 0.064 \text{ kg}$
 " " 10 m/sec. " $1 \text{ m}^2 = 100 \times \text{mehr} = 6.4 \text{ kg}$
 folglich:
 Staudruck bei 10 m/sec. auf $1 \text{ dm}^2 = \frac{1}{100}$ von $6.4 \text{ kg} = 64 \text{ g}$

Die genauen Messungen aber ergeben laut Tabelle 75 g. Woher dieser Unterschied? Beim Staudruck war der Widerstand, der durch die Wirbelbildung erzeugt wird, noch nicht berücksichtigt. Aus diesem und den andern Unterschieden geht hervor, dass der Widerstand eines Körpers nicht nur abhängig ist von der Fläche, sondern auch von der Form. Wenn ich nun den Formwiderstand (75 g) mit dem Stau-

druck für die entsprechende Luftgeschwindigkeit vergleiche, so ergibt sich:

$75:64 = 1.17$, d. h. der Widerstand für die ebene Fläche ist das 1.17fache des Staudrucks. Diese Zahl heisst auch Formzahl oder Widerstandsbeiwert. (Aerodynamische Bezeichnung: C_w). Sie korrigiert bei der Widerstandsberechnung die durch die Körperform bedingte Widerstandsvergrößerung oder -verminderung. Die Widerstandsbeiwerte für die andern Körper sind in der Tabelle in Rubrik 3 eingetragen.

Den Widerstand an der Autowindschutzscheibe fanden wir nach der Formel:

$$\text{Widerstand} = \text{Fläche} \times \text{Staudruck.}$$

S o m i t : Formwiderstand = Fläche \times Staudruck \times Widerstandsbeiwert.

Den grössten Beiwert hat nach der Tabelle die angeblasene Hohlkugel. Ein grosser Widerstand ist uns von Nutzen und deshalb erwünscht, wenn wir eine langsame Bewegung erzielen. (Anwendung: Fallschirm).

A u f g a b e : Ein Fallschirm hat einen Durchmesser von 7 m, Fallgeschwindigkeit = 5 m/sec. Berechne den Widerstand.

Widerstand = $(3,5 \times 3,5 \times 3^{1/7}) \times 1.6 \times 1.35 = 83.16$ kg., denn:

Fläche = 38.5; Staudruck lt. früherer Tabelle 1.6 kg, Beiwert = 1.35. So kann auch der Widerstand für einen Flugzeugrumpf, ein Luftschiff usw. berechnet werden. Dabei denkt man unwillkürlich an den Motor, der diese Widerstände durch seine Arbeit zu überwinden hat. Wir können nicht nur die Motorarbeit, sondern auch die notwendige Leistung berechnen, sofern die Zeit ausreicht und die Begriffe über Arbeit und Leistung den Schülern geläufig sind. Es liegt nahe, anschliessend daran die Wirkungsweise des *Benzinmotors* zu erläutern, er ist ja gleichsam das Herz unseres Flugzeuges. Ohne ihn kann man sich das heutige Flugwesen gar nicht mehr denken. (Verhältnismässig kleines Volumen und Gewicht, große Leistung!) Was tun wir, wenn die Oelvorräte aufgezehrt sind? — Es geht ja auch ohne Motoren! Segelfliegen! Walter Ackermann schreibt: „Wenn ich einmal Abschied nehmen muss von Strecke und Motoren — dann werde ich segelfliegen — werde dort aufhören, wo andere anfangen und den Kreis mit dem Schönsten beschliessen. Erst im Segeln ist die Erfüllung des Fliegens gegeben. Segelflug ist nicht Kampf gegen die Natur — er ist Naturverbundenheit.“

