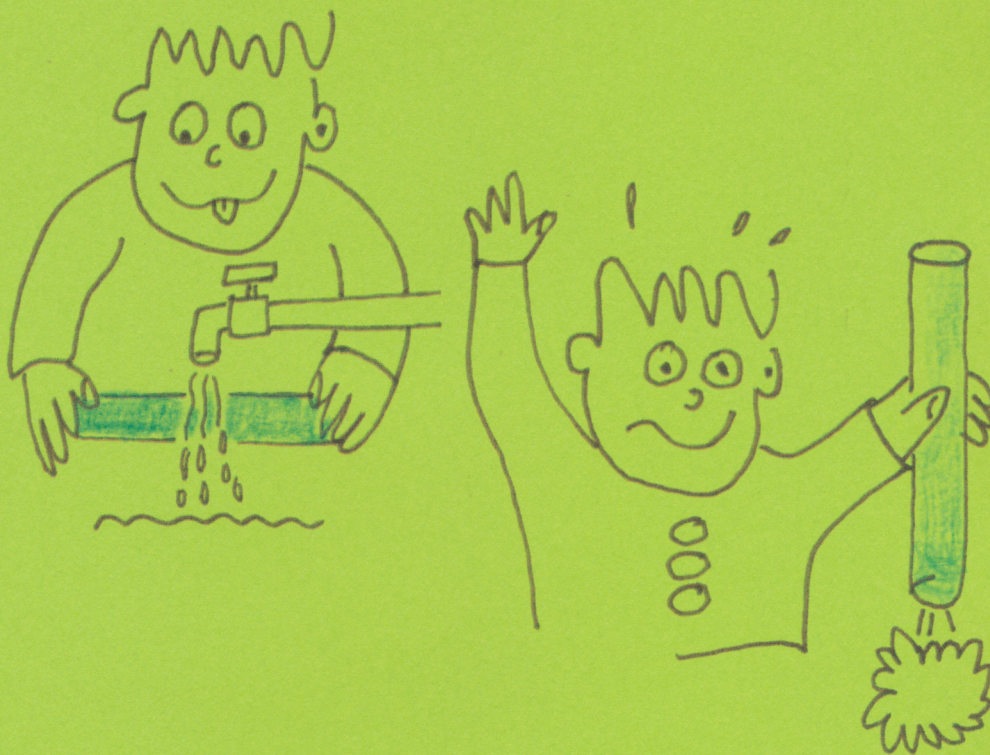
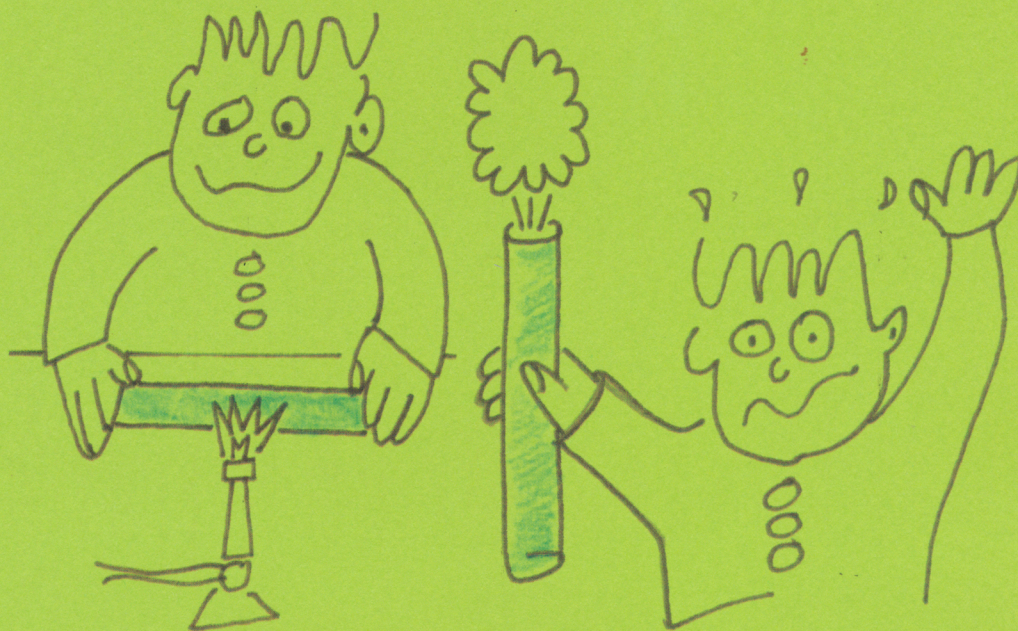


