Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 27 (1940)
Heft: 2

Artikel: Zur Physik des Fliegens
Autor: Widrig, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-525545

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: 14.12.2025

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

Conrad Ferdinand Meyers, von der das Büchlein zu erzählen beginnt:

„Dass bedeutende Männer ihren Müttern oft zu grossem Dank verpflichtet sind, da diese vor allen andern Menschen an sie geglaubt und für sie gekämpft haben, ist eine häufige Erscheinung. Dass ein reichbegabter Geist es aber vornehmlich seiner Schwester dankt, den Weg in die Höhe gefunden zu haben ist ein Einzelfall, zu dem es nicht manche Parallele gibt. Im Lichte dieses seltenen Wertes steht Betsy Meyer vor uns." —

Und Betsy Meyer war nicht nur eine Lichtgestalt für ihren Bruder, sondern ist es noch für viele, die im Stillen ihr Wirken vollführen.

Eine starke Gottverbundenheit und ein grosses Verantwortungsbewusstsein war wohl der tiefere Sinn im Wirken dieser Frauen, und aus diesem heraus übten sie in so reichem Masse die wahre, christliche Nächstenliebe an unserem Volke im Dienst unseres Vaterlandes. „Für die Gedrückten und Hilflosen sind wir da, helfen ist des Menschen Bestimmung und grosse Lebensfreude, und nie dürfen wir Frauen vergessen, unsere geringere physische Kraft und Stärke auszugleichen durch unsere grössere Kraft zum Guten." (Helene von Mülinen.)

Basel. *Margrit Lüdin.*

Sektion Aargau des V. K. L. S.

Eine Frühlingswanderung führt uns am 18. Mai nächsthin am Südhang der Lägern durch grünes Rebgelände ins Fährlilee, wo unsere Jahresversammlung stattfindet. Abmarsch Bahnhof Baden um 13.30 Uhr. Wer nicht gut den einstündigen Weg zu Fuss machen kann, fährt mit dem Autobus zur Post in Wettingen. Von dort aus ist das Gasthaus in einer Viertelstunde erreichbar.

Einige Stunden frohen Beisammenseins bei Singen, Plaudern und Miterleben eines geistlichen Spieles, dargeboten von einigen Kolleginnen, werden uns mit neuem Mut in unsern Wirkungskreis zurückkehren lassen. Der übliche geschäftliche Teil gibt uns wieder Einblick in die Arbeit unseres Vereins im abgelaufenen Jahre.

Vollzähligen Besuch erwartet

Der Vorstand.

Volksschule

Zur Physik des Fliegens

Die vorliegende Arbeit ist ein Vorschlag, diese „junge" Physik durch einfache Experimente zu veranschaulichen und das ganze Problem im Sinne des Gesamtunterrichts in den Stoffplan der 7. oder 8. Klasse einzubauen. Oberflächlich betrachtet kann man zwar einwenden, die Fluglehre habe in der Volksschule keine Berechtigung. Tatsächlich mutet es auch etwas ungewohnt an, mit den Schülern der 7. und 8. Klasse oder der Realschule in diese „höhere" Physik eindringen zu wollen, weil diese neue, noch kein halbes Jahrhundert alte Wissenschaft erst wenig ins Allgemeinwissen der breiteren Oeffentlichkeit durchgesickert ist. Man fragt sich deshalb, ist das notwendig, gibt es nichts Naheliegenderes, warum diese Spezialität, die doch für die meisten etwas Lebensfernes sein und bleiben wird? Und woher nehme ich übrigens die Zeit, wenn ich die Hauptfächer nicht vernachlässigen will? — In ungünstigen Schulverhältnissen und dort, wo der Lehrer neben der 7. und 8. Klasse noch andere Klassen zu führen hat, sind diese Bedenken sicher am Platze. Beim Ein- und Zweiklassensystem und besonders dort, wo der Lehrer nur die Knabenklassen zu führen hat, wo also der Naturlehrestoff einseitig auf den Interessekreis der Buben zugeschnitten werden kann, da greife der Lehrer herzhaft zu und er wird dabei seine Freude erleben. Allerdings braucht's voraus eine gründliche Ueberlegung, wie vorgegangen werden muss, um an die Sache her-

anzukommen. Vor allem ist entschieden davon abzuraten, gleich aufs Ganze loszugehen, d. h. die Fluglehre „als solche" behandeln zu wollen. Kaum begonnen, wäre auch die Enttäuschung da! Wir machen es wie der Baumeister und legen zuerst für den bereits geplanten Bau das tragfähige Fundament. Ohne die fundamentalen Begriffe über Luft, Luftgewicht, statischer Auftrieb in Wasser und Luft, spez. Gewichte, Winde, Luftbeschaffenheit usw., kommen wir nicht aus. Man tappt im Dunkeln herum; wo man hinsieht, hat's Lücken. Man versucht das Versäumte nachzuholen, flickt und schimpft und wird nervös dabei. Wenn aber die grundlegenden Begriffe systematisch erarbeitet worden sind, lässt sich darauf erspriesslich weiter bauen. Und wenn es auch hier Herbst wird, bis die Früchte reifen, und wir endlich starten können, so tut's nichts zur Sache, besonders deshalb nicht, weil die erworbenen Grundbegriffe dem Schüler die Grundlage sein werden, wenn er andere Dinge unseres täglichen Lebens verstehen will (Barometer, Saug- und Druckpumpe, der luftverdünnte Raum, Gase, Gasdruck, Atmosphäre, Ausdehnung der Körper durch Wärme, Tau usw.). So lässt sich der Stoffplan beliebig erweitern, ohne dass wir vom Thema abweichen, und wir werden am Schluss staunen, was alles mit einer Flugmaschine im Zusammenhang liegt. Es sind aber lauter Dinge darunter, die uns im Alltag begegnen können, auch wenn wir keine Piloten sind (Benzin, Rohöl, Benzinmotor, Dampfmaschine, Thermometer, Arbeit und Leistung, Pferdekraft, Holz-, Wasser- und Luftschraube, schiefe Ebene, Schwerpunkt, spez. Gewichte, Einwirkung des verminderten Luftdruckes auf den menschlichen Körper, Niederschläge usw.). Warum aber sollen wir all diese Sachen unter diesem Gesichtswinkel behandeln? Erstens weil die Zusammenhänge da sind und beim Fliegen ernstlich in Betracht fallen. Zweitens ist so der gesamte Stoff, auch der dem Schüler wenig sympathische, durchzogen und durchwoben vom alten Traum des Menschen, fliegen zu können. Wenn wir uns zum voraus das Ziel so stekken, dann erhält der Unterricht sicher auch die nötige Spannung, welche unsere Arbeit belebt. Warum sollen wir vor unsern mit Stoff reichlich beladenen Karren nicht ein „zügiges" Rösslein spannen?

A. Geschichtliches.

Ein Blick in die Natur und eine kurze Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung sind wohl die geeignetste Einführung in das grosse Thema. Dabei wird es dem Schüler deutlich bewusst, dass der Mensch von Natur aus nicht zum Fliegen geboren ist. Er lebt zwar wie die natürlichen Flieger in engster Abhängigkeit vom Luftmeer. Die Luft ist seine Nahrung, selbst wenn er schläft. Dennoch ist die Menschheit an die Erde gekettet, ähnlich wie die tiefsten Meeresbewohner auf den Grund des Meeres. Dann und wann steigt auch der Mensch in höhere Zonen. Mit Pickel und Seil erobert er unter Lebensgefahr Meter um Meter, und auf dem Berggipfel ruht er aus von seinen Strapazen. Vielleicht umkreisen ihn während seinem mühe- und gefahrvollen Kraxeln Alpendohlen. Was Wunder, wenn in ihm der Wunsch erwacht, es ihnen gleich zu tun? — Der Wunsch des Menschen, fliegen zu können, ist so alt wie die Menschheit selbst. Wen von uns beschleicht nicht auch die Sehnsucht, wenn die Schwalben im Herbst die Lüfte durchziehen, um nach ihren Sammelflügen Berge und Meere zu überbrücken? Zwischen Bruggen und Winkeln sieht der Reisende Europas grösste Brücke im Bau. Die Brücke kostet Millionen und jahrelang wird an ihr gebaut. Ist der Bau beendet, dann wird der technisch eingestellte Mensch stolz sein auf das grosse Werk. Er darf es mit Recht. Wer denkt daran, dass jeder flügge gewordene Spatz das Sittertobel auch überbrückt? Wie geben sich die Menschen Mühe, um die modernen Flugmaschinen zu erbauen. Nun bildet sich die Menschheit be-

reits viel ein auf ihre Errungenschaften. Auch dies mit Recht. Aber schon ehe die Menschen lebten, waren die Probleme der Aviatik gelöst und verwirklicht. Das kleine Mücklein weiss zwar nichts zu erzählen über Luftwiderstand und Auftrieb, das Bienchen, das seiner Nahrung nachfliegt, ist sich der Physik des Fliegens ebenfalls wenig bewusst. Uns Menschen aber stimmt es nachdenklich und demütig, diese Tierchen zu betrachten, die aus Gottes Hand hervorgegangen sind als vollkommenste Kunstwerke göttlicher Weisheit.