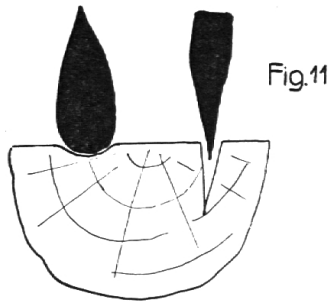
Zwischenfrage: Wie ist es dem Segelflieger möglich, ohne Motor an Höhe zu gewinnen? — Erwinnere dich an die *Aufwinde*. Diese heben oft das Segelflugzeug

so kräftig, dass das Flugzeug trotz fortwährendem Abwärtsgleiten dennoch gehoben wird. Vergleich: Ich befinde mich im Appenzellerzügli, das von Gossau nach Herisau hinauf fährt. Der Kondukteur schreitet durch alle Wagen vom vordersten (folglich höchstgelegenen) zum hintersten. Hat er an Höhe gewonnen oder verloren, wenn er beim untersten Wagen ankommt? Gewonnen, trotzdem er abwärts geschritten ist. Das Zügli war der Aufwind (Hangwind, Thermik), der Kondukteur spielte die Rolle des Segelflugzeuges! —

Oft sieht man sensationelle Phantasiebilder über das sogenannte Raketenflugzeug. Der Luftwiderstand soll hier nicht durch den Propeller allein überwunden werden. Ein Raketenantrieb (auf dem Rückstoss beruhend), soll das Flugzeug mit unheimlicher Geschwindigkeit durch bisher nie erreichte Höhen, ja bis zum Monde tragen! Man will mit dem Raketenflugzeug die jetzige Grenze der Fluggeschwindigkeit wesentlich erhöhen. Man weiss aber auch, dass sich die Luft bei Geschwindigkeiten, welche über der Schallgeschwindigkeit stehen in Bezug auf die Strömung nicht mehr so verhält, wie unter dieser Grenze. Die Stromlinienform verliert also bei solchen Geschwindigkeiten ihre Bedeutung. Darum weisen auch unsere Geschosse nicht die Stromlinienform auf! Ähnliche Formen wie die Geschosse müsste auch das Raketenflugzeug annehmen. Bei solchen Geschwindigkeiten würden die Luftteilchen vor der breiten Rumpfnase der Stromlinienform nicht rasch genug ausweichen, sondern sich eher anstauen und verdichten wie nasser Schnee. Ein heutiges Flugzeug müsste unter diesem Druck zerbrechen.

Ein Vergleich: Gäben wir einem Geschoss die Stromlinienform, so stellte sich diesem die Luft entgegen wie ein Stück Holz der umgekehrten Axt. Das Holz wird wohl zusammengepresst, weicht aber nicht aus. So wie die Schneide das Holz spaltet, so

zerteilt das eher spitze Geschoss die Luftmasse. Figur 11.

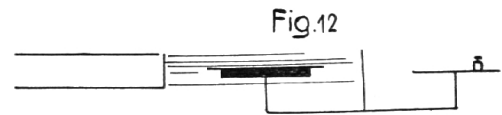


Die Grösse des Widerstandes ist endlich, besonders bei grosser Geschwindigkeit, auch noch abhängig von der Reibung des Flugzeuges an der Luft. Eine rollende Kugel auf ebener Bahn wird schliesslich durch den Einfluss der Reibung zur Ruhe gebracht, ein gleitender Schlitten noch viel rascher. So unwillkommen uns die Reibung beim Fliegen ist, so wertvoll wird sie andernorts ausgenutzt: Treibriemen, Bremse, das Festsitzen der Nägel im Holz usw. An unserm Flugzeug bleibt infolge der Adhäsion eine dünne Luftschicht hängen, wird also von der übrigen Luftmasse abgerissen und fährt mit. Diese Luftschicht bildet die Reibfläche, da die Adhäsionskraft grösser ist, als die Zähigkeit der Luft.

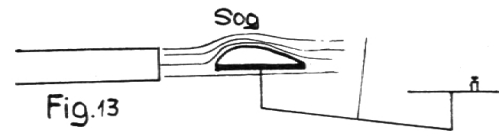
Nun könnte man fast glauben, das Rätsel des Fliegens sei gelöst. Durch Motor und Propeller wird angezogen und nach dem Drachenprinzip geht's aufwärts! Basta! — Aber nichts ist oberflächlicher und lückenhafter als diese, immerhin landläufige Auffassung. Unsere Flugzeuge sind schon längst keine Drachenflugzeuge mehr. — Sonst müssten sie ja richtige Drachenflächen aufweisen. Und gerade das ist nicht mehr der Fall, die Tragflügel sind nach oben merkwürdig gewölbt! Das ist weder Zufall noch Modeform. Diese Form bezieht sich nicht nur auf den Widerstand, sonst würde man den Flügel wohl auch nach unten wölben.