# Tryk og hydraulik

eksperimenter og opfindelser - natur/teknologi 5. - 6. klasse

Ole Haubo Christensen



Forlaget Haboundervisning

# Tryk og hydraulik

## - eksperimenter og opfindelser

### natur/teknologi 5. – 6. klasse



**Tryk og hydraulik**  
- eksperimenter og opfindelser  
natur/teknologi 5. – 6. klasse

Ole Haubo Christensen

© Forlaget Hauboundervisning

3. udgave, 1. oplag 2024

Foto, illustrationer og grafisk design:  
Ole Haubo Christensen

Tegninger:  
Jimmy Schou Wistisen

Illustration s 2 samt bagside:  
Nikolaj Kragelund

**Husk at indberette til Copydan  
når du printer eller kopierer.  
Det gør en stor forskel for forfatterne.**

ISBN 978-87-92761-86-6 (e-bog)

Forlaget Hauboundervisning  
Kærlodden 1  
8320 Mårslet  
☎ +45 20 45 89 36  
info@hauboundervisning.dk  
www.hauboundervisning.dk  
www.haubo.net



# **Tryk og hydraulik**

**- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse**

# **Tryk og hydraulik**

**- eksperimenter og opfindelser**

**natur/teknologi 5. – 6. klasse**



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Indhold

<b>Materialeliste</b>	<b>Side 5</b>	<b>Hjemmelavet vaterpas</b>	<b>Side 25</b>
<b>Tryk og hydraulik</b>	<b>Side 6</b>	<b>Byg din egen luftraket</b>	<b>Side 26</b>
<b>Luften i kolben</b>	<b>Side 6</b>	<b>Heronsspringvandet</b>	<b>Side 27</b>
<b>Den svævende korkprop</b>	<b>Side 7</b>	<b>Lærervejledning</b>	<b>Side 28</b>
<b>Den Cartesianske Djævel</b>	<b>Side 8</b>	<b>Materialeliste med bestillings kommentarer</b>	<b>28</b>
<b>Vandet i glasset</b>	<b>Side 9</b>	<b>Hvorfor arbejde med tryk og hydraulik i natur/teknik?</b>	<b>Side 29</b>
<b>Trykket i sprøjten</b>	<b>Side 10</b>	<b>Undervisningsforløbet</b>	<b>Side 30</b>
<b>Luftvægt</b>	<b>Side 11</b>	<b>Uddybende kommentarer til de enkelte forsøg</b>	<b>Side 31</b>
<b>Pumpemaskine til oppustning af ballon</b>	<b>Side 12</b>		
<b>Løftemaskine</b>	<b>Side 13</b>		
<b>Vandpumpen</b>	<b>Side 14</b>		
<b>Sugekoppen</b>	<b>Side 15</b>		
<b>Vej undertrykket</b>	<b>Side 16</b>		
<b>Det lufttomme rum</b>	<b>Side 17</b>		
<b>Vand og damp</b>	<b>Side 18</b>		
<b>Vejrkortet</b>	<b>Side 19</b>		
<b>Mere om luft og varme</b>	<b>Side 21</b>		
<b>Underafkøling i soda- vandsdåse</b>	<b>Side 23</b>		
<b>Kærlighedsbarometer</b>	<b>Side 23</b>		
<b>Sprøjteflaske</b>	<b>Side 24</b>		
<b>Spraydåsen</b>	<b>Side 24</b>		





