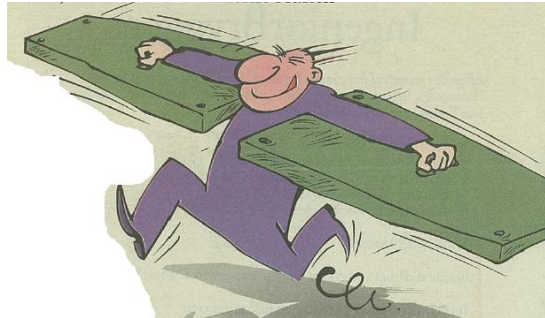




## Et kompendium om flyvinger og lift.

Af: Valle

Samlet April 2013  
Senest redigeret: 9/4-2013



<http://ing.dk/artikel/bernoulli-kunne-slet-ikke-flyve-46818>

Om hvordan fly kan blive oppe i luften, og hvordan vindmøller drejer rundt og ....

Et forsøg på at forstå kampen mellem de, der tror på Bernoulli, og de der tror på Newton.

Vindmøllevinger er udformet som flyvinger:

Hvilken energi er der i vinden??

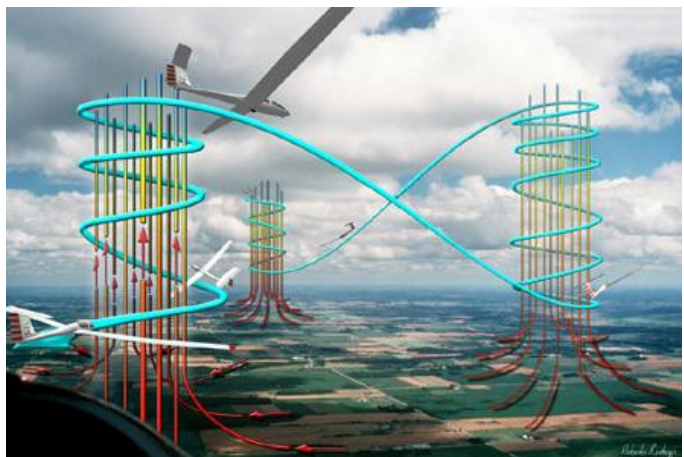
Hvordan bliver fugle i luften  
Raketter, Helikoptere

Hvordan flyver fugle: <http://www.youtube.com/watch?v=au60WLv0tck>

### Svævefly:

Hvordan flyver et svævefly?

When the sun shines down on a sandy beach, for example, the sand heats up faster than the water. As the air in contact with the sand begins to heat up, it expands and rises. This differential heating is what causes thermals and when a glider hits one, it can fly for hours at a time.



<http://www.mansfieldct.org/Schools/MMS/staff/hand/flightglider.htm>



## En Paraglider?

Her en model af Leonardo da Vinci's helikopter. ( 1452-1519 )

Luftskruen skal dreje rundt og trække luft nedad.

Se man-powered helicopter:

<http://orionrobots.co.uk/Leonardo+Da+Vincis+Helicopter>



## Helikopter pumper luft ned.

The effect of downwash from a hovering helicopter is clearly visible on the surface of water below.



Se Jet starte lodret [http://www.youtube.com/watch?v=m\\_4oD-BltCY](http://www.youtube.com/watch?v=m_4oD-BltCY)

Med propeller: <http://www.youtube.com/watch?v=MNEIgklBTSg>

## **Helikopter:**

Note that helicopter rotor blades are basically flat wings in a steep angle. The mechanism by which they form lift is exactly the same. Rotor blades are usually not airfoil-shaped or tear-shaped because drag is less of a concern. On the other hand, the angle of attack of the blade is very critical because the vertical lift of the helicopter is controlled



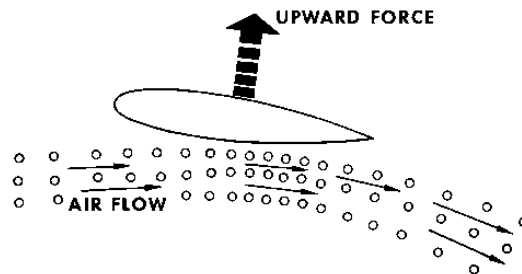
# FLYVINGER & LIFT

by changing the angle of the blades. In this case flat blades might even work better for this purpose than airfoil-shaped ones would.

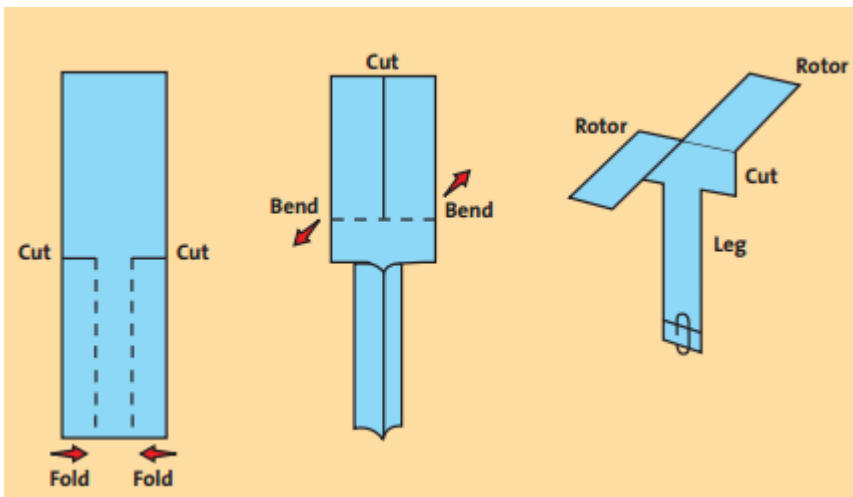


<http://www.aviastar.org/theory/>

Luft presses nedad af vingerne!



Fold din egen helicopter.



[http://www.primaryscience.ie/media/pdfs/col/paper\\_helicopters.pdf](http://www.primaryscience.ie/media/pdfs/col/paper_helicopters.pdf)

## Hvordan flyver så et fly?



I bøger og på nettet er der stor stridighed omkring 2 principper. Bernoulli, der siger, at det er lavtryk på en vinges overside, der bærer et fly, - og Angle of Attack, der vha. Newton siger at en vinge presser luft nedad, og derved skaber en modsat rettet kraft på vingen opad.

Langt de fleste kilder sværger til Bernoulli.

God link til videoer::

<http://www.math.ksu.edu/main/events/KSU-REU/AeroBasics.pdf>

God: <http://www.allstar.fiu.edu/AERO/Flightrevisited.pdf>

## Newtons 3. lov:

Roterende spand illustrerer Newtons 3. lov :

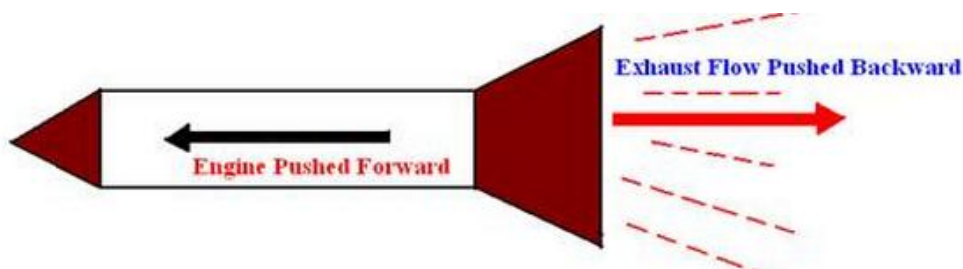
Aktion = Reaktion.