Versuche: Mit etwas Phantasie zaubern wir uns ein Flugzeug her. Schon rasselt der Propeller und macht seine Touren (wieder im Gehäuse des Staubsaugers!) Er kann sich

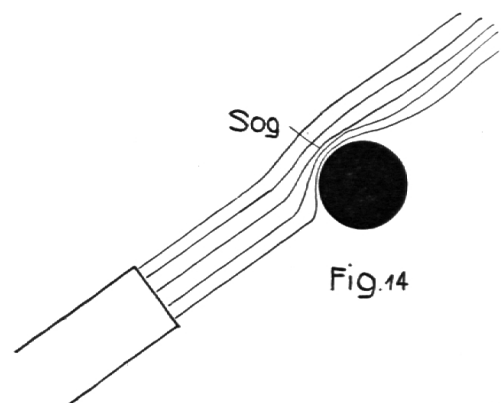
zwar nicht vorwärtschrauben, da er festgemacht ist, dafür bewegt sich die Schraubennutter (die Luft). In diesem Fall braucht sich unser Fluggerät nicht mehr zu bewegen und wir können sein Verhalten umso besser beobachten. Das Fluggerät sei eine Drachenfläche (Karton). Diese liegt waagrecht start-



bereit auf der Waage. Fig. 12. Nun wird sie waagrecht angeblasen — sie steigt nicht auf. Wir wiederholen den genau gleichen Versuch mit der gewölbten Fläche. (Halbkarton über die Waagplatte wölben) und — schon haben wir Auftrieb. Wir können denselben in Gramm feststellen. Fig. 13.

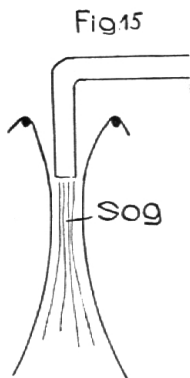


In einem Spielwarengeschäft kaufen wir uns ein kleines, sehr leichtes Tischtennisbällchen. Dieses übergeben wir der Luftströmung des Staubsaugers. Ei! Ah! geht's durch die Klasse, nachdem das kleine runde Flugzeug sich in einigem Abstand über dem Luftkanal wiegt, von unsichtbarer Hand getragen. Bei senkrechter Stellung wird man noch einigermaßen klug dabei, man denkt an die Stosskraft von unten. Wieso aber fällt die kleine Tänzerin nicht aus der Strömung heraus? Wir stellen den Luftstrom

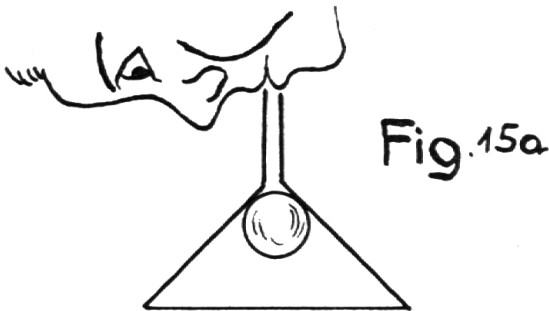


schräg, Fig. 14. Damit wird das Schauspiel noch köstlicher. Das Bällchen schwebt im-

mer noch in der Luft, es fliegt. Ein herrlicher Versuch!

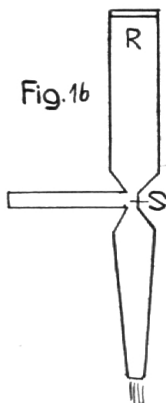


Zwei Postkarten werden nach Fig. 15 an zwei Stricknadeln aufgehängt. Wer kann kräftig blasen? Alle natürlich! Aber keiner bläst sie von oben her auseinander, der mit dem kräftigsten Blasbalg am allerwenigsten.



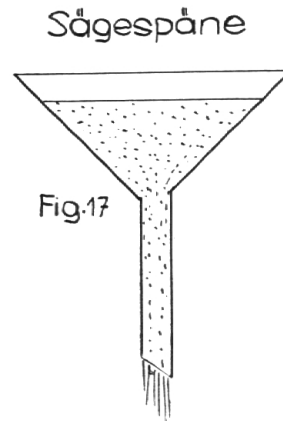
Bring das Bällchen von vorhin in einen Trichter und versucht es herauszublasen. Es bleibt am Trichter hängen. Fig. 15 a.