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Materialeliste

- Plastsprøjte 10 ml., 60 ml., og 100 ml.
- Plastslange i klar plast
- Slangesamlere
- Y-rør
- Cykelventil (monteret) i plastslange
- Rødbedeglas med slangestuds
- Minibarometer
- Balloner – runde og aflange
- Urinpose
- Sugekop med krog
- Tragt
- Glasrør 18 cm
- Glasrør med knæk – 7 · 7 cm
- Glasrør med knæk – 7 · 20 cm
- Kolbe 250 ml
- Gummiprop med 1 hul og 2 huller
- Vandfad 150 mm og 300 mm
- 4 liter plastpose
- Plastik bærepose
- Tom sodavandsdåse
- ½ - 1 kg. lodder
- Tynde og tykke sugerør
- Klemmetang
- Sikkerhedsbriller til læreren
- Cylinderglas
- Tykt glasrør
- Modellervoks
- Tavlelineal
- Adgang til vandhane og gasblus
- Cartesiansk djævel
- Kraftmåler
- Loddetin i rulle
- Korkprop





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Tryk og hydraulik

Luften er en underlig størrelse. Vi kan ikke se den, men mærker den når vi fx cykler eller bevæger et stykke papir gennem luften.

Vi skal i det følgende lave en hel masse forsøg med luft og hydraulik. En del af forsøgene kender du sikkert, fra når du har leget med vand derhjemme eller i natur/tek-

niktimerne. Der vil også være forsøg, hvor du vil undre dig over resultatet. Skal det virkelig være sådan? - eller er der mon gået noget galt med forsøget?

Vi begynder med en række fællesforsøg inden I bliver sluppet løs med selv at eksperimentere.

---

## Luften i kolben

### Fællesforsøg

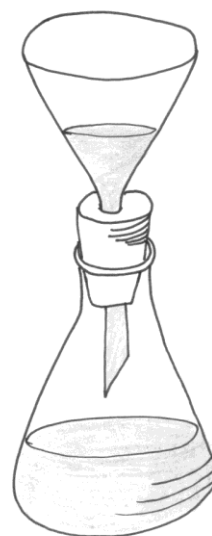
#### I får brug for:

Kolbe

Gummiprop med 1 hul

Tragt

Vand



Sæt gummiproppen i kolben. Husk at fugte proppen godt inden I sætter den i kolben. Det gør I ved at dryppe en dråbe paraffinolie på alle de steder, hvor I skal samle glas med gummipropper og slanger. Så er det meget lettere at skille tingene ad igen, når I er færdige med forsøget.

Sæt tragten i proppen og hæld vand i.

Vandet bliver stående i tragten, fordi der er luft i kolben. Løsnestragten kan luften komme ud og vandet i.

Det samme gælder, når vi hælder benzin på bilen. Der går et lille luftrør ned i benzintanken, for at det ikke skal sprøjte ud.



# Tryk og hydraulik

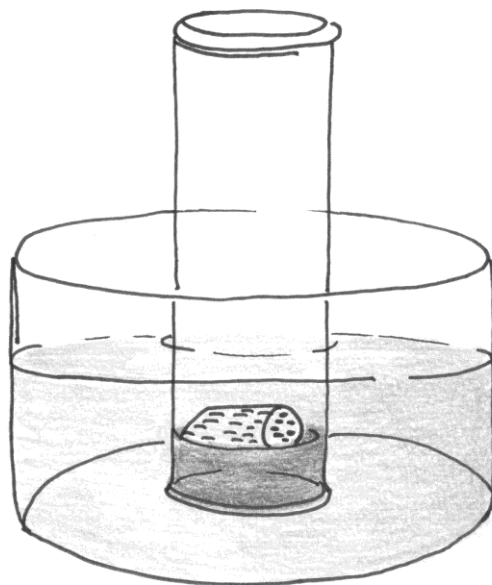
- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Den svævende korkprop

### Fællesforsøg:

#### I får brug for:

Stor glasskål  
Korkprop  
Frugtfarve  
Vand  
Cylinderglas



Hæld vand i en stor glasskål og kom en korkprop i. Tilsæt nogle dråber frugtfarve. Sænk et cylinderglas ned over korkproppen.

Vandet vil stå lavere i cylinder-

glasset, da luften ikke kan komme ud.

Dvs. de ting - flasker, glas osv. - vi normalt kalder tomme, er fyldt med luft.