Eksempler: Skub fx en bro væk fra en båd.

Vand fra en vandslange skubber slangen modsat.

Aktion og Reaktion, Fysik.

"for every action there is an equal and opposite reaction"



Raketten bevæger sig fremad fordi den skubber udstødning bagud.

## Fra diskussion på ugebladet Ingeniøren:

Lad os lige tage et par eksempler der burde have fået den opmærksomme ingeniør til at undres.

Hvordan kan et vingeprofil stadig skabe relativt opadgående lift når flyet flyver med cockpittet nedad?



Hvordan kan en drageflyver hold sig svævende, når vingeprofilet er lige langt ovenpå og nedenunder, og hvordan sejler en båd under sejl?

Hvordan kan legetøjssvæveplan med helt flade vinger af kunststof eller balsatræ holde sig svævende? Eller en papirflyver for den sags skyld?

Lad os dog for det gode eksempels skyld give både Bernoulli og Newton en chance. Lad os beskrive de to kombattanters flyvemaskiner.

### **Bernoullis flyvemaskine:**

- 1) Flyet bevæger sig fremad.
- 2) Luften har længere vej over vingens overside end dens underside.
- 3) Luften på vingens overside har derfor større hastighed end luften på vingens underside.
- 4) Bernoullis formel beskriver at luft der bevæger sig relativt hurtigere har lavere tryk.
- 5) Forskellen på hastigheden mellem overside og underside skaber en trykdifferens.
- 6) Trykdifferensen løfter flyvemaskinen.

Det første problem er at antage at luften på vingens overside og underside har en hastighedsdifferens, der er stor nok til at generere tilstrækkelig lift. For det første er det ikke nogen nødvendighed, at to ideelle luftpartikler, der skilles ved vingens forkant har en aftale om at mødes samtidig ved vingens bagkant, og de behøver derfor ikke have forskellig hastighed. Den ene luftpartikel må godt være lidt længere tid om turen.

Endvidere er det også fornuftigt at betragte vingen i tre dimensioner i stedet for i to, som Bernoulli-modellen fordrer. Hvis man tager sine rumlige briller på, kan man se, at der faktisk kan strømme luft til vingeprofilet fra andre steder end fra forkanten, som vist i de gængse todimensionelle skitser. F. eks. ovenfra og fra siderne, hvorfor det altså ikke er givet at der er specielt "tyndere" luft på vingens overside og dermed lavere tryk.

Man kan da også lige prøve at hive lommeregneren frem og regne på, hvad der egentlig skal til. Mit middelmådige overslag gav Bernoulli ca. 2 pct. af ansvaret for at et vingeprofil skaber lift, så tvivlen har dybe rødder.

### **Newtons flyvemaskine:**

- 1) Tyngdekraften trækker flyet nedad.
- 2) For at blive i luften skubber flyet luft nedad.
- 3) Vingerne er vinklet nedad relativt til luftflowet over dem.
- 4) Luften bevæger sig diagonalt nedad fra vingernes bagkant.
- 5) Vingen trykker luft nedad og flyet bliver skubbet opad.
- 6) Tyngdekraften modvirker flyets opadgående bevægelse, så flyet bevæger sig horisontalt.

Men hvis Newton har ansvaret for lift, hvorfor ser et vingeprofil så ud som det gør. Egentlig kan det bare bestå af en lige plade der etablerer en korrekt angrebsvinkel til luften og sender en given masse af luft nedad.



Hvis vi ser på vingens underside, er den let at forstå, for den fungerer faktisk som ovenstående plade - dog bedre kurvet for at sende luften nedad i den for flyvemaskine korrekte vinkel. Men oversiden da? Her kommer Coandaeffekten ind i billedet. Oversiden af vingen er designet til at få luften til at klæbe langs med vingen og sende massestrømmen nedad i den korrekte vinkel. Faktisk yder oversiden af vingen langt det største bidrag til det Newtonske lift.

Når hele vingeplanet så indstilles til den korrekte angrebsvinkel til den modstrømmende luft, vil flyets vingeprofil sende så stor en massestrøm nedad at flyvemaskinen reagerer den modsatte vej - og vupti, vi er i luften!!!

Men Newtons flyvemaskine forklarer også, hvorfor en flyvemaskine kan flyve på hovedet (liftet genereres af vingernes vinkel), hvorfor en drageflyver svæver (vingedugen er vinklet, så den sender en strøm af luft nedad), og hvordan sejlbåden vender luften i sejlene og retter den bagud.

Flade vinger flyver: Det er bare et spørgsmål om at få den rette angrebsvinkel.

mvh.Torben Lintrup Kirkholt

### **Passagerer i vingerne?**

Indlæg på Ingeniøren 21. jun 2002

Også tak til Peter Hansen, der er ingeniør "på en midtjysk pumpefabrik", for denne forklaring:

Det er Newton og Coanda, som holder maskinerne i luften.

Hvis vi antog, at Bernoulli skulle holde os flyvende, skulle tykkelsen på en vinge være næsten lige så stor som kordelængden. Det kunne selvfølgelig være praktisk, for dermed ville der blive meget bedre plads, så man kunne putte nogle passagerer derud... Desværre er virkeligheden ikke sådan, så vi sidder stadig fast i flysæder, der designet til meget små korte mennesker.

Et flys opdrift kommer primært ved at vingen afbøjer strømmingen omkring vinden, hvorved vingen kommer til at virke som en stor pumpe, der trykker luften nedad

Se video:

God video, ( både newton og Bernoulli ) <http://www.youtube.com/watch?v=S3MMHb0I268>

Og 1 mere: <http://www.youtube.com/watch?v=CzD4zoxY0kE>

### **Det hele er en kamp mellem Bernoulli og Newton:**

<http://www.fl-country.com/fl-engineer/aerodynamics/bernoulli.html>



Daniel Bernoulli



Sir Isaac Newton

Bernoulli vs. newton (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/bernnew.html>)

## Bernoulli Princip:

Bernoulli. Hvorfor lavere tryk ved højere hastighed?

Se video: <http://www.youtube.com/watch?v=uUMInIwo2Qo>

Hvordan forstås tryk:

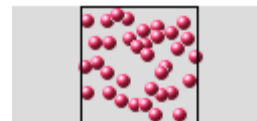
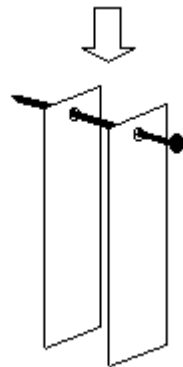
Lift teori "the Bernoulli style".