Es ist nicht anzunehmen, dass ein Schüler das Geheimnis in den letzten Versuchen zu deuten weiss. Im Wasser liegen die Verhältnisse gleich.

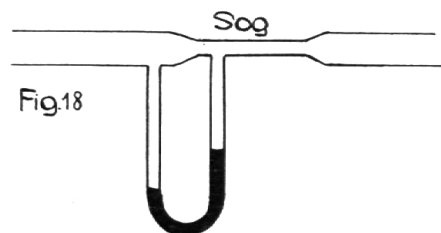


Erklärung: Wir ziehen unsere Wasserstrahlluftpumpe zu Rate. Fig. 16. Diese besteht aus einer Röhre R, welche bei S eine

Verengung aufweist. Bei der Verengung ist das wagrechte Saugrohr angebracht. — Die in einer bestimmten Zeit bei R einfließende Wassermenge (oder Luft), muss in der gleichen Zeit die Verengung passieren. Was geschieht also bei S? Hier wird die Strömungsgeschwindigkeit bedeutend erhöht. Vergl.

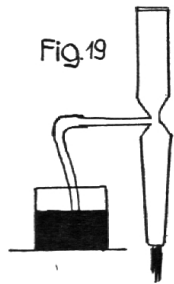


Versuch mit Fig. 17. — Was ist die Folge? Bei S wird der statische Druck kleiner. (Gesetz von Bernoulli in Genf entdeckt.) Erinnerst du dich an den statischen Druck, an den Druck im ruhenden Wasser? Es ist der Wanddruck und ist scharf zu unterscheiden vom Stossdruck des bewegten Wassers. Ein angeschlossenes Manometer würde während der Strömung die

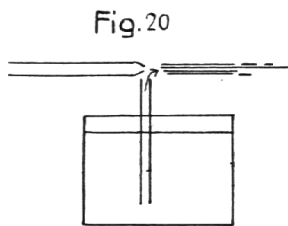


verschiedenen Drucke nach Fig. 18 anzeigen. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie sagt uns, vorhandene Energie kann nicht zerstört, wohl aber umgewandelt werden. Der Beweis ist hier erbracht. Bei S. nimmt der statische Druck ab, der kinetische Druck (Energie der Bewegung) im gleichen Masse zu. Ist die Pumpe in Betrieb gesetzt, dann wird durch das Saugrohr Luft angesogen. Der statische Luftdruck ist größer als der statische Wasserdruck. Die

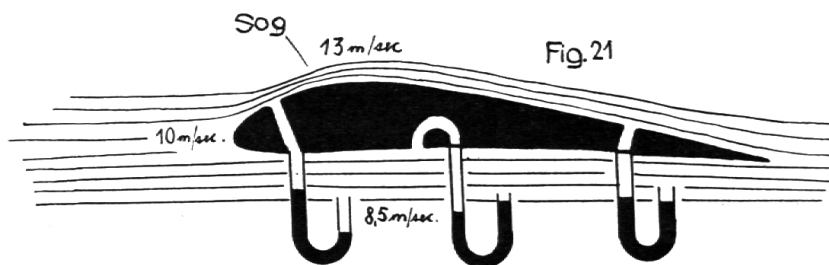
Saugstelle heisst S O G. Durch einen Versuch nach Abbildung 19 kann gezeigt



werden, wie durch die Pumpe auch Wasser angesogen wird. Aehnlich wirkt auch der



Zerstäuber nach Fig. 20. Ueberall dort, wo der Luftstrom eine Verengung passieren muß infolgedessen zu rascherem Fließen gezwungen wird, begegnen wir dem Sog, z. B.