### **Luften fylder alle hulrum ud.**

Og ikke nok med det

### **Luften trykker i alle retninger, dvs. nedad, opad og til siderne.**

I skal nu lave en række forsøg, hvor I undersøger mere om hvordan luften trykker.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Den Cartesianske Djævel

### Fællesforsøg:

### I får brug for:

Cylinderglas

Vand

Cykelslange

Snor

Korkprop

knappenåle

loddetin/ståltråd

evt. Cartesiansk djævel af glas



Hvad er der sket med luftens tryk i glasset?

---

---

Fyld cylinderglasset med vand, så vandet står  $\frac{1}{2}$  - 1 cm under den øverste kant.

Lav en lille trold af små korkstykker, så trolden lige akkurat kan flyde i vandet. I kan sætte korkstykkerne sammen med knappenåle.

Bagefter kan I udsmykke og justere vægten med loddetin eller ståltråd, som I ruller rundt om 'maven' på trolden.

Sæt trolden i glasset og bind cykelslange hen over glasset. Det er vigtigt, at cykelslangen slutter tæt om glasset.

Prøv at trykke hårdt ned på cykelslangen over glasset.

Hvad sker der med trolden i glasset? Prøv at forklare hvad der sker.

---

---

---

Prøv også med en Cartesiansk djævel af glas. Hvordan opfører djævelen sig, når du trykker på cykelslangen over glasset?







# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Vandet i glasset

### I får brug for:

Cylinderglas

Kopipapir 10 · 10 cm (bedst med glat papir)

Opvaskebalje/stort vandfad

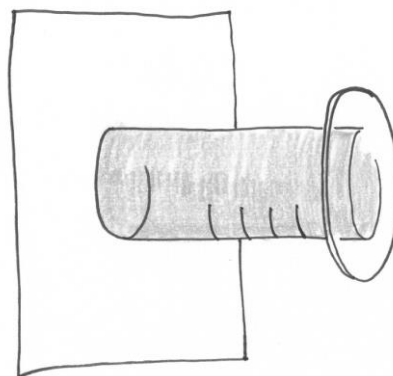
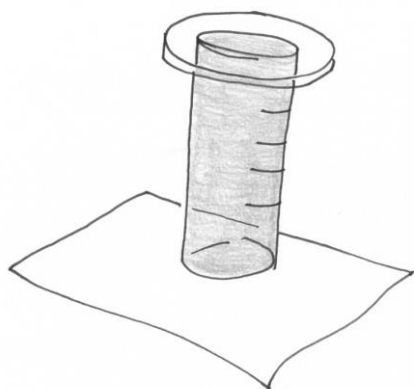
Ur

Fyld cylinderglasset helt op med vand. I skal fylde cylinderglasset så meget, at vandet står højere end glassets kant.

Hvad sker der? Kan I undgå at vandet løber ud?

Læg papiret over glasset og prøv forsigtigt at vende cylinderglasset om, så papiret vender nedad. Din lærer vil sætte pris på, at du laver forsøget lige over en vask eller en opvaskebalje!

Kan du forklare, hvad det har med luftens tryk at gøre?



Prøv nu at vende cylinderglasset, så papiret vender til siden. Tag tid. Hvor længe går der, inden vandet løber ud?

Hvordan trykker luften, i de to forsøg I lavede?



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Trykket i sprøjten

### I får brug for:

Plastsprøjte

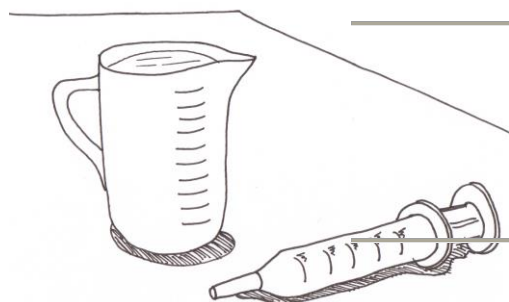
Vand

Opvaskebalje/stort vandfad

Tryk stemplet halvt ind og hold fingeren for hullet.

Kan du trække stemplet ud?

Prøv at forklare hvad der sker.



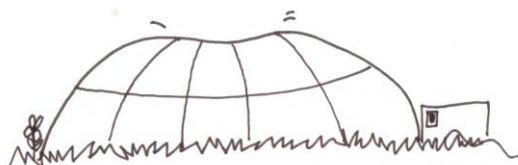
Hvad sker der med luftens tryk, når du bevæger stemplet ind og ud?

