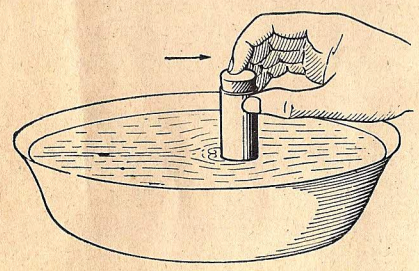
Zur Veranschaulichung hält man ein Blatt Papier mit einem Ausschnitt von 1 dm² darüber. Die Schüler vermuten, daß er mehr Luft verdrängt und weniger Umläufe macht.

Zur Bildung des Zylinders hat man ein Hartpapierrohr und einen kreisförmigen Boden und Deckel über die Stabschraube gestreift. Dann wird einer der beiden 10 cm breiten Papierstreifen zu einem Zylinder gerollt und zwischen die Deckel gesetzt, worauf man die Rändelmuttern gegeneinander anzieht.. Eine der quadratischen Flächen wird flach am Umlauf angebracht, die andere durch den übrigens gleich schweren Zylinder ersetzt. Wir zählen und bemerken, daß der Arm mehr Umdrehungen macht, daß der Luftwiderstand des zylindrischen Körpers kleiner ist als der der ebenen Fläche.

16. Wir ermitteln ebenso den Luftwiderstand eines Körpers von einer einerseits runden, anderseits spitz auslaufenden sogenannten Stromlinienform, und zwar lassen wir das erste Mal den Körper sich mit der schmalen Kante voraus bewegen.

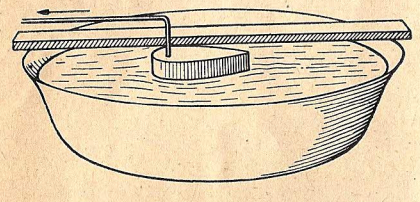
Die Schüler vermuten, daß er so die Luft leicht zerteilt und darum auch weniger Luftwiderstand findet wie der Zylinder. Er macht in der Tat einige Umläufe mehr. Der Stromlinienkörper wird wie vorher der Zylinder aus entsprechend geformtem Boden und Deckel mit einer Mantelfläche einer zweiten Hartpapierhülse und einer zweiten Stabschraube zusammengesetzt. In der Abbildung des Versuchs 15 ist er unten dargestellt.

17. Nun lassen wir den Stromlinienkörper mit der Rundung voraus umlaufen. Merkwürdigerweise ist der Luftwiderstand geringer als in allen vorausgegangenen Versuchen. Die Erklärung ergibt sich nach einigen vergleichenden Versuchen über die Bewegung im Wasser.



18. Wir streuen ganz wenig Aluminiumpulver auf das Wasser eines Waschbeckens und schieben den zylindrischen Pulverbehälter langsam durch das Wasser. Das Aluminiumpulver zeigt an, daß das Wasser hinter dem zylindrischen Körper eine ganze Reihe von Wirbeln bildet. Diese Wirbel hinter dem runden Körper saugen den Körper zurück, ähnlich wie ein Schwimmer durch die Wasserwirbel des Flusses in die Tiefe gezogen werden kann.

Besonders deutlich sind die Wirbel hinter einem mit breiter Fläche durch das Wasser bewegten Blechstreifen (Versuch).

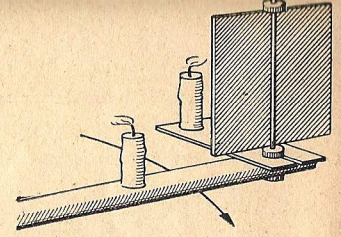


19. Jetzt ziehen wir das stromlinienförmige Brettchen mit der Rundung voraus durch das Wasser. Wir bemerken hinter ihm fast keinen Wirbel, das Wasser fließt hinter ihm ruhig zusammen. Wenn wir den gleichen Körper mit der Kante voraus durch das Wasser ziehen, treten sofort wieder die Wirbel auf und verursachen größeren Widerstand.