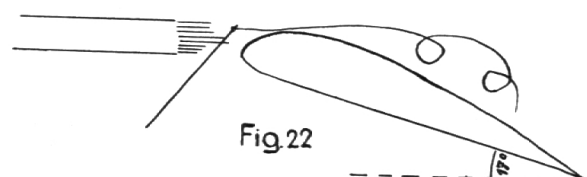


so, wie es Fig. 21 darstellt. Die Luftteilchen auf der Oberseite des Tragflügels haben den grössern Weg zurückzulegen als jene an der Unterseite. Die Luft auf der Oberseite fliesst also gleichsam in einem engen Rohr, jene unter dem Tragflügel in einem weiten. Deshalb wirkt oben der Sog, also ein Unterdruck, unten hingegen ein Ueberdruck. Dieser Druckunterschied ist für das Fliegen von grösster Wichtigkeit, denn beide Drucke wirken nach oben, geben also Auftrieb. Der Sog ist auch wirksam bei einem Anstellwinkel von 0 Grad und hierin unterscheidet sich der gewölbte Flügel von der Drachenfläche. Da der Sog für das Zustandekommen

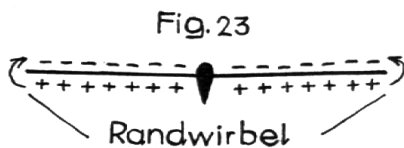
über Hausdächern, Hügeln, Wellen usw. Diese Saugkräfte wirken oft zerstörend (Hausdach), bewirken hohen Wellengang, besonders dann, wenn die Windgeschwindigkeit, von welcher der Sog abhängt, gross ist. Es kann vorkommen, dass unsere Wasserleitung eines Tages „milchiges“ Wasser liefert. Es sitzt ein Heer von kleinen Luftbläschen im Wasser. Diese Luft wurde irgendwo durch eine Oeffnung in die Leitung gesogen. Wo ist diese Oeffnung, dieser Sog zu suchen? Dort, wo die Leitung eng ist. Saugkräften begegnen wir auch bei der Behandlung des Benzinmotors, im Vergaser. Dort wird ebenfalls Benzin aus der Düse gesogen und zerstäubt. — Nun sind die Versuche mit der Waage, dem Tennisball und den Postkarten leicht zu erklären.

Wie wirkt der Sog am Tragflügel eines Flugzeuges? Ein in kleinem Anstellwinkel in den Windkanal geschobenes Tragflügelprofil beeinflusst die Windgeschwindigkeit etwa

des Auftriebs mehr tut als der Ueberdruck an der Unterseite (ca. 3:1), kann man sagen, dass das Flugzeug eher in die Höhe gesogen wird als gestossen! Durch Veränderung des Anstellwinkels kann der Auftrieb vergrössert und vermindert werden. Ein allzu grosser Anstellwinkel (14 Grad und darüber) bringt aber das Flugzeug in den „überzogenen Zustand“, weil jetzt die Strömung nicht mehr anliegt, sondern abreisst und Wirbel bildet Fig. 22.

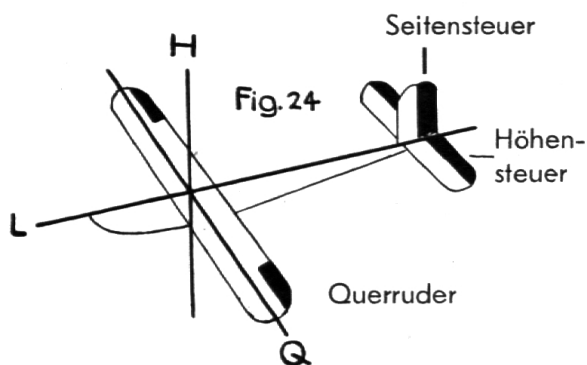


Von früher her ist uns bekannt, dass Druckunterschiede sich ausgleichen wollen. Das ist auch beim Tragflügel der Fall, an den Enden der Tragflügel. Hier entsteht eine neue Strömung und zwar wirbelförmig auf-

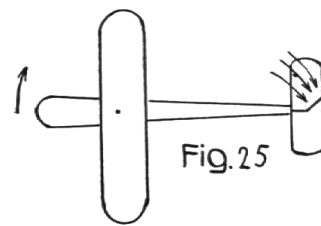


wärts, Fig. 23. Das sind die sogenannten Randwirbel, eine neue Form des Widerstandes. Er wird bekämpft durch bestimmte Formgebung, z. B. schmale und abgerundete Flügel. Abschliessend können wir sagen, dass jene Flügelform die günstigste ist, die bei grossem Auftrieb einen kleinen Widerstand hat. Solche Flügelprofile zu konstruieren überlassen wir aber grosszügig (!) den Gelehrten!