In den Sagen des Altertums ist der alte Traum der Menschheit, fliegen zu können, deutlich erkennbar. Die Götter der alten Völker waren nicht an die Erde gebunden. Man hielt sie für etwas „Höheres" und Erstrebenswertes und verlieh ihnen die Freiheit zu fliegen, sei es mit Hilfe von Flügeln, feurigen Rossen oder mit Hilfe eines besondern Gewandes, das sie dazu benötigten. Später bleibt die Beherrschung der Luft nicht mehr das Vorrecht der Götter, es wurde auch Königen, Künstlern und Helden verliehen. Der persische König Xyaxares hielt sich vier gezähmte Adler, die ihn auf seinem Thron in die Lüfte trugen.

Dädalus und Ikarus sammeln sich Vogelfedern, verbinden sie mit Wachs und

fügen sich Flügel zusammen, um dem König Minos auf der Insel Kreta zu entfliehen, der beide gefangen hielt. Doch Ikarus steigt zu hoch in die Lüfte, das Wachs schmilzt unter dem Einfluss der Sonnenwärme, und Dädalus sieht seinen Sohn ins Meer stürzen.

Wieland der Schmied dient bei König Nidung. Damit seine Kunst dem Herrn für immer dienstbar sei, werden Wieland die Fußsehnen durchschnitten. Wie Dädalus baut er sich Flügel und flieht. — Es ist bemerkenswert, dass diese Sage bereits flugtechnische Einzelheiten aufweist, z. B.

„. . . und wisse, alle Vögel, die unterm Himmel sind,
sie fliegen auf und nieder, entgegen stets dem Wind."

Wie die Vögel, starten und landen auch unsere Flugmaschinen heute gegen die Windrichtung, um die sogenannte Eigengeschwindigkeit gegenüber der das Flugzeug umgebenden Luft zu vergrössern. Auf den Flughäfen wird die Windrichtung durch Rauchöfen oder Windsäcke sichtbar gemacht. (Drahtlose Mitteilung der Landerichtung an die Verkehrsflugzeuge.)

Ende des 9. Jahrhunderts soll in Spanien ein Maure aufgetreten sein, der Flüge vorführte (wohl mit Fallschirm). Es wird auch berichtet, dass um die Mitte des 11. Jahrhunderts ein englischer Benediktiner bei ähnlichen Vorführungen zu Tode stürzte. Die Chinesen kannten und benützten den Flugdrachen schon vor dem Jahre 900. Eine praktische Bedeutung kam diesen Drachen jedoch nicht zu, sie dienten lediglich als Spielzeug. Die in noch frühern Jahren von indogermanischen Völkern verwendeten Drachenfeldzeichen waren Säcke mit Tierrachen, welche vom Winde aufgebläht und den Heeren vorangetragen wurden.

Leonardo da Vinci (gest. 1519) war nicht nur ein hervorragender Maler, sondern auch Physiker. Wie aus seinen noch erhaltenen Skizzen hervorgeht, beschäftigte sich auch er mit dem Flugproblem. Er selbst kon-

struierte Flugmaschinen mit beweglichen Flügeln (nach dem Vorbild der Flughäute bei Fledermäusen). Seine Versuche blieben erfolglos. Die menschliche Kraft reicht nicht aus, derartige Maschinen zu bewegen.

Man begreift, dass auf der irrtümlichen Annahme des Aristoteles (384—322), die Luft sei ohne Gewicht, nicht erfolgreich aufgebaut werden konnte. Es mussten im Laufe der Jahrhunderte deshalb erstlich viele irrige Ansichten und Lehren korrigiert, sowie neue Erkenntnisse über die Wirkung der Naturgesetze gefunden werden (Luftgewicht, statischer Auftrieb, Luftdruck usw.), bis es endlich zu Erfolgen führen musste. Archimedes in Syrakus (287—212 v. Chr.) gibt uns die Lehre vom Auftrieb im Wasser, Galilei (gest. 1642 n. Chr.) bestimmt annähernd das Luftgewicht, Torricelli (gest. 1647) macht genaue Angaben über den Luftdruck und erstellt das erste Barometer, welches aber erst der französische Gelehrte Pascal (gest. 1686) als Höhenmesser benutzte und so die Abnahme des Luftdruckes in höhern Luftschichten feststellte. Erst nach diesen Feststellungen konnte an die Ballonfliegerei auf wissenschaftlichem Boden herangegangen werden.

So ging im Jahre 1670 der Jesuit Francesco de Lana bei seinen Flugstudien von richtigen Voraussetzungen aus. Sein Plan war, das Gewicht einer Hohlkugel durch Auspumpen der Luft und durch Verwendung sehr dünner Wandungen stark herabzusetzen. Er hoffte, dass seine fliegende Barke infolge des kleinen Gewichts emporgehoben werde, ähnlich wie das leichte Holz im Wasser nach dem archimedischen Prinzip. Seine Versuche mussten scheitern, weil er die Luftdruckgesetze zu wenig in Erwägung zog.

Im Jahre 1709 gelangt Laurenzo de Gusmao (Jesuit, geb. zu Santos in Brasilien) mit einer Bittschrift an den portugiesischen König, das Patent für den Bau eines Luftfahrzeuges zu erhalten, worauf er als Erster in Lissabon einen Heissluftballon in die Luft steigen liess.

Weit bekannter sind der Welt die durchschlagenden Flugversuche der Gebrüder Montgolfier aus dem Städtchen Annonay in Südfrankreich (1783). Ihre Erfolge mit dem Heissluftballon setzten alle Welt in Staunen. Nun war die Idee verwirklicht, der Vorläufer des heutigen lenkbaren Luftschiffes war geschaffen und nun ruhten menschlicher Erfindergeist und menschliche Tatkraft nicht mehr bis auf den heutigen Tag, um die Flugzeuge beständig zu verbessern und zu vervollkommnen.

Der Pariser Physiker Charles füllt ebenfalls eine aus Seide hergestellte und mit Kautschuklösung verdichtete Ballonhülle, nicht mit heisser Luft, sondern mit Wasserstoff. Vier Tage lang dauerte die Erzeugung des nötigen Gases (25,000 Liter). Am 27. August 1783 (einen Monat nach den Versuchen der Gebr. Montgolfier!) sahen die Pariser das seltene Schauspiel eines Ballonaufstieges. Gegen den Willen von Prof. Charles war der Ballon prall gefüllt worden. So musste er im Hinblick auf die Luftdruckgesetze in einer gewissen Höhe platzen und abstürzen. Das Schicksal des abgestürzten Ballons ist bekannt! Mit Mistgabeln und Dreschflegeln wurde er von den Bauern des Dorfes Gonesse empfangen, hierauf gesteinigt und ihm schliesslich am Schweif eines Pferdes ein klägliches Ende bereitet. Alsdann wurde das Landvolk durch die Regierung über die neue Erfindung aufgeklärt und beruhigt. Damit aber war der Glaube an Höllenspuk und Satanskunst noch nicht ausgerottet.

