

Wie fliegen die Tiere?

**Ein künstlicher Vogel offenbart im Experiment das
Geheimnis des Fliegens**

Dr. Wolfgang Send

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
in Göttingen

für die „Kinder-Uni“ am 8. Dezember 2004

Wenn eure Eltern, euer Vater, eure Mutter neugierig werden:

www.aniprop.de/#kinder

(Hinweise auf der letzten Seite)

Wie fliegen die Tiere?

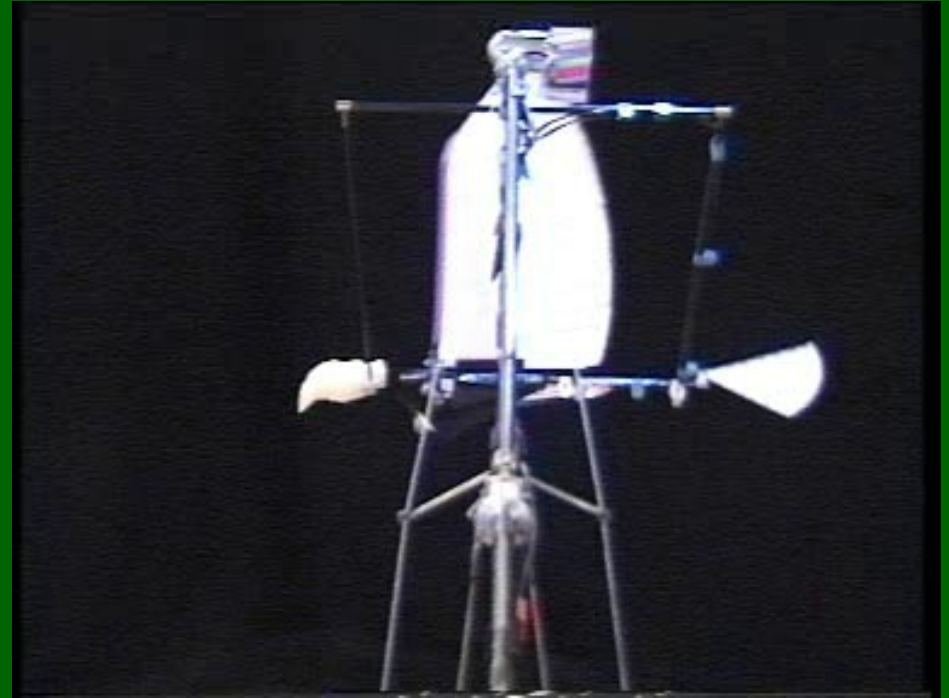


Aus dem Film

„Der Flug der Schneegänse“

von Des & Jen Bartlett

© Hessischer Rundfunk 1996



Felix Scharstein und Wolfgang Send

„Der Flug von Cosimo II“

im Rundlauf RL3

© ANIPROP GbR (mit dem WDR Köln), 1999

Aber leider nicht für uns! - Wir sind hier an der Uni und jetzt wird gelernt.

Was heißt: „Wie?“ „... fliegen die Tiere?“

- Wir als Menschen stehen auf dem Boden.

Vögel und Insekten fallen nicht vom Himmel.

Wie schaffen diese Tiere es, dass sie nicht vom Himmel fallen?

- Wir als Menschen gehen mit unseren Beinen.

Vögel und Insekten können sich nicht am Boden abstoßen.

Wie schaffen diese Tiere es, dass sie in der Luft vorwärts kommen?

WWW: Wieso? Weshalb? Warum?

Nicht vom Himmel fallen?

In der Luft vorwärts kommen?

Davon haben die Menschen immer schon geträumt.

Ist der Traum vom Fliegen Wirklichkeit geworden?

Ja, wenn man an das Fliegen mit einem Flugzeug denkt.

Meldet Euch bitte, wenn ihr schon einmal geflogen seid.

Nein, wenn man an das Fliegen „nach Art der Vögel“ denkt.

„Nach Art der Vögel“ - Das ist der Schwingenflug der Tiere.