<http://balo.dk/HTX/Aerodynamik.pdf>

[http://home.earthlink.net/~mmc1919/venturi\\_discuss\\_nomath.html](http://home.earthlink.net/~mmc1919/venturi_discuss_nomath.html)

Ideen om lavere tryk ved flow forklares i linket, med en flok skolebørn i et rum, der får ordre på at løbe så hurtigt de kan.

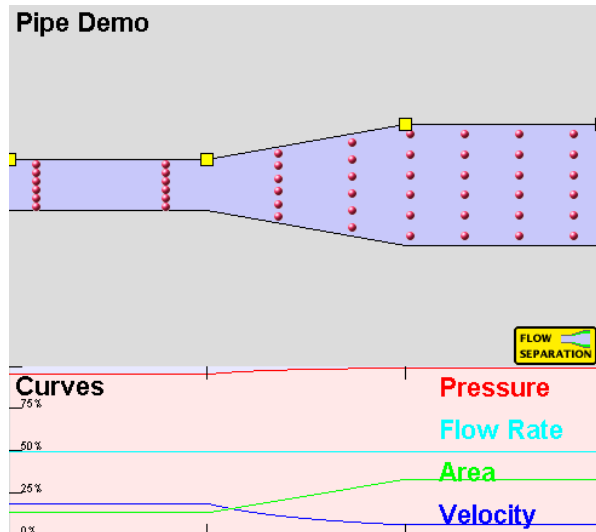
Når rummet "flyttes", bruges der mere tid på at løbe fremad, og der er ikke så mange, der støder imod væggene.





Se også interaktiv animation på:

[http://mitchellscience.com/bernoulli\\_principle\\_animation](http://mitchellscience.com/bernoulli_principle_animation)



Actual windtunnel photographs show that wing surface-length is irrelevant. Pulsed smoke streams illustrate that the air flowing above the wing is greatly outracing the air flowing below. Parcels of air which are divided by the leading edge **DO NOT** recombine at the trailing edge. Therefore the "equal transit time" explanation ("wing shape" explanation) of lifting force falls apart.

(<http://amasci.com/wing/airgif2.html>)

## **Bernoulli vs. Newton.**

Der er kamp mellem de, der mener, at opdrift kommer af, at luften, der skal over vingen – og at denne vej er længere, og derfor giver større hastighed, og derfor giver lavere tryk.

## **Newtons love:**

Heroverfor står Lift teori "the Newton Style"

Den bygger på Angle of attack

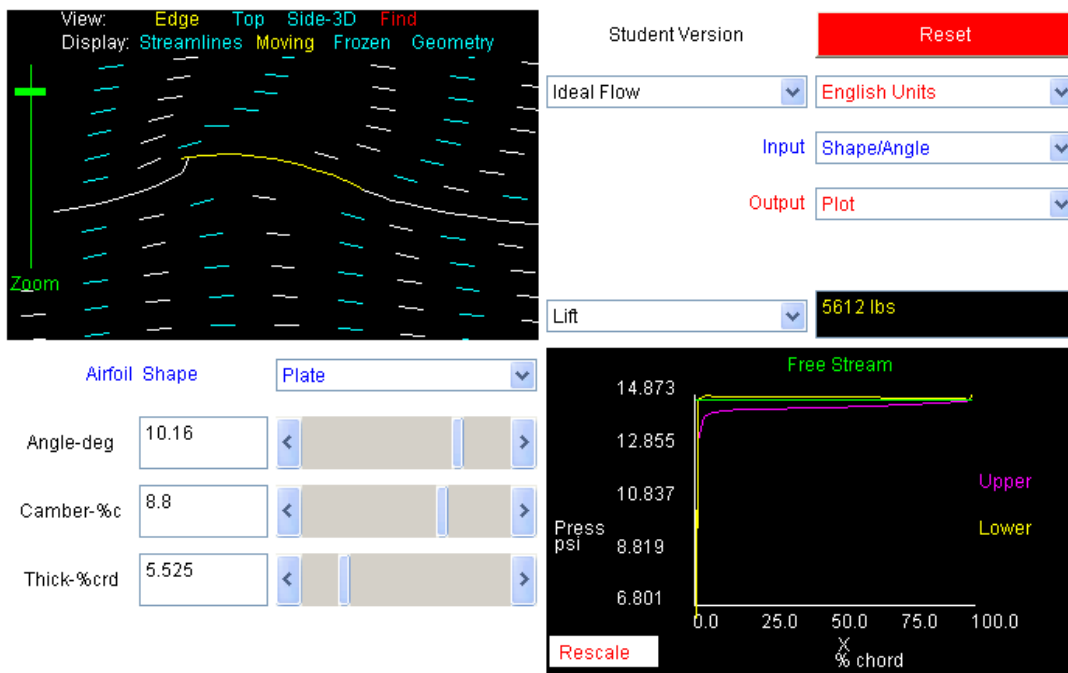
Senere skal der regnes på lift, genereret af en krydsfinerplade:

Se: Interaktiv Aplet: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/foil2.html>





# FLYVINGER & LIFT



Fra Nettet: ( <http://www.avweb.com/news/airman/183261-1.html> )

Few physical principles have ever been explained as poorly as the mechanism of lift. By the time you finish reading this, you will understand the way that wings work. But, you will probably have to forget just about everything you ever read before about the subject.

First of all, lift has nothing to do with the curve on top of the wing. Anyone who has every tried to carry a large sheet of plywood on a windy day knows that flat plates create plenty of lift. Even a ridiculous shape like this will work:

Don't believe it? Just stick your hand out a car window at sixty miles an hour and twist it up and down. Almost any shape will create some lift. The exact cross section simply determines how efficiently it will do so and how it behaves at different angles of airflow.

The next thing you need to forget is Bernoulli. At least for a while. Airplanes, birds, whatever, are not "sucked" up into the air except during tornadoes.

Airplanes stay up because the wings move air downwards. (Please read that again.) After a plane goes by, there is a lot of air closer to the ground than there was before. The reaction to moving the weight of this air counteracts the pull of gravity. Blow up a balloon, point the neck down, and let it go. The air that was inside will now be closer to the floor. The balloon goes the other way. Wings do the same thing except they move the air by deflecting it rather than by squeezing it out in a jet.

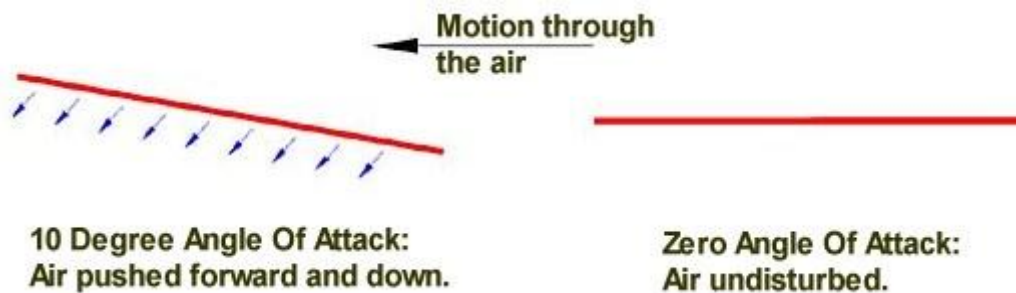
## Below the wing

Airfoils, wings, barn doors, plywood sheets, hands sticking out of cars, all can create lift but only when the air is striking them at an angle (of attack). Stick your hand out in front of you and sweep it sideways while held at about a 30-degree



angle. Imagine you are sweeping it through mashed potatoes. What are the potatoes doing? Piling up under it and being pushed ahead, of course. Air does the same thing. This pileup of air creates an area of high pressure below and ahead of the wing. The air is also deflected downwards so it isn't hard to see how the wing is pushed upwards. Moving air downwards is the wing's primary function.