Eine wirtschaftliche Bedeutung kann den ersten Ballonversuchen natürlich nicht beigemessen werden. Die ungewissen Landungsplätze der Ballone (Fluss, See, Meer usw.), sowie das Platzen in der Höhe, machten zum Mitfahren wenig Mut und Reklame. So überliess man anfangs das Vorrecht, mitzufahren, grosszügig den Tieren! Die ersten

Flugpassagiere waren ein Schaf, ein Hammel, ein Huhn und eine Ente. Merkwürdigerweise waren es auch nicht die Erfinder, die sich als erste ihren Luftfahrzeugen anvertrauten. Als erster meldete sich Pilâtre de Rozier. Er bestieg im Oktober des Jahres 1783 einen Fesselballon, um wenige Tage später mit einem Begleiter den ersten Freiflug zu wagen. Um eine gewisse Lenkbarkeit der Ballone zu erreichen, versah man sie mit Rudern, Segeln, Steuern usw. Durch das Anbringen von Schlepptauen wurden bessere Landungsmöglichkeiten erzielt. Um 1851 liegt ein Plan vor, eine Dampfmaschine von 159 kg Gewicht in den Flugballon einzubauen, um damit die nötige Antriebskraft zu erhalten. Doch diese Hilfsmittel genügten noch lange nicht, aus dem Ballon ein brauchbares und nutzbares Verkehrsmittel zu schaffen. Erst das Aufkommen des Benzinmotors gab einen neuen, wirksamen Impuls.

Menschliche Rekordsucht und übertriebener Ehrgeiz zeigten sich bald auch auf diesem Gebiet. Das Ziel bestand darin, eine bisher noch nie erreichte Höhe zu erfliegen (ferner Fallschirmabsprünge, sensationelle Sportfliegerei). Die Auftriebskraft der Ballone stand solchen Tendenzen weniger hindernd entgegen, als die Unfähigkeit des menschlichen Körpers, die starken, gesundheitsschädigenden Einflüsse der Stratosphäre zu ertragen. (Geringer Luftdruck, Sauerstoffmangel, grosse Kälte.)

Aus wissenschaftlichen Gründen steigt 1931 der kühne Schweizer, Prof. Piccard, in die noch nie erreichte Höhe von zirka 16,000 m und im folgenden Jahr auf 17,000 m. (Fig. A.) Noch grössere Höhen erreichen die mannlos aufsteigenden Registrierballone. Diese werden mit Messgeräten ausgestattet in die Stratosphäre geschickt. Infolge der Luftverdünnung dehnt sich das Füllgas aus und bringt den Ballon zum Platzen. An Fallschirmen werden die Messinstrumente unversehrt der Erde wieder zurückgegeben.

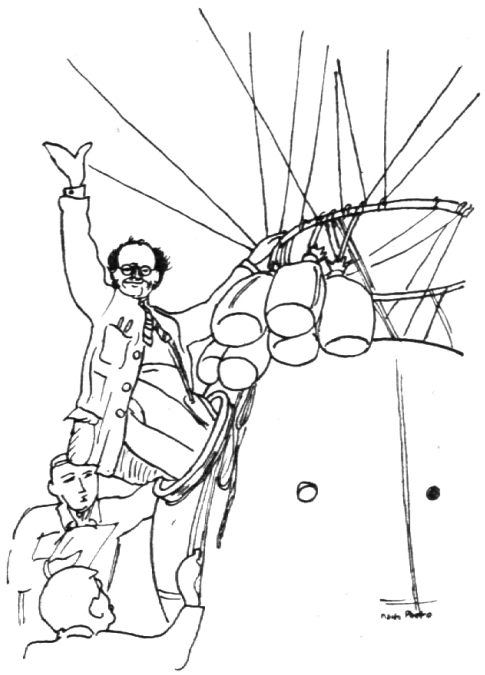


Fig. A

Auf diese Weise wurden schon Höhen von 39,000 m erforscht.

Viele Erfinder setzten sich das Ziel, die Luftfahrzeuge zu brauchbaren Verkehrsmitteln zu vervollkommnen. Ein Verkehrsmittel, das den Launen der Winde ergeben ist, taugt aber zu nichts. Der Ballon musste lenkbar gemacht werden. Dieses neue Problem sollte durch Luftschrauben und Motoren gelöst werden. Im Jahre 1829 baute der Oesterreicher Ressel ein Dampfschiff, das durch eine Wasserschraube getrieben wurde. Sieben Jahre später fand er im Engländer Smith einen Nachahmer. Smith baute eine Holzschraube mit zwei vollen Gewindeumgängen. Auf einer Probefahrt wurde ein Schraubenteil abgebrochen. Aber welch glücklicher Zufall! Das Schiff fuhr mit einem Gewindeumgang weiter, sogar wesentlich rascher. Es lag nun nahe, Schrauben von ähnlicher Konstruktion für die Luftfahrzeuge zu bauen. Die verhältnismässig leichten Benzinmotoren (Rudolf Diesel 1858 bis 1913) waren wie geschaffen, die erforderliche Kraft zu liefern. Der volle Erfolg war dem 20. Jahrhundert vorbehalten, verwirklicht durch den nimmermüden, willensstar-

ken Graf Zeppelin. Er ist der Begründer der Verkehrsfliegerei. Unverständnis bei den eigenen Landsleuten, bei der Regierung sowie finanzielle Sorgen, misslungene Versuche, zerschmetterte Konstruktionen entmutigten den über 60 Jahre alten Erfinder nicht. 1905 werden seine besten Hoffnungen durchkreuzt, indem ein Sturmwind sein Luftschiff bei der zweiten Probefahrt auf den Boden schleudert, so dass es in Stücke zerschellt. Für Spott und Hohn war bald und reichlich gesorgt. Graf Zeppelin stand da ohne Anerkennung und ohne Hilfe. Seine Zeitgenossen, vorab jene „vom Fach", hielten ihn für einen Narren, man zweifelte an seinem Verstand und stellte fest, dass er von Luftfahrt und Technik nicht viel verstehe. Graf Zeppelin aber erklärte hiezu: „Es wird weiter gebaut!" Erst mit seinem vierten Luftschiff wird 1908 sein eiserner Wille mit Erfolg gekrönt. Und heute durchkreuzt „Graf Zeppelin" als fliegendes Luxushotel ganze Erdteile und Meere in kürzester Zeit.

Das Fliegen mit Hilfe von leichter Luft oder mit leichten Gasen ist nicht ein Fliegen im wahren Sinne des Wortes, es ist vielmehr ein in die Höhe Getragenwerden oder ein Schweben. So versuchten die Menschen, parallel mit den Ballonversuchen, auch den Vogelflug nachzuahmen. Der Vogelkörper ist schwerer als Luft, das Fliegen beruht hier nicht auf dem statischen, sondern auf dem dynamischen Auftrieb. Die ersten, oben erwähnten Flugversuche von Leonardo da Vinci fanden häufige Nachahmungen.

Im Jahre 1807 erregt der Schweizer Uhrenmacher Jak. Degen durch seine

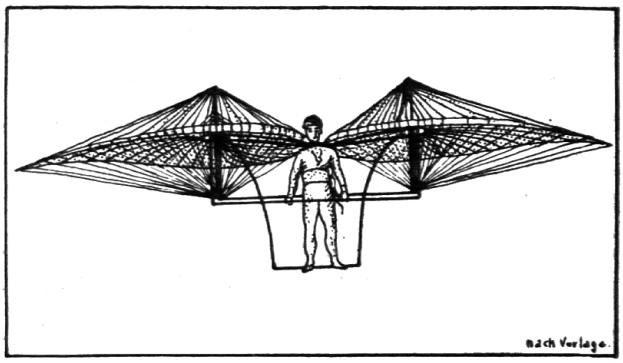


Fig. B.

Flugversuche mit einer einem Fallschirm ähnlichen Gleitflugmaschine in Wien grosses Aufsehen. (Fig. B.) Weniger Durchschlagskraft hatte begreiflicherweise der „Schneider von Ulm", der vor einer grossen Menschenmenge seine Flüge vorführen will und nach kurzer Zeit tropfnass aus der Donau gezogen wird. Spottlied:

„Zu Ulm hat ein Schneider das Fliegen probiert,
Da hat ihn der Teufel in die Donau geführt."