Berühmte Leute waren neugierig - wer kennt sie?

Leonardo da Vinci

(1452 - 1519)

Otto Lilienthal

(1848 - 1896)

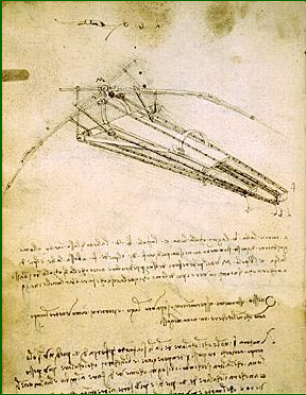
Orville und Wilbur Wright

(1871 - 1948 / 1867 - 1912)

Meldet Euch bitte, wenn Ihr den Namen schon gehört habt.

16. Juli 1954: Der erste Transatlantikflug eines Düsenflugzeugs, einer Boeing 707, von Everett (USA) nach Hamburg über den Nordpol. Die gut 8000 km wurden in etwa 9 Stunden bewältigt.

Was haben diese neugierigen Leute denn gemacht?



Leonardo da Vinci
(1452 - 1519)

Hat erstmals

- den Flug der Tiere beschrieben,
- Flugmaschinen entworfen.



Otto Lilienthal
(1848 - 1896)

Hat erstmals

- eigene Gleiter entworfen,
- darin lange Strecken geflogen.



Orville (1871 - 1948)
und Wilbur Wright
(1867 - 1912)

Haben erstmals

- ein Motorflugzeug gebaut,
- darin lange Strecken geflogen.

(wir wollen aber wissen, wie die Tiere fliegen!)

Künstliche Vögel gibt es als Spielzeug.

Ein Vogelmodell ist besonders gut gelungen.

Es heißt „Vogel Tim“ und ist entworfen von Karl Herzog.

Karl Herzog hat ein tolles Buch über echte und künstliche Vögel geschrieben - und Tim ist sein Enkelsohn.

So sieht der Vogel mit einem Elektromotor aus.

Aufpassen beim Start!

Die Zeitlupenaufnahme hat mir Tatjana Hubel gegeben (Technische Universität Darmstadt).



Künstlicher Vogel - oder künstliches Insekt?

Das Fliegen haben nicht nur die Vögel gelernt, sondern auch die Insekten.

Vögel:

- Flügel mit Federn (immer 2)
- Skelett aus Knochen

Insekten:

- glatte Flügel (2 oder 4)
- stützender Panzer

**Nicht vom Himmel fallen?
In der Luft vorwärts kommen?**

**Das können Vögel, Insekten
und natürlich Flugzeuge.**



Schwarze Libelle

Wolfgang Dreyer, *Die Libellen*, Hildesheim 1986

Aber wie kommt man erst einmal in die Luft? - Start eines Flugzeugs:



„Triebwerke“ bringen
die Kraft auf.

Kraft! Was ist das?



Firmenvideo Boeing, Building the Dream

Das Flugzeug ist eine Boeing 747 - ein „Jumbo-Jet“

Nicht vom Himmel fallen?

In der Luft vorwärts kommen?

„Kraft“ ist eine wichtige
Größe aus der Physik.

Kräfte wirken auf Körper.