The air under a lifting surface is also dragged slightly in the direction of travel, just like the mashed potatoes. The speed of this movement is subtracted from the airspeed. Thus, air is flowing slower beneath the bottom of the wing than the plane is moving.



Confused? Didn't everything else you've ever read show the air moving from the front of the wing to the back? Go slow until this is clear. It's the key understanding the whole thing.

You have to keep your frame of reference in mind. If you were riding on a wingtip, you'd see air rushing from front to back both over and under the wing. But instead, imagine you are standing on a rooftop watching the plane go by. Further, imagine that there is a dust mote hanging in the still air ... and that you have very good eyes. As the wing passes over it, the dust will move forward and down from its original position. Then the wing will have passed and the dust mote will just be hanging there again.

If the pilot maneuvered so that the wing passed over the dust mote at zero angle of attack (and zero G), the bottom of the wing would not be displacing the air, and the dust mote then would not move.

In trying to understand lift, thinking about the movement of air particles relative to the undisturbed air mass is more enlightening than contemplating the flow over the wing.

### Above the wing

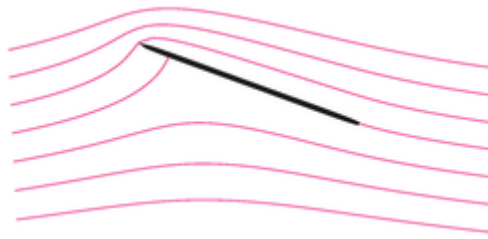
Since the wing is at an angle, its movement also tries to sweep out a space behind the top. The inertia of the air that goes over the top of the wing tries to keep it moving in a straight line, while the pressure of the atmosphere tries to push it down towards the wing's surface. The inertia prevents the atmospheric pressure from packing the space as firmly as it would if the wing were standing still. The result is a low-pressure region above the wing. Air rushes from high- to low-pressure regions, from the high-pressure area ahead of and below the wing into the low-pressure space being swept out above and behind it.

The direction of this movement is toward the trailing edge of the wing, the same direction as the airflow created by the wing's motion. As a result, air flows faster over the top of the wing than the plane is moving.

If you are standing on that rooftop, a dust mote hanging in the air will move quickly towards the tail of the plane as the wing passes under it. It will also end up lower than it was before the plane went by.

( <http://www.avweb.com/news/airman/183261-1.html> )

### Lift fra en træplade:



Billede fra: <http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html>

Følgende Fra: <http://www.mansfieldct.org/schools/MMS/staff/hand/Flightcalclift.htm>

## Aktion og reaktion

Dette er en beregning af, hvor meget lift, der kommer af en fly-vinge, der blot er en plade af krydsfiner. Her ses kun på undersidens virkning!

Her regnes med, at pladen er 10 meter lang, og 1 meter bred.

For at vingen kan løfte noget, skal den presse luft nedad, for at give opdrift. Derfor er vingen lidt skråtstillet opad, frem imod luften.

Forenden er hævet 10 cm i forhold til bagenden. Den vinkel, den udgør, kaldes ” **angle of attack** “

Flyets, og vingens hastighed er 160 km/h svarende til 44 meter/sek.

Først findes ud af, hvor meget luft, der ”høvles” af, og presses nedad.

$$10 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 44 \text{ m/s} = 44 \text{ m}^3 / \text{sekund}$$

Luft vejer ca. 1,22 Kg / m<sup>3</sup>, så det bliver 1,22 [Kg/m<sup>3</sup>] \* 44 [m<sup>3</sup>/s] = ca. 53,68 kg / s.

Altså, der skal flyttes 53,68 kg luft pr. sekund. Det kræver, at man skubber til luften.

Og iflg. Newton, vil luften – når den flyttes, - yde et modtryk. Et tryk, der er større, jo kortere tid, der går med at flytte massen.

Kraft = Masse \* Acceleration.

$$F = m \cdot a \left[ N = \text{kg} \cdot \frac{m}{s^2} \right]$$

**An acceleration is a change in velocity **V** with a change in time **t**.**

$$F = m * (V1 - V0) / (t1 - t0)$$



$$F = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = m \cdot \frac{d(v)}{dt} = m \cdot \frac{v_2 - v_1}{dt} \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m/s}}{\text{s}} \right] = \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

Når luften trykkes nedad, vil der opstå en kraft på pladen opad.

Den opadrettede kraft på vingen udregnes af den kraft, der skal til at accelerere 54 kg luft nedad.

Det tager vingen 1 meter ( vingens bredde ) at bevæge luften 10 cm ned. Og det gør den på 1/44 sekund, svarende til 0,023 sekund.

( Da vingen bevæges fremad med 44 meter / sek. tager det kun 1/44 sekund = 0,023 sekund. )

Så skiven af luft bevæges nedad med en hastighed af 10 cm. pr 0,023 sekund, hvilket giver en hastighed nedad på 4,35 meter/sek.

Det tager altså 0,023 sekund at accelerere skiven fra 0 til 4,35 [m/s].

$$Acc = \frac{4,35 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}{0,023 [\text{s}]} = 189 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

Luftens hastighed ændres 189 m/s pr. sekund.

Nu kan kraften opad fra luften beregnes! Opadrettet kraft i Newton:  $= m \cdot Acc$

$$F = 54 [\text{Kg}] \cdot 189 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = 10.017 \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = [\text{N}]$$

Ønskes et udtryk for hvad kraften svarer til i kg, fås, idet  $F = m \cdot g$ , eller  $m = N / g$ :

$$\text{Kg} = \frac{\text{N}}{g} = \frac{10.017 [\text{N}]}{9,82 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]} = 1020 [\text{Kg}]$$

Vores lille 10 meter lange plade, 1 meter bred, kan altså ved 160 km/h mindst løfte 1000 kg.

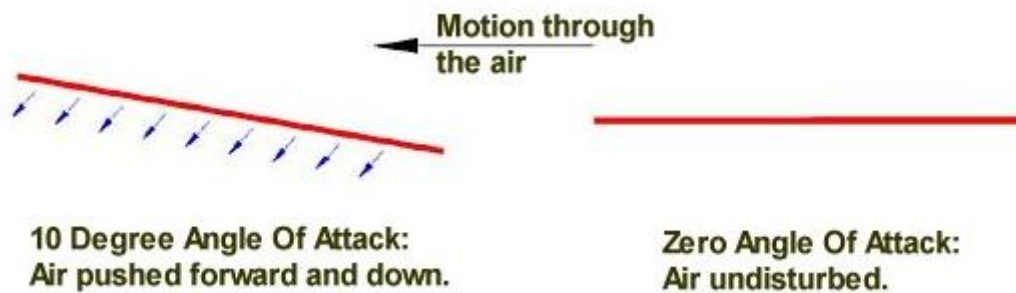
Så, hvorfor er ikke alle flyvinger lavet af plader? Der er flere grunde:

En stor flad stykke plade, der skærer en plade luft af, vil skabe et stort Drag. ( Bremskraft ). Det trekantede område ovenover ( og bag ) vingen er et stort vakuum, og det vil suge i luften over det. Og skabe turbulenser. Herved skabes Drag.