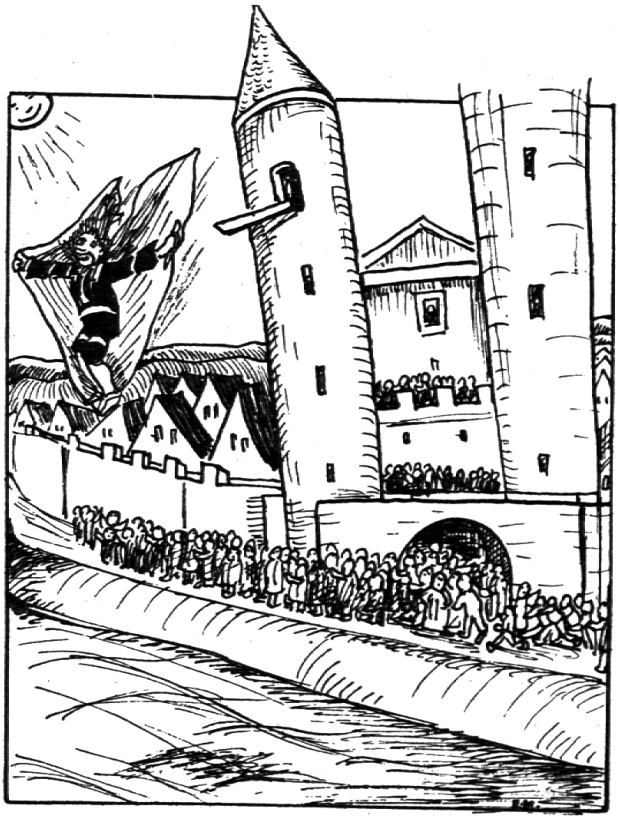


Fig. C.

Diese ersten „Grashüpfer" auf dem Gebiete des sog. Schwingenflugzeuges mussten bald erkennen, dass es dem menschlichen Körper versagt ist, den Vogelflug getreu nachzuahmen. Die Muskelkraft in den Gliedmassen reicht bei weitem nicht aus, die Schwingen zu bewegen. Zudem ist der Flügelschlag des Vogels eine viel kompliziertere Bewegung, als man vermutet. Es handelt sich nicht nur um ein blosses Auf- und Abwärtsbewegen der Schwingen.

Die ersten bemerkenswerten Erfolge waren den sog. Drachenflugzeugen beschie-

den (steife, unbewegliche Tragflächen). Die Tragflächen finden wir meist in V-förmiger Anordnung. Die Schwerpunktsverlegung konnte einigermassen durch Körperbewegungen des Mitfliegenden bewirkt werden.

Von überragender Wichtigkeit sind hier die Versuche von Otto Lilienthal, dem eigentlichen Vater der modernen Flugtechnik. Es gelangen ihm bald Segel- und Gleitflüge bis 450 m. Im Jahre 1894 erreichte ihn dabei in der Nähe Berlins, wo er für seine Flugversuche einen Hügel aufschütten liess, um nach allen Winden zu starten (vergleiche „Wieland der Schmied"), der Tod. (Fig. D.)

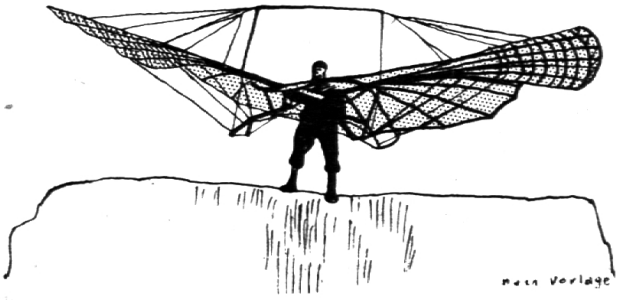


Fig. D.

Seine Gedanken werden durch die Gebrüder Wright aufgenommen und weiter entwickelt. Es entstehen Eindecker und Doppeldecker mit Seiten- und Höhensteuerung nach Lilienthals Plänen.

Bei diesen ersten Flugmaschinen war eigentlich nur das Gewicht die vorwärtsbewegende Kraft, und an den Tragflächen wirkte die aufprallende Luftmasse wie bei einem Kinderdrachen. Es konnten mit solchen Maschinen nur Gleitflüge von einer Anhöhe ausgeführt werden. (Fig. E.)

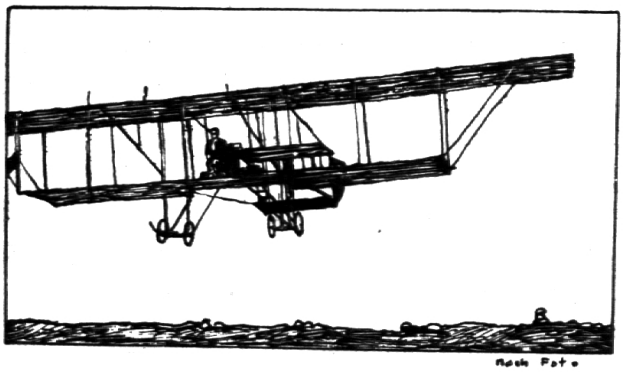


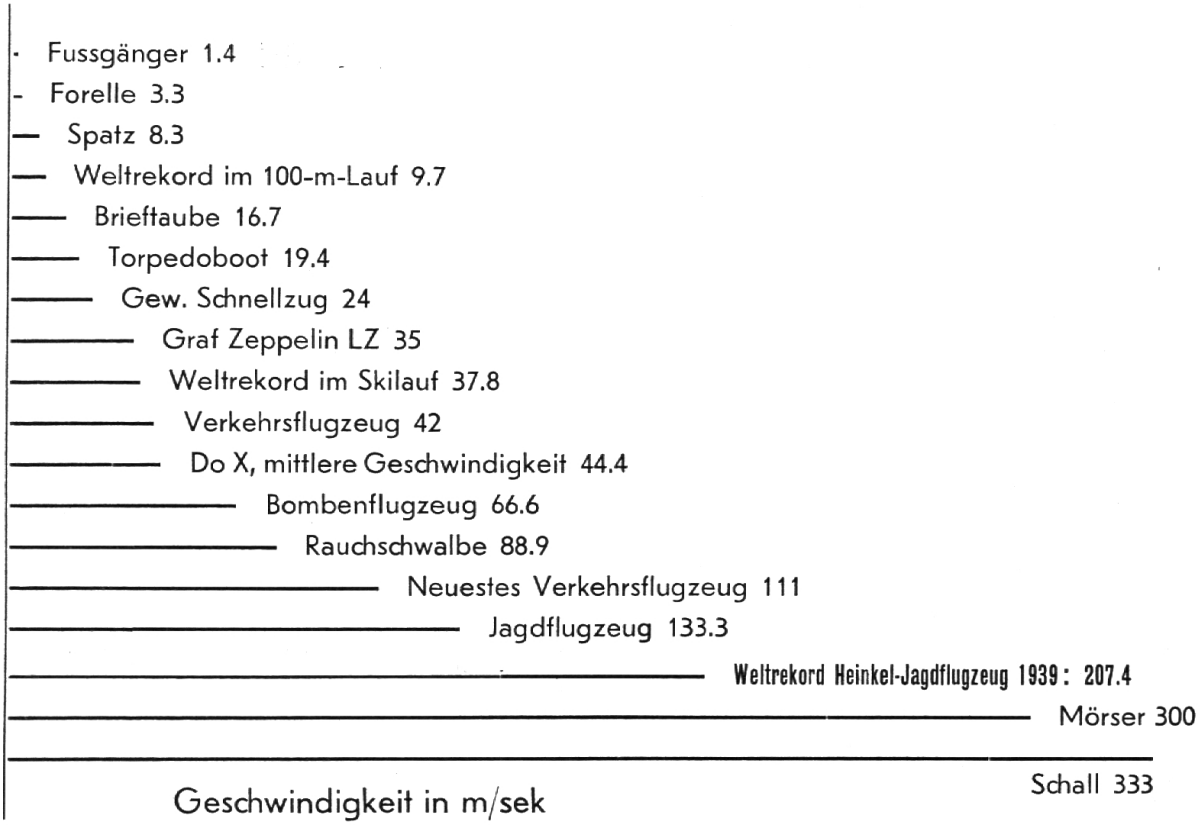
Fig. E.