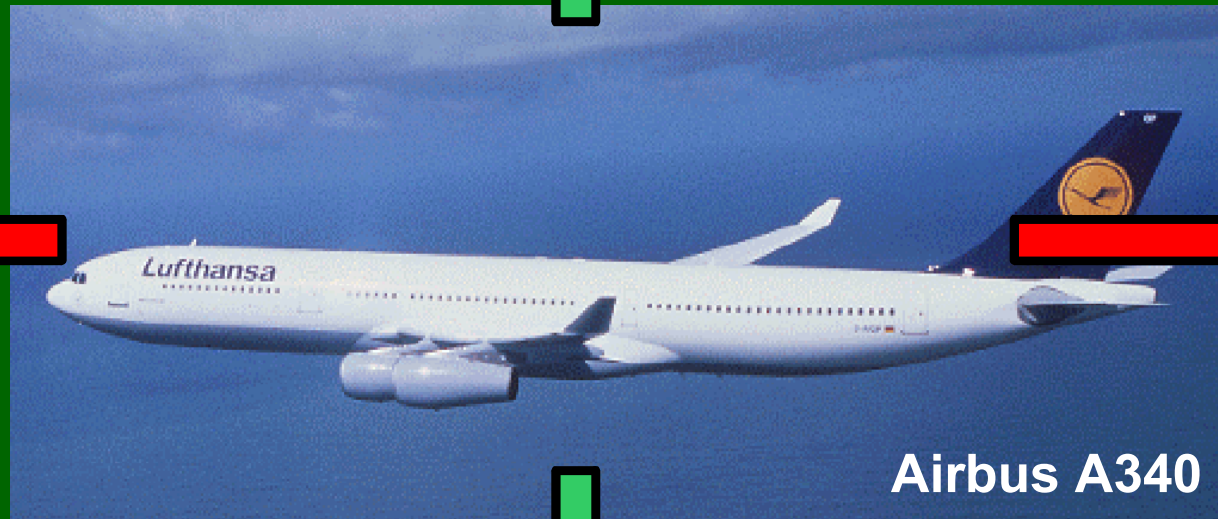
Auftrieb

Querkraft der Strömung
wirkt auf die Tragflächen

Überwindet das Gewicht!

Widerstand

Längskraft der Strömung
entsteht unvermeidlich durch Bewegung
(übrigens auch beim Auto!)



Schub

Schubkraft der Triebwerke

Überwindet den Strömungswiderstand!

Airbus A340

Gleichgewicht der Kräfte

Gewicht

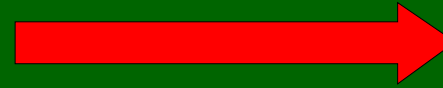
Gewichtskraft des Flugzeugs

Kraft und Gleichgewicht zweier Kräfte

Verschränkt bitte eure Hände und zieht mit beiden Armen!



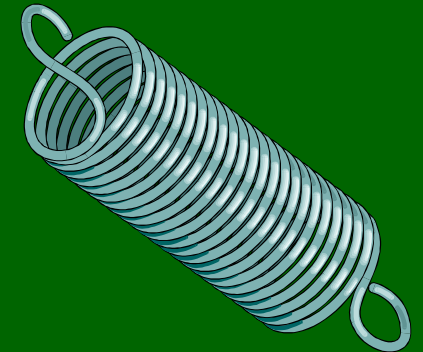
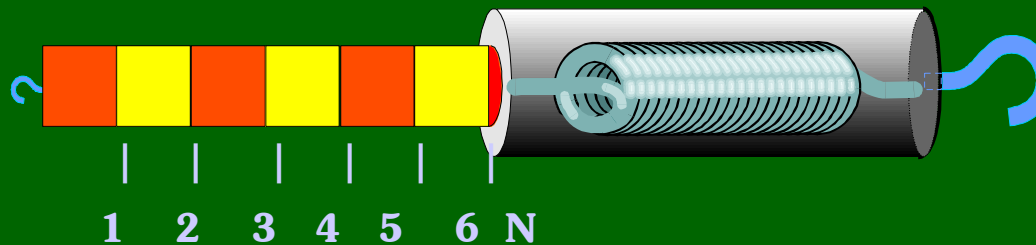
Kraft nach links



Kraft nach rechts

Sind beide Kräfte gleich, hebt die Kraft nach links die Kraft nach rechts auf: Kräfte sind im Gleichgewicht.

Kräfte kann man messen mit einem Kraftmesser:



Die Einheit der Kraft ist das „Newton“ [nju:], abgekürzt 1 N.

Jetzt mal Halt! - „Wo sind wir eigentlich?“

Immer noch bei unseren beiden Eingangsfragen:

Wie schaffen die Tiere es, dass sie nicht vom Himmel fallen?

Jetzt physikalisch genau gefragt: Woher kommt die Auftriebskraft als Gegenkraft zur Gewichtskraft der Tiere?