20. Auch bei der Bewegung durch die Luft sind es hauptsächlich die hinter dem Körper entstehenden Wirbel, die den Luftwiderstand ausmachen.

Zum Nachweis der Luftströmung vor und hinter einer bewegten Fläche benutzen wir eine Kerzenflamme. Wenn die brennende Kerze unter Benutzung des Blechstreifens vor oder neben der Fläche aufgestellt ist, wird die Flamme rückwärts geweht. Wird die Kerze nahe hinter der bewegten Fläche aufgestellt, so flackert sie unruhig und weist merkwürdigerweise nach vorn, der durchfahrenen Luftströmung entgegen. Dies ist eine Folge der hinter der Platte auftretenden Luftwirbel.

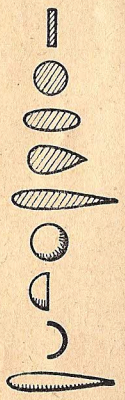
21. Wenn wir die Kerzenflamme hinter unserem großen stromlinienförmigen Körper auf der Umlaufvorrichtung bewegen, zeigt die Flamme ruhig nach hinten, weil hier wie im Wasser eine Wirbelbildung vermieden wird, die Luftströmung sich dem Körper anschmiegt und ungestört zusammenfließt. Dieses Stromlinienprofil ist darum für die Fortbewegung in der Luft günstiger als die flache oder zylindrische Form.



22. Am kleinsten ist der Luftwiderstand eines Körpers, der allseitig stromlinienförmig gestaltet ist, der eigentliche S t r o m l i n i e n k ö r p e r.

Am größten ist der Luftwiderstand einer hohlen Halbkugel, wenn sie mit der hohlen Seite voraus bewegt wird.

In der folgenden Übersicht sind die Luftwiderstände der verschiedenen Körper vom gleichen Querschnitt verglichen. Man lasse ausrechnen, wievielmal geringer der Widerstand des Stromlinienkörpers ist, als der der ebenen Fläche (1/25).

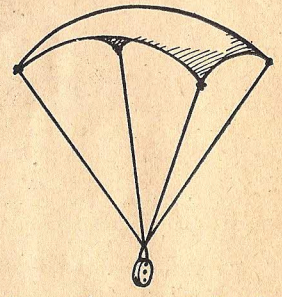


Cw = 1,2	ebenflächiger Stab
Cw = 0,9	Stab mit rundem Profil
Cw = 0,40	Stab mit ovalem Profil
Cw = 0,30	Stab mit kurzem Stromlinienprofil
Cw = 0,12	Stab mit langem Stromlinienprofil
Cw = 0,45	Vollkugel
Cw = 0,34	Halbkugel
Cw = 1,35	Hohlkugel
Cw = 0,05	Rotationsstromlinienkörper

Die große Verschiedenheit des Luftwiderstandes je nach Form des Körpers muß bei den Berechnungen durch Einfügen einer *Formzahl* berücksichtigt werden, die wir der vorstehenden Zusammenstellung entnehmen. Die verbesserte Formel heißt nun:

Widerstand = Formzahl · Fläche · Geschwindigkeit · Geschwindigkeit · 64 g

23. Bisher haben wir uns bemüht, den Luftwiderstand klein zu machen. Zuweilen macht man den Luftwiderstand möglichst groß, um wie z. B. beim Fallschirm eine Bewegung zu verlangsamen. Welche Form wird man wählen? Wir erkennen die Hohlkugelform des Fallschirmes als besonders günstig und berechnen den Luftwiderstand eines Fallschirmes von 6 m Durchmesser bei 6 m Fallgeschwindigkeit pro Sekunde.



$$W = f \cdot F \cdot v \cdot v \cdot 64\ g$$
$$= 1{,}35 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3{,}14 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 0{,}064\ kg = 87{,}74\ kg$$

Was bedeutet diese Zahl? So schwer darf der den Fallschirm benutzende Pilot einschließlich Gewicht des Fallschirmes sein, wenn er mit der ungefährlichen Geschwindigkeit von 6 m pro Sekunde auf der Erde ankommen will.