Hold en finger for åbningen af plasticsprøjten og tryk stemplet ind.

Giv slip på stemplet. Hvad sker der?

Det, at luften kan presses sammen og udvide sig, bruger man i mange ting, fx i hoppebolde, cykelslanger, bildæk, fodbolde og luftmadrasser.

Hvordan er det at trykke på stemplet? På hvilken måde er der forskel på at trykke i begyndelsen og lige inden, du ikke kan trykke mere?



Hvad tror du der sker med trykket i sprøjten, når du trykker stemplet ind?

Gentag forsøgene med sprøjten fyldt med vand. Hvilke forskelle er der fra forsøgene med luft?



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Luftvægt



### I får brug for:

Plastsprøjte  
Snor  
Bærepose  
½ - 1 kg Lodder

Hvor meget kan jeres luftvægt bære?

Hvordan kan vægten forbedres?

Man kan bruge luftens evne til at udvide sig og presse sig sammen til at bygge en luftvægt.

Byg en luftvægt som vist på tegningen og lav en skala til at tape på sprøjten.

Noter jeres resultater i skemaet.

Stemplet viser	Vægt	
	Gæt	Prøv
0		
20		
40		
60		
80		
100		



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Pumpemaskine til oppustning af ballon

I dette forsøg skal I prøve at pumpe en ballon op på en noget besværlig måde. I må nemlig ikke putte ballonen i munden.

### I får brug for:

Ballon  
50-100 ml plasticsprøjte  
Lille gummiprop med et hul  
Plastslange  
Plastslanger med cykelventil  
Slangesamlere  
Y-rør til plastslange

Byg en pumpemaskine og pust ballonen op.

Byg pumpen, så den virker 'automatisk'. Pumpen skal virke, så man kun skal bevæge stemplet i sprøjten.

Hvor hurtigt kan I pumpe en ballon op, så den springer?

Hvem er den hurtigste pumper?

Hvad er rekorden i klassen?

Lav en tegning af jeres pumpemaskine.

I stedet må I bruge en sprøjte, en gummiprop og et par slanger med cykelventiler.



Tegning af min pumpemaskine:





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Løftemaskine

I skal bygge en maskine, der kan løfte tunge ting ved hjælp af luft. I skal bruge det I lærte, da I byggede ballonpumpen.

### I får brug for:

Ballon  
50-100 ml plastsprøjte  
Lille gummiprop med et hul  
Plastslange  
Plastslanger med cykelventil  
Slangesamlere  
Y-rør til plastslange  
Urinpose  
Tunge bøger  
4 liter plastpose



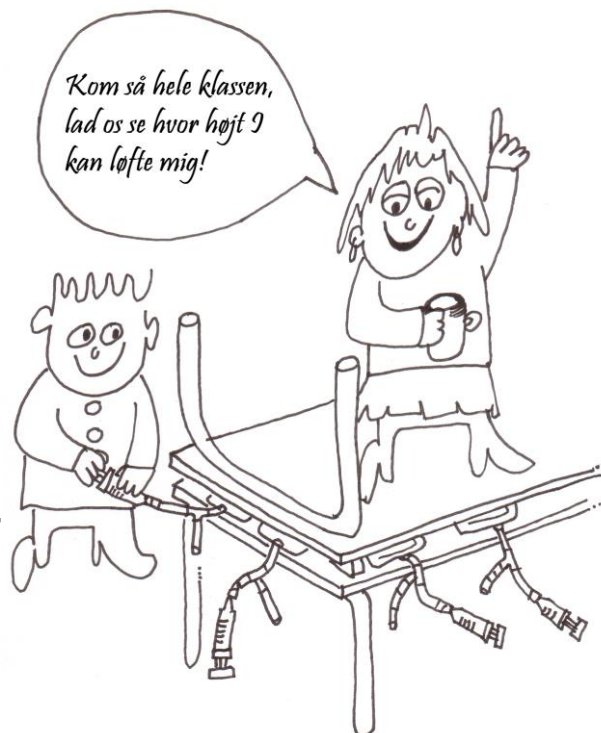
Hvor højt kan du løfte en tyk bog ved at puste i en plastpose, der ligger nedenunder?