Soll ein Flugzeug fliegen, dann muss es endlich noch im Gleichgewicht bleiben können und muss stabil sein. Durch äussere Umstände (starker Wind von irgend einer Seite her) wird das Gleichgewicht häufig gestört. Wegen gewollten und ungewollten Richtungsänderungen ist eine Steueranlage notwendig. Ein Flugzeug ist um d r e i A c h s e n drehbar, um die Längs-, Quer- und



Hochachse, Fig. 24. Soll es sinken oder steigen, dann dreht es sich um die Querachse Q, soll es die Richtung ändern, dann erfolgt die Drehung um die Hochachse H, Fig. 25. Befindet sich der eine Flügel tiefer als der andere, dann vollzieht sich die Drehung um die Längsachse. Diese Drehungen werden verursacht durch das Höhen- und



Seitensteuer und durch die Querruder (nach dem Drachenprinzip). Vielleicht hat sich ein Bub beim Landibesuch den Spass geleistet und ist für 50 Rp. im Sportpavillon ins Flugzeug gestiegen, um die Steuerversuche eigenhändig vorzunehmen.

Sind wir nun Piloten geworden? Nein. Das war nur ein wenig graue Theorie. Jetzt käme noch vieles mehr, dann noch Unvorhergesehenes und Erfahrung!

Nun stellt sich die Frage, wie steht's mit dem Lehrplan? Wurde das Pensum erfüllt? Herr Lehrer, was haben Sie in der Naturlehre besprochen? — Nicht nur das Flugwesen, bitte schön! — Die Fluglehre war nur die treibende Kraft, der Propeller, der die Aufgabe hatte Schlappheit, Schulmüdigkeit (Widerstand) usw. zu überwinden, zu verscheuchen und Auftrieb zu verschaffen. Der Lehrplan ist zufrieden, es wurde ja alles mögliche miteinbezogen. Es war nur ein anderer Weg. Die Verbindung mit andern Fächern wurde zwanglos hergestellt.

Vielleicht ist unterdessen der eine oder andere Schüler ein eifriger Modellbauer geworden (Schülermodelle: Albis, Elmer Flugmodell, Shell I, Radio, Fips). Jetzt wird aber nicht nur mechanisch gebaut, es geschieht alles bewusst und nach physikalischen Ueberlegungen. Dabei muss sich der Schüler an ganz exaktes Basteln gewöhnen, weil sich alles Pfuschen rächt. Es braucht Geduld und Ausdauer. Der Sport mit dem Modell will erkämpft sein. Der Schüler hat sich auseinander zu setzen mit dem Bauplan. Das Planlesen bringt ihm die Begriffe über Seiten-, Auf- und Grundriss nahe und schliesslich weiss er damit umzugehen wie mit seinem Sackmesser. Lässt er dann schliesslich

sein kleines Flugzeug starten — das muss man persönlich erlebt haben — dann verliert auch er einen Teil der Erdschwere und — fliegt mit. —

Stoffanlage für die Naturlehre.

Natürliche Flieger.

Geschichtliches über menschliche Flugversuche.

Die Schwerkraft.

Die Luft ist ein Körper.

Die Luft hat ein Gewicht.

Der Luftdruck.

Der luftverdünnte und luftgepresste Raum.

Barometer, Pumpen und Spritzen aller Art.

Ausdehnung der Körper (der Luft im Besondern) durch Wärme. (Thermometer.)

Wetterkunde, Winde, Meeresströmung.

Die Zusammensetzung der Luft.

Menschliches, tierisches und pflanzliches Leben und die Luft.

Der Sauerstoff.

Der statische Auftrieb im Wasser und in der Luft.

Schiffahrt.

Spezifisches Gewicht.

Gase und Gaserzeugung.

Luftschiff, Ballon.

Flugverkehrsnetz.

Drachenfliieger.

Wirkung und Gegenwirkung, Rückstoss.