# FLYVINGER & LIFT

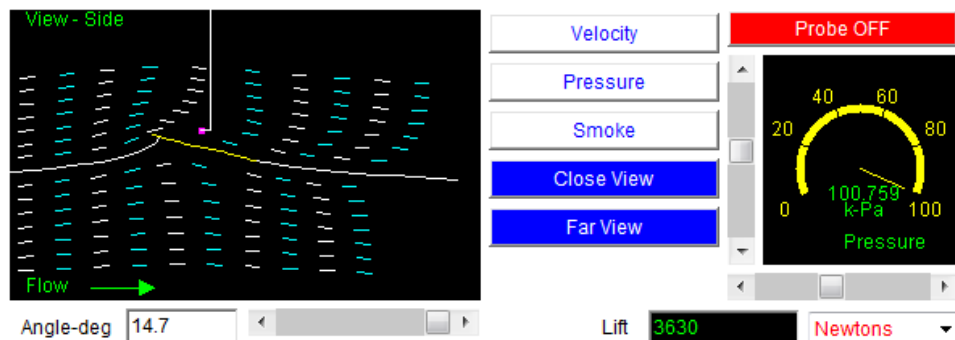
Og det vil være vanskeligt at skabe styrke nok i en plade til at bære et tungt fly.



<http://www.avweb.com/news/airman/183261-1.html>

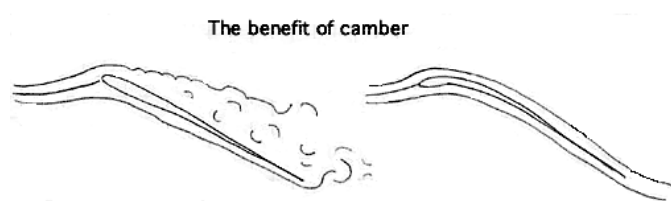
Når vingen bevæges fremad, vil oversiden af pladen ligge i "Læ", og det vil give et lavere tryk, som også vil "suge" noget luft nedad. Og det medvirker jo også til op-kraft på pladen !

Se animation:

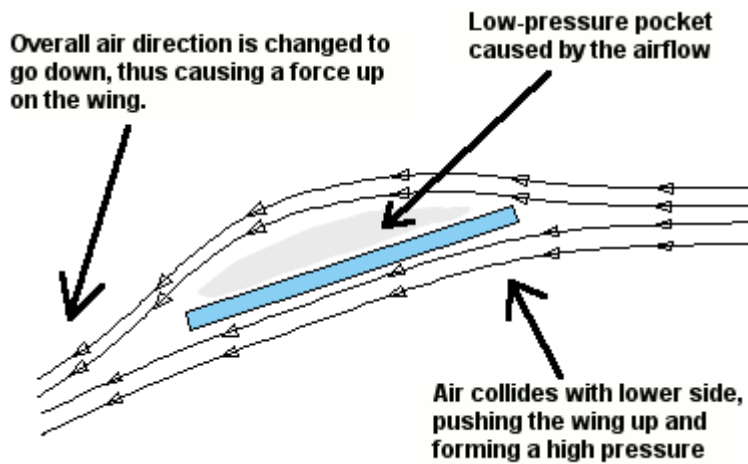


<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/right2.html>

The problem is the sharp leading edge of the sheet. When the angle of attack becomes too great, the flow cannot turn around the sharp corner of the leading edge. If the flow does not smoothly follow the shape of the sheet it stops generating lift. Take the same flat sheet and curl the front of the sheet down so that the leading edge is lined up with the on-coming flow, and the lift will increase to a greater angle of attack.



<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/atmospheric/lift1.html>



<http://warp.povusers.org/grrr/airfoilmyth.html>

<http://www.csn.ul.ie/~thekooman/fyp/chapter1.htm>

## Eksempel med et fly:

Take a Cessna 172, ... The wings must lift 2300 lb (1045 kg) at its maximum flying weight. The path length for the air over the top of the wing is only about 1.5 percent greater than the length under the wing. Using the popular description of lift (Bernoulli effect), the wing would develop only about **2 percent of the needed lift at 65 mi/h (104 km/h)**, [my emphasis] which is 'slow flight' for this airplane."

In fact, the calculations say that the minimum speed for this wing to develop sufficient lift is over 400 mi/h (640 km/h). If one works the problem the other way and asks what the difference in path length would have to be for the popular description to account for the lift in slow flight, the answer would be 50 percent. **The thickness of the wing would be almost the same as the chord length.**" [my emphasis]

"...Though enthusiastically taught, there is clearly something seriously wrong with the popular description of lift." (David F. Anderson and Scott Eberhard, **Understanding Flight**, McGraw-Hill (2001) page 16

( <http://home.comcast.net/~clipper-108/lift.htm> )

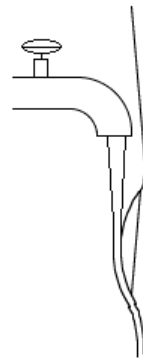
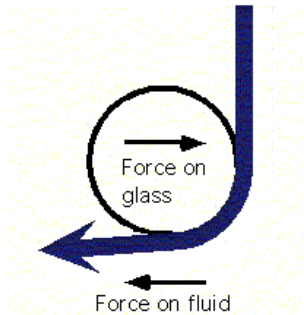
## how wings work? Smoke streamlines around an airfoil

<http://www.youtube.com/watch?v=6UlsArvbTeo>

Side med video: <http://www.decodedscience.com/airplane-wings-how-lift-is-created/6595>



## Coanda effekt



The water follows the surface of the spoon, an example of the Coanda effect.

Den effekt, at en vandstråle vil "klæbe" til en flaske-overflade, kaldes Coanda-effekten.

Det er denne effekt, der får luften til at "klæbe" til oversiden af en flyvinge.