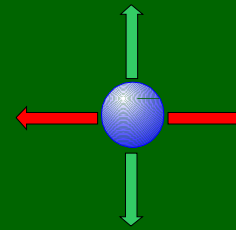
Wie schaffen die Tiere es, dass sie in der Luft vorwärts kommen?

Jetzt physikalisch genau gefragt: Woher kommt die Schubkraft als Gegenkraft zur Widerstandskraft der Luft?

Was Otto Lilienthal gesehen hat:

Auftrieb

Querkraft der Strömung



Gleichgewicht der Kräfte beim Fliegen

Form der Flügel

Gewölbte Flächen

Bewegung der Flügel

- Schlagen
auf und ab
- Drehen
Nase oben (auf)
Nase unten (ab)

Widerstand

Längskraft der Strömung

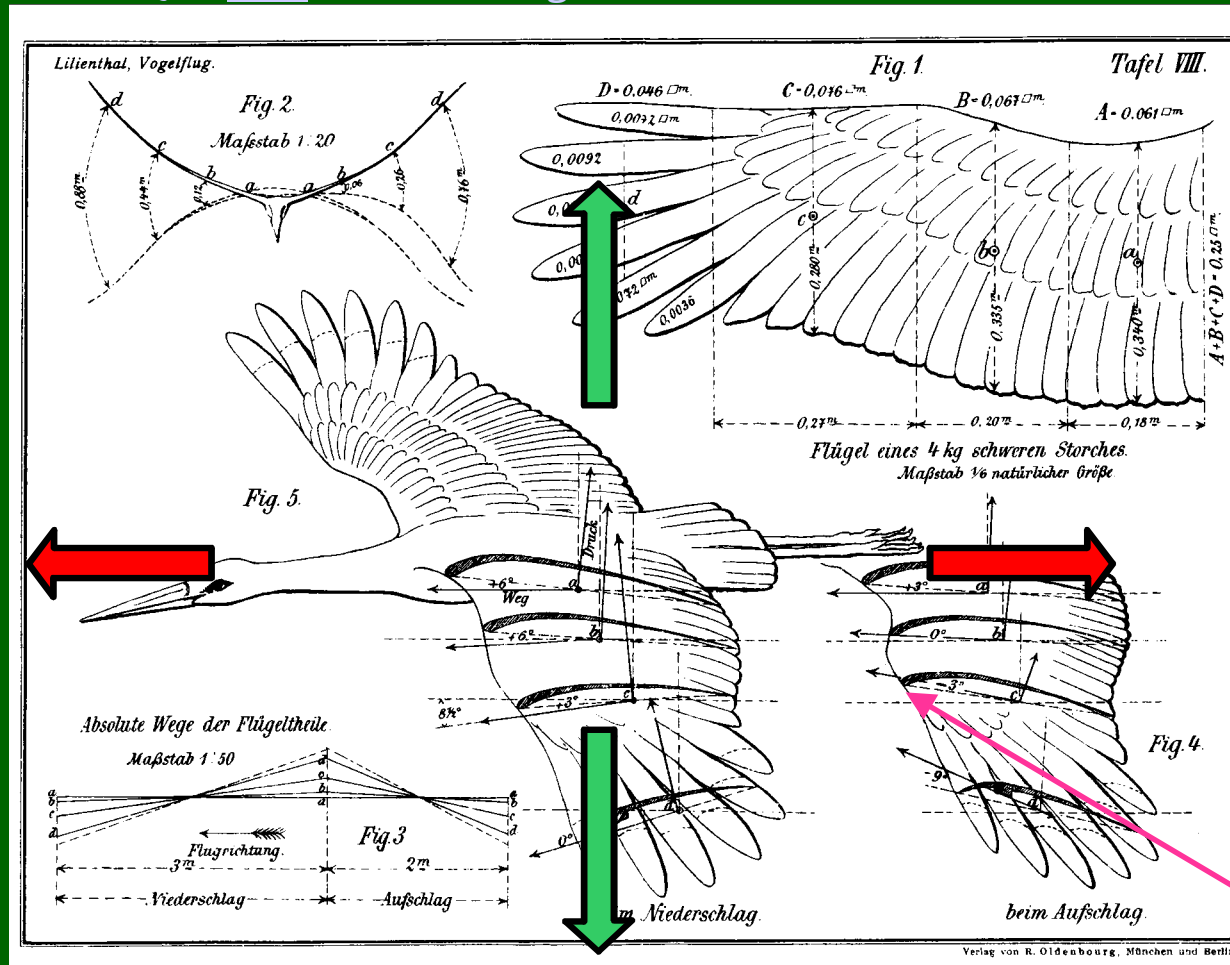
Ist ungefähr 1/15
des Gewichts

Vorderkante
Flügel Nase genannt

Schub

Schubkraft

der Flügel



Otto Lilienthal
Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst
erschieden in Berlin 1889

W. Send, Wie fliegen die Tiere? - 12 (17)

Gewicht

Gewichtskraft des Storchs (40 N)