Læg to skoleborde mod hinanden og fordel hele klasens luftpumper rundt i kanten mellem bordene. Placer jeres lærer på toppen.

Lav en pumpemaskine, som ballonpumpen og løft tunge ting. Hvor meget kan ballonpumpen løfte?

Byt plastposen ud med en urinpose. Hvor meget kan jeres pumpe løfte?

Kan I løfte jeres lærer?



Prøv både med plastposer og med jeres pumper.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Vandpumpen

Det er ikke en selvfølge at have ringende vand indlagt i huset. En stor del af verdens befolkning har ikke vand lagt ind, hvor de bor. I stedet henter de vand ved en brønd. En brønd er et dybt hul i jorden, hvorfra vandet kan pumpes op. Hullet skal nå ned til grundvandet. Her i Danmark pumper vandværket vandet op for os og fordeler vandet via vandtårne. Tidligere havde man en vandpumpe på enhver gårdsplads.

I skal nu opfinde en vandpumpe. Vandpumpen skal pumpe vand op fra et vandfad på gulvet og op i et vandfad på bordet.

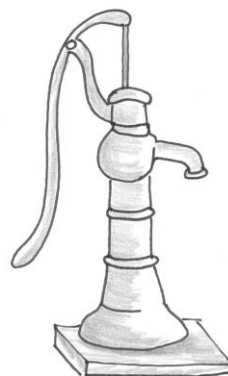
### I får brug for:

- 2 vandfade
- Vand
- 2 plastsprøjter
- Cykelventiler
- Slangesamlere
- Y-rør til plastslange

Hæld vand i den ene skål og stil den på gulvet. Stil den anden skål på et bord.

Opfind en Pumpe, så I kan pumpe vandet op i skålen på bordet.

Lav en tegning af jeres Pumpe.



Tegning af min Pumpe:



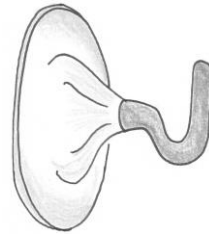


# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Sugekoppen

En sugekop virker ved at der opstår et undertryk under sugekoppen. Vi siger at sugekoppen har suget sig fast.



### Fællesforsøg

Fugt to sugekopper med vand og pres dem mod hinanden.

Hvem kan hive sugekopperne fra hinanden?

Hvilken teknik er den bedste?





# Tryk og hydraulik

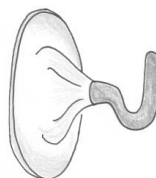
- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Vej undertrykket

I skal undersøge hvor meget sugekoppen kan bære på forskellige materialer.

### I får brug for:

Sugekopper med krog  
Bæreposen med lodder eller gamle bøger  
Træplade til underlag



Fugt sugekoppen med vand og sæt den på en dør. Hæng plastposen på krogen og fyld lodder eller gamle bøger i posen. Husk at lægge træpladen under, så I ikke laver mærker i gulvet.

Hvad er det bedste underlag for en sugekop

Hvor meget kan sugekoppen bære, når den hænger på døren?

Noter jeres resultater i skemaet:

Undersøg på samme måde, hvor meget sugekoppen kan bære på andre underlag.

Hvorfor er der forskel på bæreevnen?

Underlag	Bærevægt
Dør	
Mursten	
Malet mur	
Fliser	
Tyk rude	





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Det lufttomme rum

I skal forsøge at tømme et rødbedeglas fuldstændigt for luft. Da det kan være svært at se, hvornår luften er ude, fylder vi noget i glasset.

### I får brug for:

Ballon  
Stor plastsprøjte  
Stort rødbedeglas  
Låg monteret med slangestuds  
Plastslange  
Plastslanger med cykelventil  
Slangesamlere  
Y-rør til plastslange

Pust lidt luft i en ballon, bind en knude for enden og kom ballonen i syltetøjsglasset.

Saml plastsprøjten, slangerne med cykelventiler og y-rør, så I kan pumpe luften ud af glasset.