<http://www.discoverhover.org/infoinstructors/guide8.htm>

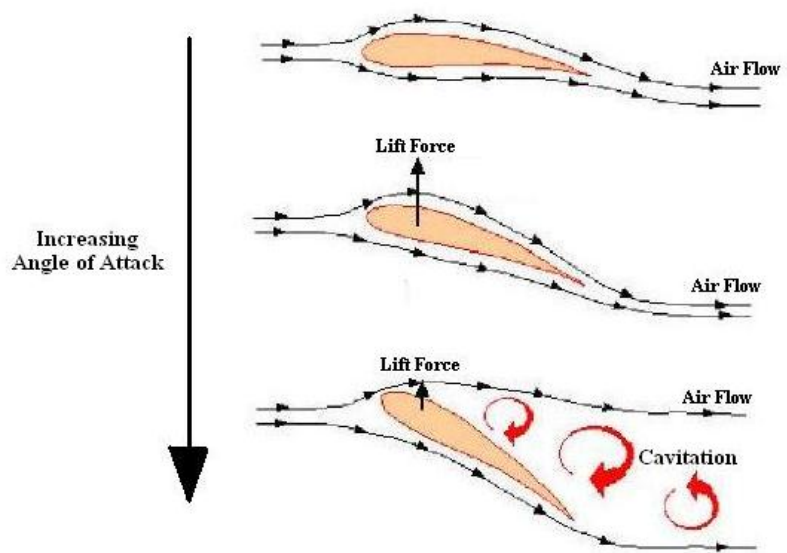
Se ske blive holdt af vandstråle: <http://www.youtube.com/watch?v=AvLwqRCbGKY>

Luften opfører sig som en fluid.

Luften følger overfladen på oversiden, så der ikke opstår vakuum.

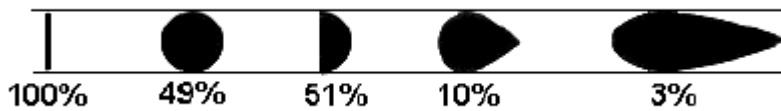
Måske nok hjulpet af det højere lufttryk på den forreste overside af vingen, skabt af vingen "massen sig frem" gennem luften.

Bliver vingens hældning for stejl, slipper luften på oversiden, og der slæbes meget mindre luft ned ovenfra, hvorved luften reduceres. Der opstår Stall. Et fly ville falde ned!



## Luftmodstand: Drag.

Luftmodstanden kan opdeles i flere typer. Luft som ved passage henover en vinge bliver turbulent, skaber gnidningsmodstand. Formen af flyet og vingerne specielt, bestemmer hvor langt luften strømmer hen over overfladerne før der opstår store hvirvler. Herunder ses en figur, hvor forskellige former er sammenlignet med en plade opsat i luftstrømmen (100% luftmodstand). Luften bevæger sig fra venstre mod højre.

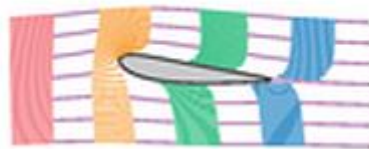


Bemærk at der kun er lille forskel på en kuglen og halvkuglen. Dråbeformen bliver bedre jo længere den er fordi den turbulente luft opstår længere tilbage på formen, når luften ikke tvinges til at ændre retning så hurtigt.

<http://balo.dk/HTX/Aerodynamik.pdf>

## Flyve på hovedet:

Hvis Bernoulli-princippet er det, der bærer et fly, skulle man formode, at et fly ikke kan flyve på hovedet. – Men det kan det !!



The misconception that wings must be curved on top and flat on the bottom is commonly associated with the previously-discussed misconception that the air is required to pass above and below the wing in equal amounts of time. In fact, an upside-down wing produces lift by exactly the same principle as a rightside-up wing.

<http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html>



Her et billede af et fly, der flyver på hovedet.

<http://www.scienceillustrated.com/technology/2011/10/how-can-airplane-fly-upside-down>



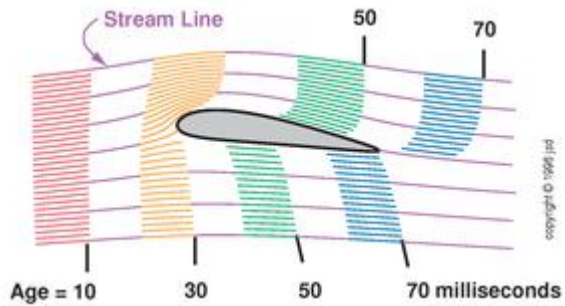


Se en Helikopter flyver på hovedet. <http://www.youtube.com/watch?v=d2mITQ53kr8>

## Vingedesign:

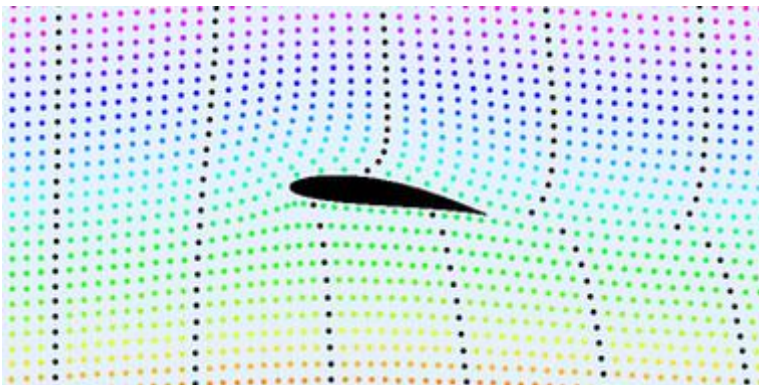
Dette afsnit skal redesignes !

<http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html#eq-q-example>

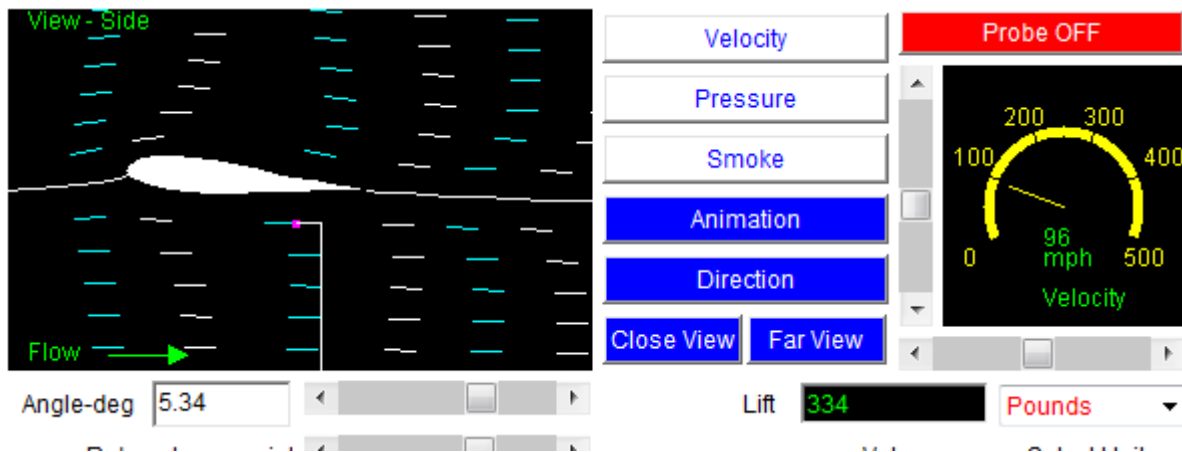


<http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html>

Animation:



[http://en.wikipedia.org/wiki/Lift\\_\(force\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lift_(force))



<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/wrong1.html>

<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/lift1.html>

<http://allaboutairplanes.wordpress.com/2011/08/06/how-the-lift-formula-was-created/>  
om bernoulli:

Begge teorier, udformning af airfoul: <http://www.youtube.com/watch?v=bZNSiTngVfE>

## Luft presses nedad af flyvinger:

Det ses her tydeligt, at luft presses ned af vingerne.