Wasserräder, Turbinen, Schraube, Propeller, Ventilator, Staubsauger usw.

Staudruck und Formwiderstand.

Die Stromlinienform.

Benzinmotor, Arbeit und Leistung (Vergleiche mit der Dampfmaschine!).

Erdöl und Kohle.

Geschwindigkeit, Reibung.

Der Sog am Tragflügel und anderswo.

Flugzeugachsen und Steuerung.

Modellbau.

Hans Widrig.

Schulfunkprogramm November/Dezember 1940

5. Nov. Di.: „Murten 1476“, ein Hörspiel von Chr. Lerch, Bern. Inhalt: 1. Bild: Hochwacht auf dem Gurten, Meldung vom Aufbruch Karls des Kühnen. 2. Bild: 18. Juni 1476; der grosse Sturm auf Murten. 3. Bild: Unmittelbar nachher im Lager Karls. 4. Bild: Rekordmarsch der Zürcher, Sarganser und Rheintaler. 5. Bild: 22. Juni 1476, nach der Schlacht.

7. Nov. Do.: *Hütet eure Augen*. Dr. R. Schürmann, Augenarzt in Zürich, wird den Schülern nahe legen, wie sie ihre Augen schonen sollen. Zur Vorbereitung der Sendung wird man die Augen behandeln und den Vergleich ziehen zwischen Auge und Photoapparat. Sendung für Schüler vom 5. Schuljahr an.

11. Nov. Mo.: *Erlebnisse im Himalaja-Karakorum-Gebiet*. Dr. Rud. Wyss aus Bern, der zweimal dieses Gebiet durchquerte, wird aus der Fülle seiner Erlebnisse einige „Müsterli“, die für die Schüler von Interesse sind, erzählen. Vor der Darbietung ist eine geographische Orientierung der Schüler unerlässlich. Näheres siehe Schulfunkzeitschrift.

15. Nov. Fr.: *Grenzlauf*, Hörspiel von Kaspar Freuler, Glarus. Dieses Hörspiel, das schon früher dargeboten wurde, ist eine dramatische Gestaltung jener Sage vom Grenzlauf zwischen den Urnern und den Glarnern. (Für Schüler vom 5. Schuljahr an.)

19. Nov. Di.: „*Mon hameau*“, eine Gesangslektion in französischer Sprache von P. Roser, Zürich. Das von Jaques Dalcroze komponierte Lied wird nach zeitgemässen methodischen Grundsätzen durch Schü-

ler erarbeitet werden, indem zuerst die Melodie und dann der Text bewältigt werden.

22. Nov. Fr.: *Musik zu viert*. Mit dieser Sendung wird Dr. Rud. Witschi, Bern, die Schüler mit den Instrumenten des Streichquartetts bekanntmachen, um sie dadurch zum Verständnis der Streichquartett-Musik zu führen. (Für Schüler vom 7. Schuljahr an.)

25. Nov. Mo.: *Tiefseetiere auf dem Meeresgrund*. In Anlehnung an das Werk von Beebe „923 m unter dem Meeresspiegel“ wird Dr. A. Gerber, Basel, die Schüler bekanntmachen mit der Tiefseefauna und mit der Technik des Tiefseetauchens. (Vom 6. Schuljahr an.)

29. Nov. Fr.: „*De Stibitz*“, es Spiil vom Schimpfe und Vertroue, ein Mundartspiel in 6 Bildern, das reiche Möglichkeit zur pädagogischen Auswertung bietet, indem es die Lebensgeschichte eines verschupften Buben darstellt, der unter dem Druck des Misstrauens auf die schiefe Bahn gerät, schliesslich aber auf dem Lindenhof Verständnis und den Weg zu einem tüchtigen Menschen findet.

3. Dez. Di.: *Zucker*, eine Hörfolge, die die Geschichte des Zuckers darbietet und den Kampf zwischen dem Rohrzucker und dem Rübenzucker schildert. Autor: E. Grauwiler, Liestal. Die Schulfunkzeitschrift bietet reiches Vorbereitungs-material.

5. Dez. Do.: *Aarberger Zucker*. Hans Zurflüh führt ein in die Bedeutung der schweizerischen Zuckerindustrie, in die Wichtigkeit der Anpflanzung von