Erst im Jahre 1903 steigt erstmals eine Flugmaschine auf, angezogen durch einen von einem Benzinmotor angetriebenen Propeller. Die erste Fahrt dauerte zwölf ganze Sekunden! Und doch welch entscheidendes und grundlegendes Ereignis! Der vierte Flug dauerte 59 Sekunden, wobei eine Strecke von 250 m durchflogen wird. Nach solchen Erfolgen der Gebrüder Wright war der Boden geebnet, fieberhaft weiter zu bauen. Eine Verbesserung und Vervollkommnung wird durch eine weitere abgelöst. Die Flüge werden länger und höher, die Geschwindigkeiten werden gesteigert. Aus den primitiven Flugzeugen entwickeln sich immer neue Wunderwerke der Technik. Das erste Quartal des 20. Jahrhunderts ist die Zeit, in der das grossartige Gebiet des Fliegens förmlich erobert wird.

Schon im Jahre 1910 überflog Chavez den Simplon. Dabei holte er sich bei Domodossola den Tod. Ein weiterer Markstein in der Aviatik bildet der bekannte Alpenflug Bern-Mailand Oskar Biders (1913), eine grandiose Leistung, gemessen an den technischen Mitteln, Kenntnissen und Erfahrungen, die damals einem 22 Jahre alten Piloten zu Rate standen.

Im Jahre 1927 bezwingt der Amerikaner Lindberg den Atlantischen Ozean ohne Zwischenlandung in 33½ Stunden, und heute erstellt man Rennflugzeuge, die eine Geschwindigkeit von 700 Stundenkilometer erreichen. Ein ganzes Netz von Fluglinien ist errichtet worden und wird stets erweitert. Flugmaschinen und Luftschiff werden heute von jedermann als offizielle Verkehrsmittel angesehen. In wenigen Stunden ist es den Staatsmännern möglich, zu Konferenzen zusammenzutreten. Der Brief, den du per Luftpost aufgibst, erreicht deinen Freund im entferntesten Erteil in wenigen Tagen, Schiffbrüchigen wird Rettung zuteil usw. Die Entfernungen von Land zu Land werden immer kleiner. Sind sich dabei die Menschen unserer Zeit auch näher gekommen? Wir wis-

sen es! Leider wird auch die geniale Erfindung der Flugtechnik in den Dienst des Krieges gestellt. Wie Höllentiere erscheinen am Horizont die Bombenflugzeuge und drohen mit Feuer und giftigen Gasen. Die Erfindung wird dem Menschen zum Verhängnis, die Ereignisse unserer Tage illustrieren die Tatsache.



Wer auf Gesamtunterricht hält, wird nicht lange nach Stoffen für die anderen Fächer suchen müssen:

Sprache: Wortschatzübungen; Phantasieaufsätze; Lektüre von SJW-Heftchen „Im Flugzeug" von Walter Ackermann; oder „Schweizerflieger", sowie „Eroberer Afrikas"; ferner aus dem Literaturteil des st. gallischen Lesebuches „Ein Flugunfall in den Alpen" von Walter Mittelholzer.

Bücher für die Schülerbibliothek:

„Mit Graf Zeppelin um die Welt", von U. Geisenheyner.

„Wie Fr. Irminger Flieger wurde", von E. Eschmann.

„Luftschiffe und Flugmaschinen", von Kleinert.

„25 Jahre Luftkutscher", von R. Gsell.

„Wir zwei", von Ch. A. Lindberg.

Rechnen: Bestimmung der Fahrzeiten für bekannte Strecken.

Zeichnen: Illustrationen zu eigenen Beobachtungen.

Handfertigkeit: Erstellung eines Heissluftballons, eines Drachens und Bau von Flugmodellen.

Auch im Singen lässt sich die Liederwahl dem Thema anpassen.

Vor allem aber ist die Naturlehre daran interessiert. Darum auf zu den physikalischen Ueberlegungen!

B) Physikalisches.

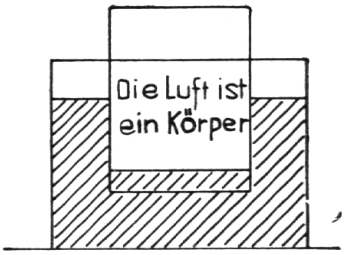
Nebst der geschichtlichen Bedeutung als solche hat der Rückblick den Zweck, das nötige Interesse der Buben zu wecken. Nachdem nun gezeigt wurde, wie lange die Menschheit in die Schule gehen musste, und wie oft der Erfolg mit Menschenblut bezahlt wurde, sind die Schüler in eine gewisse Spannung versetzt. Es ist das Bedürfnis erwacht, der Sache näher auf die Spur zu

kommen. Mit den nackten geschichtlichen Tatsachen ist das Interesse eines normalen Buben nicht befriedigt. Wir nützen diese im Schulzimmer so wertvolle Spannung aus, um die physikalischen Hintergründe zu beleuchten, wenn auch nur in einfachster Form, wie es für einen Siebt- oder Achtklässler in Frage kommen kann. Dabei ist es unumgänglich, dass einige wenige Lehrgeräte vorhanden sein müssen.

I. Die Luft als Trägerin aller Luftfahrzeuge.

Fliegen heisst, sich emporheben können ins Luftmeer. Deshalb wollen wir doch einigermassen wissen, wie dieses neue Reich, das wir erobern wollen, beschaffen ist. — Auf dem Tisch steht eine leere Flasche. Ist sie wirklich leer? Der Schüler behauptet es! Dabei ist sie aber vollständig gefüllt — mit Luft! Wie gering doch die Menschen die Luft achten! Wo Luft ist, da ist für sie überhaupt nichts. — Damit wir die Bedeutung der Luft wieder höher einschätzen lernen, machen wir rasch einen Gedankenflug auf den Mond. Da ist nun wirklich keine Luft, also nichts vorhanden. Wir sind dem Erstickungstod geweiht. Unerträgliche Hitze des Tages wechselt mit tödlich grimmiger Kälte in der Nacht. Es gelingt uns aber nicht, ein Feuer anzufachen, weil auch dem Feuer die Nahrung fehlt. Der Kamerad, dem du zurufst, hört nichts von deiner Stimme, weil diese überhaupt nicht mehr tönt. Niederschläge sind keine zu erwarten, kühlende Winde auch nicht, Ballone steigen nicht auf, Flugmaschinen und Vögel ebenfalls nicht. — Weil die Luft etwas Alltägliches ist, schätzen wir sie nicht mehr! Höchstens in Zeiten des Gaskrieges erinnern wir uns an die Notwendigkeit einer guten Luftnahrung, wir treffen Gasschutzmassnahmen! — Der Umstand, dass die Luft sich der Umwelt gegenüber sehr rücksichtsvoll benimmt, hat ebenfalls zu einer oberflächlichen Beobachtung Anlass gegeben. Ueberall, wo wir einen festen Gegenstand hinstellen oder eine Flüssigkeit eingiessen, weicht die Luft rasch aus und macht höflich Platz, sofern sie einen Ausweg findet. — Restlos rücksichtsvoll und ohne jeden Widerstand tut sie es allerdings nicht, und es ist gut, dass es so ist, sonst würde sie uns beim Fliegen wenig nützen. Dass die Luft ein Körper ist, ist eine Tatsache, die der Schüler vielleicht noch nicht erlebt hat, wenigstens nicht bewusst. Jeder Körper hat ein Gewicht und nimmt einen Raum ein. (Fig. 1.) Es ge-

Fig. 1



langen deshalb hier folgende Themata zur Behandlung:

1. Die Luft hat ein Gewicht. (Anziehungskraft der Erde.)

2. Bestimmung des Luftgewichts. (Siehe experimentelle Versuche im st. gallischen Schulbuch für die 7. und 8. Klasse. Seite 164.)