Erst die zweite Frage: Woher kommt die Schubkraft als Gegenkraft zur Widerstandskraft der Luft?

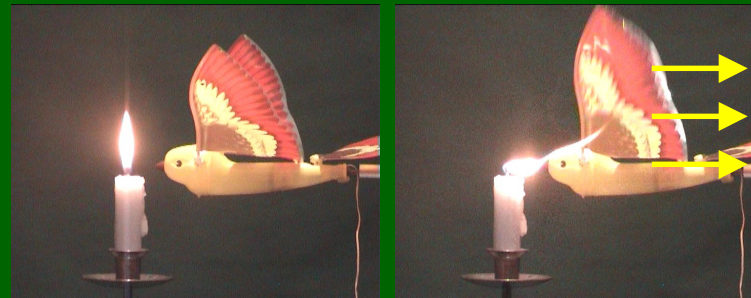


Beim Flugzeug saugen Triebwerke die Luft vorne an und pressen sie hinten heraus: Dadurch entsteht die Schubkraft.

Beim Schwingenflug der Vögel und Insekten treten gleichzeitig eine Schlagbewegung und Drehbewegung auf:

Diese gleichzeitige Schlag- und Drehbewegung saugt Luft an und stößt sie nach hinten weg: Dadurch entsteht die Schubkraft.

Wir untersuchen diese Wirkung der beiden Bewegungen mit einer Kerze:



Die Luft wird vor dem Flügel angesaugt und nach hinten weggestoßen.

Keine Bange: Die Kerze steht seitlich neben dem Rumpf.

Die Schubkraft der gleichzeitigen Schlag- und Drehbewegung, gezeigt am Rundlauf RL3 mit einem künstlichen Vogel:

Schleppkraft

zieht das Modell, wenn keine Schubkraft vorhanden ist.