<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/fluids/downwash.html>

Snor efter fly. Snoren følger luftstrømmen lidt nedad.:

<http://www.youtube.com/watch?v=dAbloetwppU>

Illustrerer at luft presses nedad: [http://www.youtube.com/watch?v=LOzh0\\_VDI04](http://www.youtube.com/watch?v=LOzh0_VDI04)



## WingTip Vortex.

Søg evt. efter billeder på ordene: wingtip vortices flaps

Når der er overtryk under en vinge og lavere tryk over, må der ske noget i randzonerne.

Derfor ses fx Ryan Air's fly med wingtips.



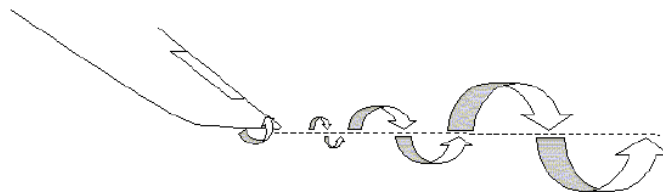
Luft om vingetipperne: Film !

Man kan også se, at luft presses nedad.

Se: [http://en.wikipedia.org/wiki/Wingtip\\_vortices](http://en.wikipedia.org/wiki/Wingtip_vortices)



På grund af trykforskellen mellem en vinges over- og underside, vil luft ude ved vingetipperne strømme fra undersiden og op på oversiden. Da vingen samtidig bevæger sig gennem luften, vil strømmingen give anledning til en randhvirvel (eng.: vortex eller tip vortex). Sådant en hvirvel kræver energi at danne, så den opfattes som et tab.



Randhvirvlerne kan ikke forhindres, men ved at udstyre vingetipperne med vinglets (små lodrette vinger), reduceres tabet.

Hvirvlerne er omkring vingetipperne meget små, men kraftige. Længere bag flyet vil hvirvlerne vokse, mens lufthastigheden falder. Efter større fly, kan hvirvlerne sagtens vælte mindre fly rundt.

Fra: (<http://balo.dk/HTX/Aerodynamik.pdf> )



En fin illustration:



<http://metabunk.org/threads/1220-Donut-Chemtrail-Why>

Billede af et fly over en skyformation.

Man ser tydeligt, at der er en nedadgående luftstrøm forårsaget af flyet.



<http://metabunk.org/threads/1220-Donut-Chemtrail-Why>



Wing tip flaps.

Eller winglets.

Forhindrer wing tip vortex.

Se også den nye Airbus A380:



Uden winglets skulle vingerne på Airbus flyet A380 have været så lange, at der ikke er plads i lufthavnene til flyet.

The optimal wingspan for this weight would be about 90 m, but airport restrictions limited it to less than 80 m.

If built to a conventional design, the A380's wingspan would have been three metres too long for the world's airports. But thanks to small devices known as 'winglets,' which mimic the upward curl of the eagle's feathers, the A380's wings are in compliance with airport limits by 20 cm. but still provide enough lift for the world's largest passenger aircraft to fly efficiently – saving fuel, lowering emissions and reducing airport congestion.



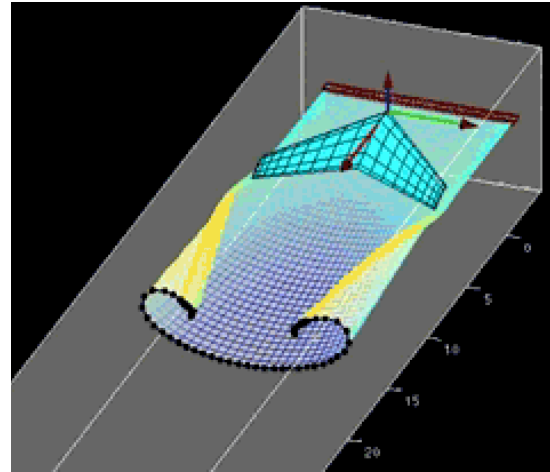
<http://www.airbus.com/innovation/eco-efficiency/design/biomimicry/>



Animeret billede, helt i bunden på siden:

Se:

<http://metabunk.org/threads/1220-Donut-Chemtrail-Why>



## Video, der forklarer Stall

<http://www.youtube.com/watch?v=6UlsArvbTeo>

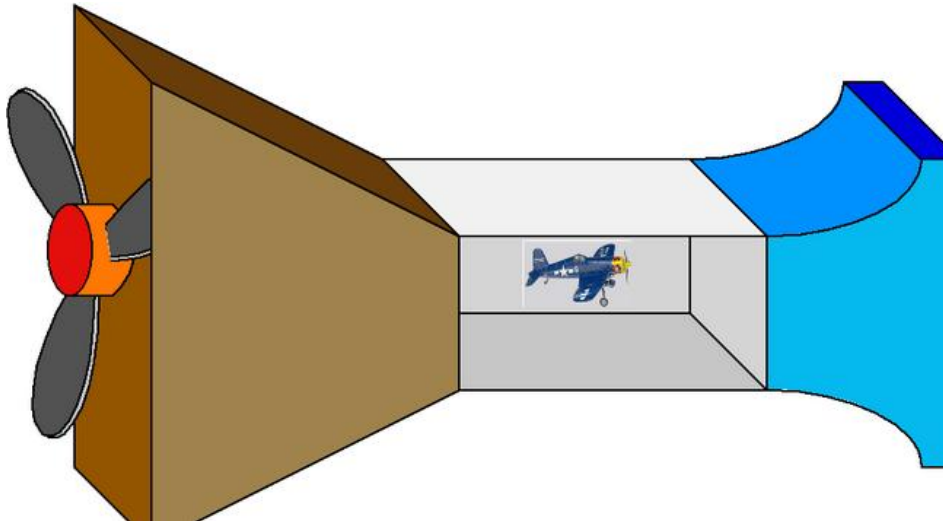
Stall: [http://www.youtube.com/watch?v=ocni\\_Whz5EA](http://www.youtube.com/watch?v=ocni_Whz5EA)

## Vindtunnel:

I en vindtunnel kan man se – og måle hvordan forskellige objekter opfører sig i en luftstrøm.