3. Der Luftdruck und Wasserdruck. (Herstellen eines Luftdruckmessers nach Torricelli, Wasserbarometer.)

4. Der Luftkörper ist elastisch: Beim Velopumpen wird es uns klar, dass sich die Luft pressen lässt. Sie nimmt im Schlauch einen kleinern Raum ein, als ihr natürlicherweise zukäme. (Fig. 1.) Dabei ist sie allerdings beständig in Spannung versetzt; sie hat das Bestreben, sich wieder auszudehnen. Geschickt hat der Mensch diese Tendenz ausgenützt, um die Luft zur Arbeit einzuspannen. (Windkessel in der Feuerspritze, Benzintank, Parfümspritze, Knallbüchse, Spritzflasche, Heronsball.) Gasdruck, Petrolfontänen! (Fig. 2.) Aber auch im entgegengesetzten Sinn ist die Luft elastisch, sie lässt sich ausdehnen,

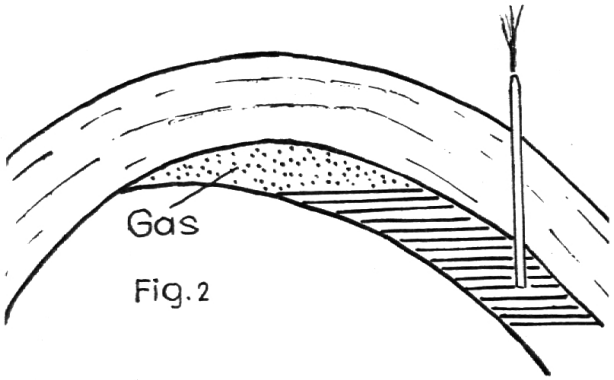


Fig. 2

verdünnen. Genau so wie der luftgepresste Raum, ist auch der luftverdünnte Raum in Spannung versetzt. Er hat das Bestreben, die entzogene Luft wieder anzusaugen, oder anders gesagt, die im normalen Druck stehende Aussenluft drückt auf den luftverdünnten Raum. (Beobachte Filter am Süssmostfass.) Auch diese Erscheinung wusste der immer auf den eigenen Vorteil eingestellte Mensch auszunützen, d. h. die Luft zur Arbeit heranzuziehen: Saug- und Druckpumpe (von den Schülern evtl. erfinden lassen), Saugheber, Barometer (Fig. 3), Feuerspritze, Einmachglas.

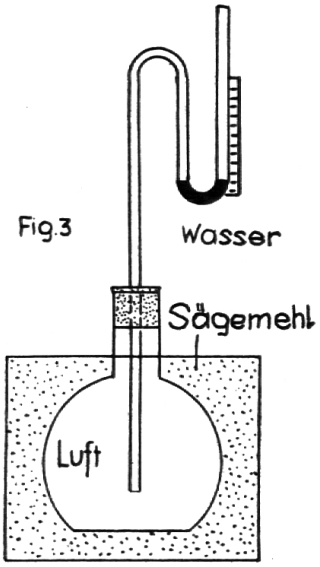


Fig. 3

Beobachte und erkläre nun folgende Erscheinungen aus dem täglichen Leben: Beim Trinken aus einer Flasche wird die Zunge in den Flaschenhals gesogen. Es gelingt dir nicht, ein rohes Ei auszutrinken, wenn du nur ein Löchlein in die Eischale schlägst. Warum ist hie und da auf dem Krugdeckel eine kleine Oeffnung angebracht? Wieso ist oft der Pfannendeckel kaum von der Pfanne zu bringen und weshalb fliesst kein Most aus dem Fass, obwohl der Hahn offen ist? Hast du auch schon daran gedacht, dass der Luftdruck mithilft, deine Oberschenkel- und Oberarmknochen in die Gelenkpfannen zu zwingen? Probiere einmal zu atmen, ohne den Brustkasten zu bewegen. Die Fliegen haben keinen Klebstoff an ihren Füsschen und fallen nicht von der Decke!

Wir beziehen die gewonnenen Begriffe auf die Misserfolge und Erfolge bei den ersten Flugversuchen: Mit Professor Charles (siehe geschichtlicher Teil) füllen wir einen Ballon. Der Unterschied besteht nur darin, dass wir unsere Ballonhülle in einem Spielwarengeschäft kaufen und dass wir nicht Wasserstoff, sondern gewöhnliche Luft hineinblasen. Es ist uns selbstverständlich auch nicht gestattet, eine wirkliche Luftreise damit anzutreten! Hingegen haben wir bei der Behandlung des Barometers eingesehen, dass die Luft in den höhern Lagen dünner, der Luftdruck deshalb kleiner ist. Die Wasserstrahlluftpumpe ist in der Lage, uns einen derartigen Luftraum herzustellen. Unser Ballon liegt unter der Glasglocke und nach kurzer Zeit herrscht dort ein Luftdruck, wie wir ihn in der Natur auf einer Höhe von zirka 5000 m antreffen würden. Die Schüler

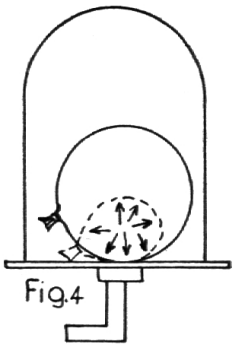
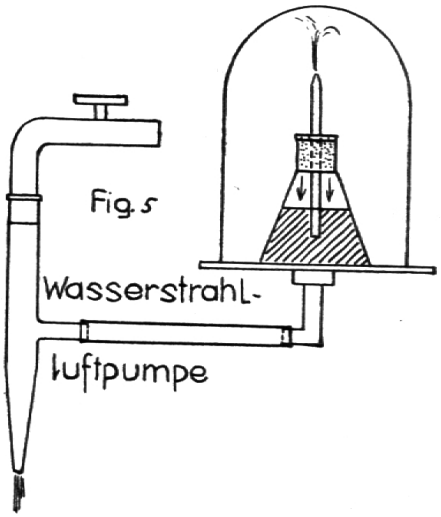


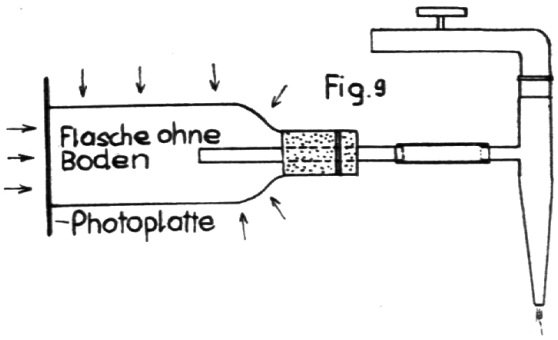
Fig. 4

sind ohne weiteres fähig, das stetige Wachsen des Ballons zu erklären und wissen nun auch, weshalb bei Stratosphärenflügen die Ballone nicht prall gefüllt werden. (Fig. 4.) Ebenso ist es nun einleuchtend, weshalb die

den Registrierballonen beigegebenen Messinstrumente (siehe geschichtlicher Teil) die Erde wieder erreichen. — (Ist für den Versuch keine Ballonhülle vorhanden, so gelingt der Versuch ebensogut mit alten, schrumpfigen Aepfeln. Die „Verjüngungskur", welche die Aepfel dabei erleben, ist imstande, der Klasse ein herzhaftes Lachen abzugewinnen.) Schliesslich ist der Versuch zu erweitern, indem man gleichzeitig ein Barometer unter die Glocke legt. Will man auch auf die Bedeutung und Wirkungsweise eines Sicherheitsventils hinweisen, so wiederholen wir den Versuch mit dem Heronsball. (Fig. 5.)

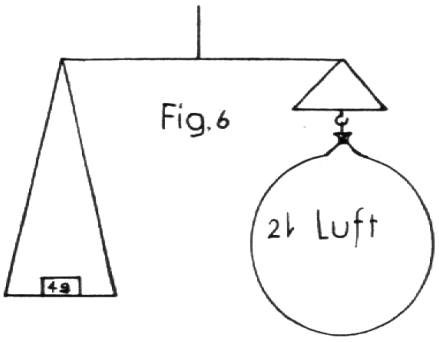


Warum haben die Versuche des Francesco de Lana nicht zum Ziele führen können? Er hatte den Plan, Hohlkugeln auszupumpen, um sie vom Luftgewicht zu befreien. Wir tun etwas ähnliches, indem wir einer dünnwandigen Flasche mit Hilfe der Wasserstrahlluftpumpe die Luft entziehen.