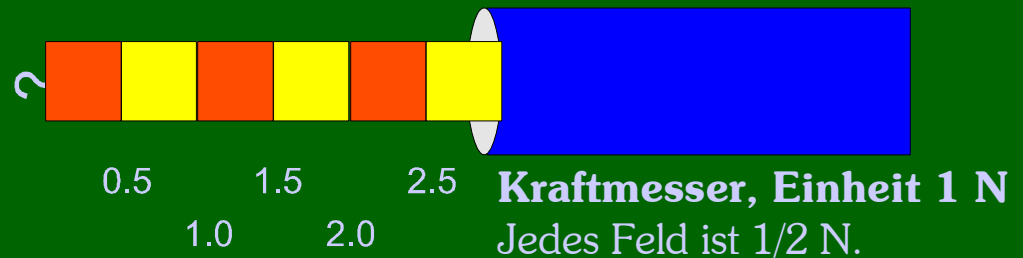
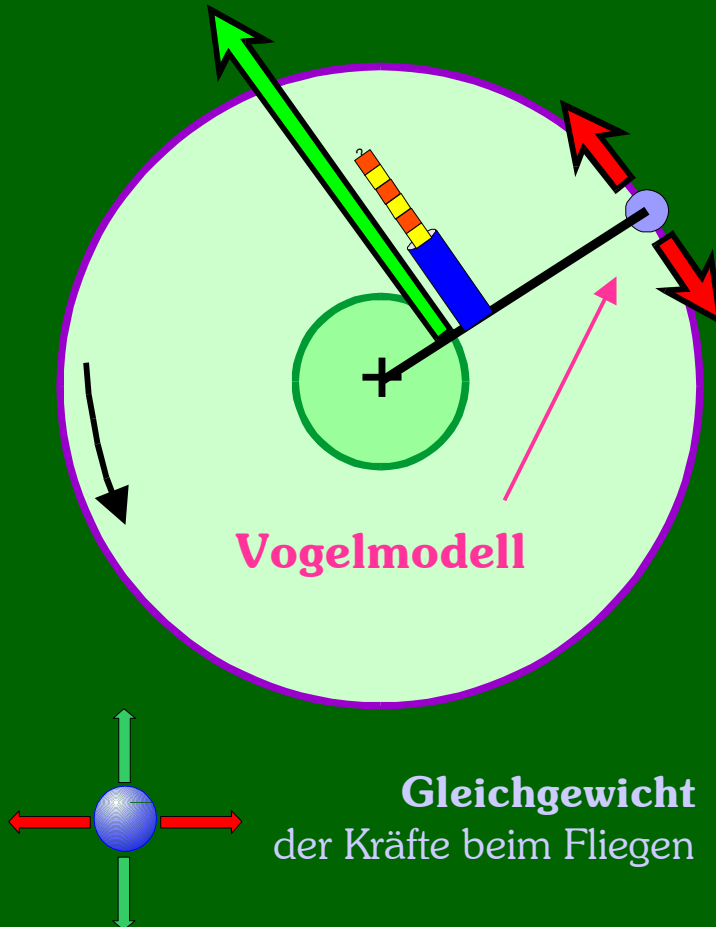
Wir stellen uns vor, dass wir von oben auf den Rundlauf schauen!

Schubkraft.

Damit das Modell nicht zur Ruhe kommt, muss eine fortwährend wirkende Schubkraft den Widerstand überwinden.

Widerstandskraft.

Auf jeden Körper, der sich durch die Luft bewegt, wirkt die Luft mit dieser Kraft.



Zum Abschluss die erste Frage: Woher kommt die Auftriebskraft als Gegenkraft zur Gewichtskraft des Fliegers?

Das hat sich auch schon Otto Lilienthal gefragt. Seine Vorbilder sind die Vögel gewesen. Deren Flug hat er bereits als Kind beobachtet . . .



Die Bilder sind nachgestellt. Dr. Lukasch ist der heutige Leiter des Lilienthal-Museums in Anklam.

„Der Gleiter von Otto Lilienthal“ - Target Film & Video Produktion GmbH, München

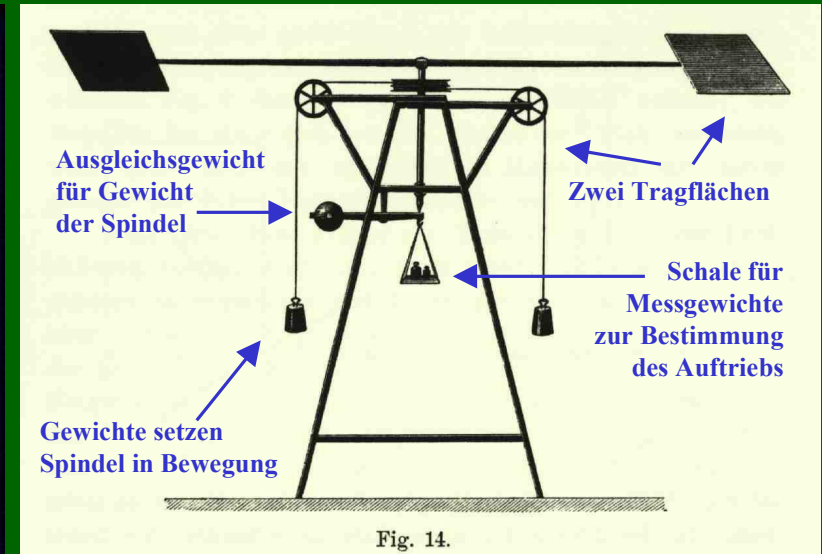


Bild aus Lilienthals Buch „Der Vogelflug . . .“

Die Antwort ist:

Auftrieb entsteht sehr einfach. Es genügt eine ebene Fläche, die ein wenig geneigt ist und in der Luft bewegt wird.