Eksempel på en vindtunnel set udefra:



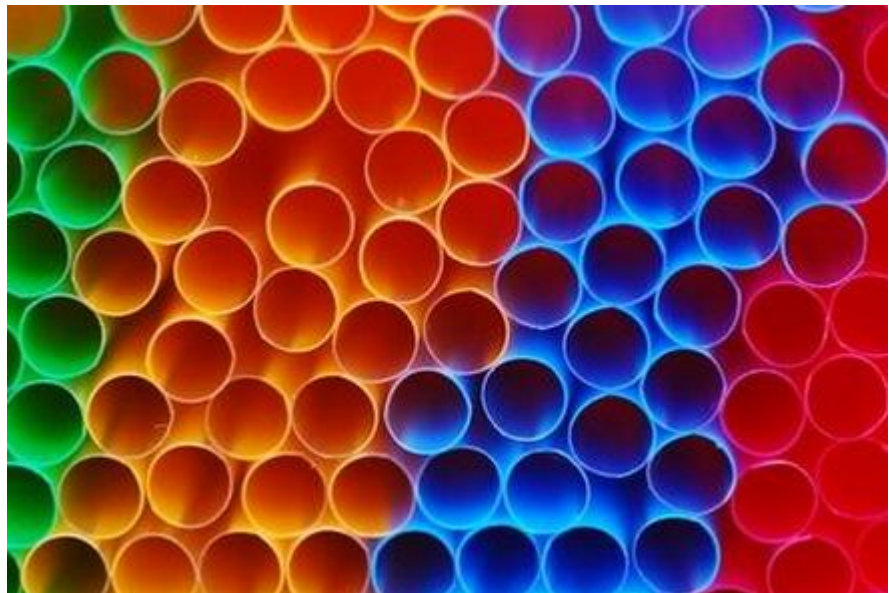


I den ene ende af systemet sidder en ventilator og suger luften gennem et kammer.

Det er vigtigt, at luftstrømmen i kammeret er laminar. Dvs. strømmer i parallelle baner.

Derfor sættes fx en masse rør ind i indsugningen og i udgangen.

Laminar flow kan fx opnås ved at indsætte nogle rør i indsugningen og i udgangen, her vist med sugerør.



[http://www.ehow.com/how\\_7676961\\_build-small-wind-tunnel.html](http://www.ehow.com/how_7676961_build-small-wind-tunnel.html)

Se laminar flow: <http://www.youtube.com/watch?v=NHAF8QRFiY>



Sød lille film: bil i vindtunnel: [http://www.youtube.com/watch?v=sV\\_6E1Lh7yo](http://www.youtube.com/watch?v=sV_6E1Lh7yo)

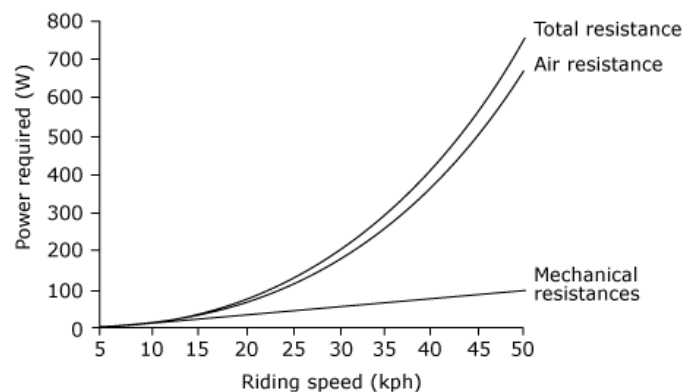
Undersøgelse af en bils luftmodstand.

Udtrykkes som en koefficient, en CD-værdi, for Coefficient Drag.

På tysk CW, Coefficient Widerstande.



Experimente im Windtunnel haben nachgewiesen, dass dem Radfahrer etwa 75% der Luftreibung anzudeuten sind und dem Fahrrad 25%. Mancher Forscher behauptet, dass aerodynamische Linienführung eines Rades erst bei Geschwindigkeiten über 56 Km/Std Sinn macht. Es ist klar, dass eine gute aerodynamische Haltung auf dem Rad von vielen Faktoren bedingt wird und dass es pro Individuum erhebliche Unterschiede gibt (denken wir z.B. an die Geschwindigkeit die realisiert wird).



[http://www.bike-klinik.ch/index.php?option=com\\_content&view=article&id=69&Itemid=80](http://www.bike-klinik.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=80)





## **Formler for luftmodstand: Se separat kompendium!**

Her dog lidt: Bemærk hvad en luftmodstand er afhængig af!

$$W = \rho/2 \cdot C_w \cdot A \cdot V^2$$

P = Luftdichte  
C<sub>w</sub> = Luftreibungskoeffizient  
A = Frontaloberfläche  
V = Geschwindigkeit

Se: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/dragco.html>

## **Lift:**

Meget god ppt. søg på Summer2006AAPT.ppt, eller bedre, se gemt ppt hvor jeg har frasorteret billeder om et spejl mm.

Lift: <http://www.aviation-history.com/theory/lift.htm>

God PDF, der gennemgår det. <http://www.physics.ohio-state.edu/news/eberhardt.pdf>

Video om misconceptions om lift 10:40, <http://www.youtube.com/watch?v=qJJ7Or1q9Vs>

## **Parts of the Airfoil Misconception**

1. [Wings create lift because they are curved on top and flat on the bottom.](#) Incorrect.
2. [Part of the lifting force is due to Bernoulli effect, and part is due to Newton's 2nd law.](#) Incorrect.
3. [To produce lift, the shape of the wing is critical.](#) YES AND NO.
4. [The Bernoulli effect pertains to the shape of the wing, while Newton's laws pertain to the angle of attack.](#) Incorrect.
5. [Air which is divided by the leading edge must recombine at the trailing edge.](#) Incorrect.
6. [The upper surface of an airfoil must be longer than the lower surface.](#) Incorrect.
7. [The tilt of the wing produces part of the lift. The shape of the wing produces the rest.](#) Incorrect.
8. [A wing is really just the lower half of a venturi tube.](#) Incorrect.
9. [The upper surface of a wing will deflect air, but the lower surface is horizontal, so it has little effect.](#) Incorrect.
10. [Airfoils need not deflect any air; pressure differences alone can produce lift.](#) Incorrect.
11. [Ship propellers, rudders, rowboat oars, and helicopter blades all deflect water or air. But airplane wings are entirely different.](#) NOPE.



12. [The "Coanda effect" only applies to thin liquid jets, not to airfoils and flow attachment.](#) Incorrect.
13. [An airfoil can create lift even at zero attack angle.](#) Misleading.
14. [Cambered airfoils create lift at zero AOA, which proves that the "Newtonian" theory of lift is wrong.](#) Incorrect.
15. [The "Newtonian" theory of lift is wrong because downwash happens far behind the wing where it can have no effect.](#) Incorrect.

**Correct theory** used by aeronautical engineers (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/right2.html>)

Link: Misforståelser om lift: <http://amasci.com/wing/airfoil.html>

Se: <http://www.fl-country.com/fl-engineer/aerodynamics/bernoulli.html>  
<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/bernnew.html>

bernoulli vs. newton (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/bernnew.html>)

incorrect theory 1 here (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/wrong1.html>)

incorrect theory 2  
here (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/wrong2.html>)

incorrect theory 3 here (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/wrong3.html>)

COrrrect theory used by aeronautical engineers here (<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/right2.html>)

all these articles are publish in the NASA website... so i think it's correct.....

<http://www.eskimo.com/~billb/wing/airfoil.html>

Søg bernoulli vs. Newton

<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/lift1.html>

<http://www.balo.dk/HTX/Aerodynamik.doc> ( Fejl efter min mening )

<http://www.avweb.com/news/airman/183261-1.html>

<http://www.mansfieldct.org/schools/MMS/staff/hand/Flightcalclift.htm>

Korrekt forklaring:



# FLYVINGER & LIFT