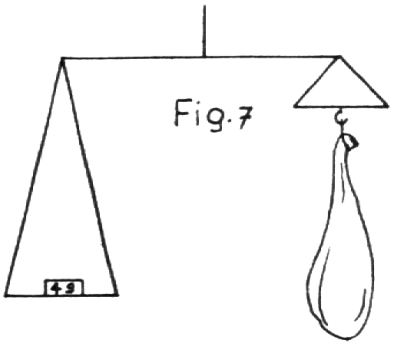


Vorsicht. (Fig. 9.) Das Platzen der Flasche beweist anschaulich die Gewalt des Luftdruckes. Francesco de Lana hatte für seine Versuche eine Hohlkugel mit 1,5 m Durchmesser und $^1/_9$ mm Wanddicke vorgesehen! (Heute findet hingegen die Idee ihre Fortsetzung, man spricht vom Vakuum-Luftschiff.)

Der Naturforscher Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) behauptete, die Luft sei gewichtlos. Wir wiederholen seinen Versuch, der ihn auf diesen Irrtum brachte. (Fig. 6 und 7.) Wir blasen möglichst viel Luft in unsere Ballonhülle. Mit einer genauen



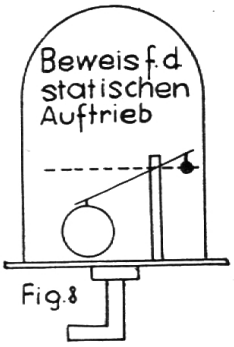
Waage bestimmen wir das Gewicht. Wir lassen alle Luft ausströmen und bestimmen das genaue Gewicht der leeren Ballonhülle. Bestand der Luftinhalt vorhin aus zirka 2 dm³,



so erwarten die Schüler mindestens 2,5 g Gewichtsunterschied. Aber nichts davon; die beiden Messungen weisen keine Differenz auf. Wie ist das vereinbar mit unsern frühern Feststellungen über das Luftgewicht? Ein grosses Rätsel ist zu lösen! — Wir müssen uns mit der Lösung desselben nicht unnötig beeilen. Der Irrtum des Aristoteles wurde erst im 17. Jahrhundert durch Galilei widerlegt. Dass das Flugwesen während diesen 2000 Jahren unter solch falschen Voraussetzungen keinen bedeutenden Aufschwung erleben konnte, liegt auf der Hand. Der Versuch des Aristoteles täuscht natürlich auch uns und gibt Veranlassung, auf das Flie-

gen nach dem Prinzip: Leichter als Luft, einzugehen. Dabei sei vorgeschlagen, etwa folgenden Lehrgang einzuhalten: Beobachtungen beim Baden; unser Körper verliert scheinbar von seinem Gewicht, wenn er im Wasser steht (Schwimmgurt, Wasserball, schwimmende Gegenstände, Schiffe usw.).

Der archimedische Lehrsatz, in Bezug auf Wasser und Luft. Versuch nach Fig. 8.



Schiffahrt, U-Boot.

Spezifisches Gewicht, Körpermasse.

Ballone, Gaserzeugung und Gasverwendung, Gaskrieg, Zusammensetzung der Luft, Atmung (Gesundheitslehre).

Siehe Versuchsreihe hierüber im St. Galler-Lehrbuch für 7. und 8. Klasse. Seite 158 bis 161, sowie 170—172.

Für die Rechenstunde: Berechnungen über Gasgewicht, Gewichtsverlust infolge des statischen Auftriebes in Wasser und Luft.

Als Handarbeit: Herstellen eines Heissluftballons (Montgolfier).

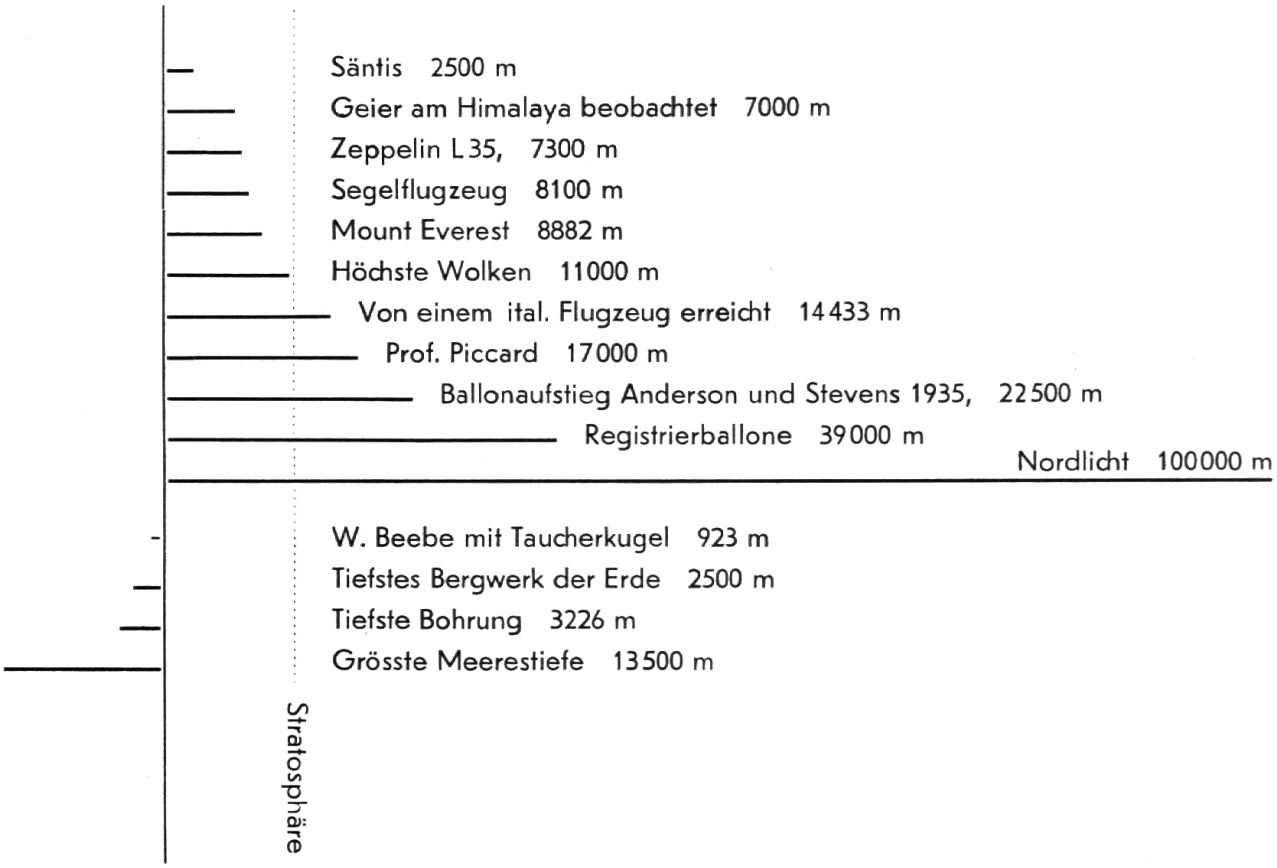
Aufsätze: Beim Ballonbauen, — Als mein Ballon verbrannte — usw.

Lektüre: Siehe Verzeichnis im Anschluss an den geschichtlichen Teil.

Beobachtungen: Wer hat schon einen Sportballon „fliegen" gesehen? Landungsstätte? (Am 14. Mai 1939 starteten 15 Ballone in Zürich zum internationalen Ballonfliegen. Ihre Landungsplätze bestimmte mehr oder weniger der Wind, z. B. Rüti, Eschenbach, Amden, Ebnat-Kappel, Oberblegisee, Schwägalp, Urnäsch und sogar im Vorarlberg.)

Besonders lehrreich sind die Berichte der Stratosphärenforscher. Schon der Bau der Fahrgondel lässt interessante Schlüsse ziehen! Wie das U-Boot im Wasser, so muss auch die Stratosphärengondel druckfest sein. Dies trifft selbstverständlich nicht nur für die Ballongondel zu, sondern auch für das heute vielfach propagierte Stratosphärenflugzeug. — Das Problem ist noch nicht gelöst, weder nach der technischen, noch wirtschaftlichen Seite hin.