Für Messungen der Auftriebskraft hat Lilienthal seinen Rundlauf gebaut.

Die Auftriebskraft einer einfachen ebenen Fläche, die ein wenig gegenüber der Bewegung geneigt ist (Anstellwinkel):



Rundlauf ANIPROP RL3
im DLR_School_Lab in Göttingen
XLAB International Science Camp 2004
„The Physics of Flying“ (W. Send)



Wann entsteht Auftrieb?

Bei Bewegung entsteht Auftrieb an gewölbten oder ebenen Flächen, die ein wenig geneigt sind. Das machen wir jetzt!

Wie entsteht der Auftrieb?

Also, das ist so: Auf der Oberseite entsteht ein großer Unterdruck, auf der Unterseite ein kleiner Überdruck . . .

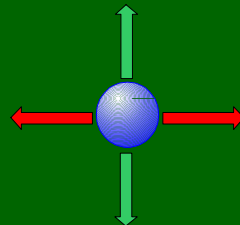
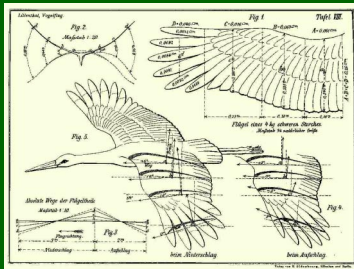
. . . und nach weiteren zwei Stunden: **Ach so!**

So ganz einfach ist die Erklärung nicht!

Wir müssen uns heute auf das „Wann“ beschränken.

Wie fliegen die Tiere? Was Ihr behalten sollt:

Auftrieb entsteht an Flächen, die geneigt oder gewölbt sind und durch die Luft bewegt werden. Deshalb heißen die großen Flächen am Flugzeug auch Tragflächen.



Gleichgewicht der Kräfte beim Fliegen
Auftrieb trägt das Gewicht.
Schubkraft überwindet den Widerstand.

Schubkraft entsteht durch Ansaugen und Wegdrücken von Luft:

- Beim Flugzeug durch die Triebwerke
- Bei den Tieren durch Schlagen und Drehen der Flügel



Das Besondere bei den Tieren: Die Flügel haben zwei Funktionen:
Die Flügel tragen das Tier und sie erzeugen zugleich die Schubkraft.

**Geschafft - Geheimnis des Fliegens gelüftet! Noch Fragen? . . .
. . . oder wir schauen uns noch einmal die Schneegänse an.**

Nachtrag für Eltern, Väter, Mütter.

Wo kann man den kleinen künstlichen Vogel kaufen?

Im Museumsladen des Lilienthal-Museums in Anklam:
www.lilienthal-museum.de



Gibt es ein schönes Buch, das man zu diesem Thema kaufen könnte?

Klaus Liebers (em. Prof. für Didaktik der Physik an der Universität Potsdam) hat ein kleines Buch geschrieben: „Vom Fliegen“. Ein liebevoll gemachtes und nach meinem Urteil das vielseitigste Schülerbuch zu diesem Thema im deutschen Sprachraum. Man kann es bestellen im Buchhandel: ISBN 3-06-020930-8, Verlag Volk und Wissen, Berlin 1998 (Kosten ca. 10 Euro). Oder im Internet über den Auftritt des Cornelsen Verlags:

www.cornelsen.de

Anmerkung zu den voranstehenden Seiten: Alle Informationen auf diesen Seiten stehen hier im PDF-Dokument in „geballter“ Form. Man muss sich vorstellen, dass der Text Schritt für Schritt entwickelt worden ist.