Die Stratosphärenkabine, die beim Höhenflug den Luftdruck der Bodennähe beibehält, muss nicht nur druckfest (Fig. 9), sondern auch luftdicht sein. Somit hat sie das Bestreben, sich auszudehnen, sie würde platzen, wenn die Wände zu dünn gebaut wären. (Vergl. Charles und Versuche im luftverdünnten Raum.) Je höher wir steigen wollen, um so mehr muss die Konstruktion der Kabine auf die Einflüsse des Druckunterschiedes Rücksicht nehmen, das heisst, die Kabine erhält dickere Wände und wird wesentlich schwerer. Trotz dieses Nachteils sind bereits Stratosphärenflugzeuge aufgestiegen. Erreichte Höhen: Luftschiff Zeppelin L55 7300 m; Segelflugzeug von Kapitän Drechsel 8100 m; italienisches Flugzeug 14,433 m; Ballon von Anderson und Stevens (USA), 1935, 22,500 m. Für den Flugverkehr aber gelten vorderhand immer noch die Höhen von ca. 3000 m. Die Zeit ist wohl noch zu erwarten und zu erleben, da die Menschen die Stratosphäre erobern werden. (Meteorologische Vorteile! Keine Nebelbildung.) Die Grenze der Wolkenbildung liegt bei zirka 11,000 m. Ein weiteres grosses Hindernis bei den Höhenflügen, sei es mit dem Ballon oder dem Flugzeug, ist die Kälte. Allerdings kann die Eisbildung an Vergaser, Düsen, Fenster, Steuerung usw. heutzutage durch eingebaute Heizvorrichtungen einigermassen bekämpft und behoben werden. Schwieriger ist der Schutz der Luft-



schrauben und der Tragflächen. Diese Flugzeugteile werden häufig mit einer geeigneten Schutzflüssigkeit getränkt, wodurch die Vereisung verunmöglicht wird. Glücklicherweise kann auch die grosse Reibung, namentlich an den Propellerspitzen, als Schutz gegen die Vereisung angesehen werden. (Luftreibung, Reibung erzeugt Wärme.) Die Umdrehungszahl des Propellers eines Verkehrsflugzeuges beträgt zirka 1450. Die Eisbildung an den Tragflächen bringt neben einer Gewichtserhöhung eine ungünstige Formveränderung mit sich. Dadurch kann der Luftwiderstand beträchtlich zunehmen. Weitere Schwierigkeiten bieten aber die Wärmespannungen in den verschiedenen Bauteilen infolge der Temperaturdifferenz. In einer Flughöhe von 8000 m wird mit einer Durchschnittstemperatur von minus 45 Grad gerechnet. Deshalb haben die Bauteile eine Temperaturdifferenz von 50—60 Grad auszuhalten!

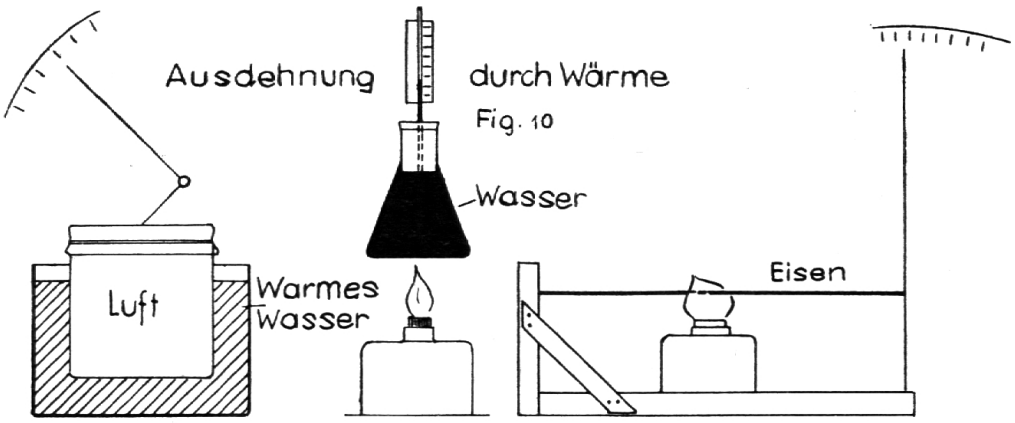
Wie vielseitig unser Thema ausgewertet werden kann beweist die Tatsache, dass sich immer wieder neue Ausblicke geradezu aufdrängen. Das soeben Gesagte ruft ohne weiteres folgenden Lektionen:

Ausdehnung der festen Körper durch Wärme.

Ausdehnung der flüssigen Körper durch Wärme (Wasser-, Quecksilber- und Alkoholthermometer, gute und schlechte Wärmeleiter, Wärmeströmung, Zentralheizung).

Ausdehnung der Luft durch Wärme. (Lehrbuch S. 178 usf.) (Fig. 10.) Entstehung und Bedeutung der Winde.

Wetterkunde: Sicher hast du auch schon Luft in den Veloschlauch gepumpt. Dabei erwärmt sich bekanntlich die Luftpumpe. Presst man die Luft zusammen, so erwärmt sie sich. (Vergleiche Dieselmotor, Föhn.) Logischerweise tut die Luft beim Verdünnen das Gegenteil, sie kühlt sich ab. Enthält die sich abkühlende Luft Wasserdampf, so scheidet sich dieser dabei aus zu Nebel oder Wolken. (Verdünnen wir die Luft in der Luftpumpenglocke, so ist Nebelbildung, sogar



Tropfenbildung sichtbar.) Das gleiche vollzieht sich nun auch in der Natur. Die wasserdampfhaltige warme Luft steigt unter stetiger Verdünnung und deshalb gleichzeitiger Abkühlung auf. Ist die Abkühlung bis zum Taupunkt fortgeschritten, so erfolgt die Nebel- beziehungsweise Wolkenbildung. Nun ist das Rätsel gelöst, weshalb an windstillen, sonnigen Sommertagen am heitern Himmel sich plötzlich in grosser Höhe Wölklein bilden können. (Der Segelflieger kennt sie besonders; sie verraten ihm die Aufwinde!)

Dass durch die bisherigen Ausführungen der Geographieunterricht eine wesentliche Vertiefung und Bereicherung erfährt, ist leicht einzusehen (Meeresströmungen, Klima, Niederschläge, Monsune, Wärmezonen).

Die Behandlung des Thermometers ruft die Durchschnittsrechnungen auf den Plan. Die Umrechnungen von Celsius in Reaumur geben Anlass zu Dreisatzrechnungen.

Dort wo die Knabenarbeitsschule so weit verwirklicht ist, dass eine Schülerwerkstätte zur Verfügung steht, entstehen folgende Schülerversuchsgeräte: Barometer, Feuchtigkeitsmesser, Thermometer, Pumpen, Gerät zum Feststellen der Ausdehnung der Körper durch Wärme (event. nach eigener Erfindung). Die Versuche mit den eigenhändig hergestellten Versuchsgeräten beleben den Unterricht ausserordentlich und vertiefen das Verständnis besonders deshalb, weil mit den Versuchen und Beobachtungen an solchen Geräten das persönliche Erlebnis des Schülers verknüpft ist.

Nach dem Prinzip: Fliegen, weil leichter als Luft, kann wohl ein Ballon aufsteigen, weshalb aber auch eine schwere Flugmaschine? Diese Frage werden wir in einer folgenden Nummer beantworten.

Hans Widrig.

Fussnote. Die schematischen Zeichnungen wurden vom Verfasser, die illustrierenden von Richard Moser, Gossau, erstellt.

Mittelschule

La formation humaniste et la nation*

Certes, la formation humaniste n'élève aucune barrière entre l'homme et la nation. L'humaniste aime sa nation par tendance spontanée, et aussi par devoir. Mais disons davantage. La nation ne peut avoir une vie pleine, rationnelle, féconde, si elle ne peut s'assurer les avantages que lui apporte l'humaniste. La formation humaniste n'est pas un péril pour la nation; elle lui est un précieux

* Siehe Nr. 1.