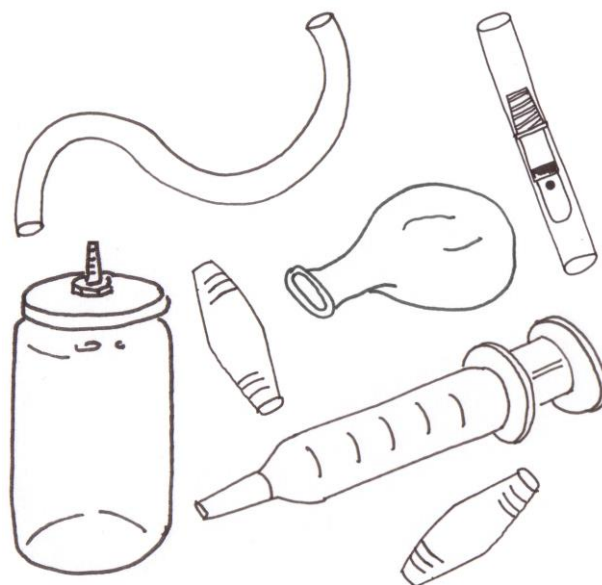
Byg pumpen, så den virker 'automatisk'. Pumpen skal virke, så man kun skal bevæge stemplet i sprøjten.

Hvor stor kan jeres ballon blive?

Hvad er rekorden i klassen?

Prøv også med en skumfidus eller en flødebolle.

Kan I få flødebollen til at springe?



Lav en tegning af jeres pumpe. Man skal ud fra tegningen kunne se, hvordan pumpemaskinen skal bygges/samles.

*Tegning af min pumpe:*





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Vand og damp

Hvornår koger vand? Normalt vil man sige ved  $100^{\circ}\text{C}$ . Det gælder bare ikke altid. Sætter vi en gryde over på komfuret, bobler vandet, når det koger.

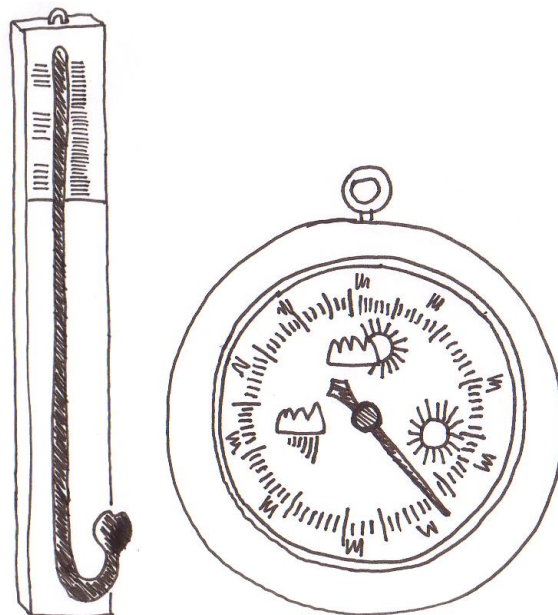
Ham der lavede den temperaturskala, som du ser på et termometer, hed Anders Celsius. Han bestemte at en blanding af vand og is skulle hedde  $0^{\circ}\text{C}$ .

C-et bagefter står for Celsius, som vores temperaturskala hedder.

Celsius bestemte også, at vand der koger, skulle hedde  $100^{\circ}$ . Det gælder fint, hvis man er i Danmark. Tager du op i bjergene vil vandet koge ved en lavere temperatur. I 2 kilometers højde er trykket så lavt, at vandet koger ved  $93^{\circ}\text{C}$ . Det skal man huske på, hvis man er på campingferie i Alperne. Her skal spaghettien og kartoflerne derfor koge længere. På toppen af Mount Everest, som er over 8 km. højt, koger vandet allerede ved  $68^{\circ}\text{C}$ .

Vi måler luftens tryk med et barometer. Der findes to slags barometre.

I et kviksølvbarometer trykker luftens tryk på en kviksølv søjle. Alt efter luftens tryk står kviksølv søjlen højt eller lavt.



I et aneroidbarometer trykker luften mod en lufttom metaldåse. Alt efter om trykket er højt eller lavt bliver dåsen trykket mere eller mindre sammen. En viserteller fortæller luftens tryk på en skala.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Vejrkortet

Rundt om i landet ligger der vejrstationer, hvor man måler luftens tryk med barometre. Man kan tegne alle disse målinger ind på et kort. Det bliver hver dag vist i fjernsynets vejrudsigt.

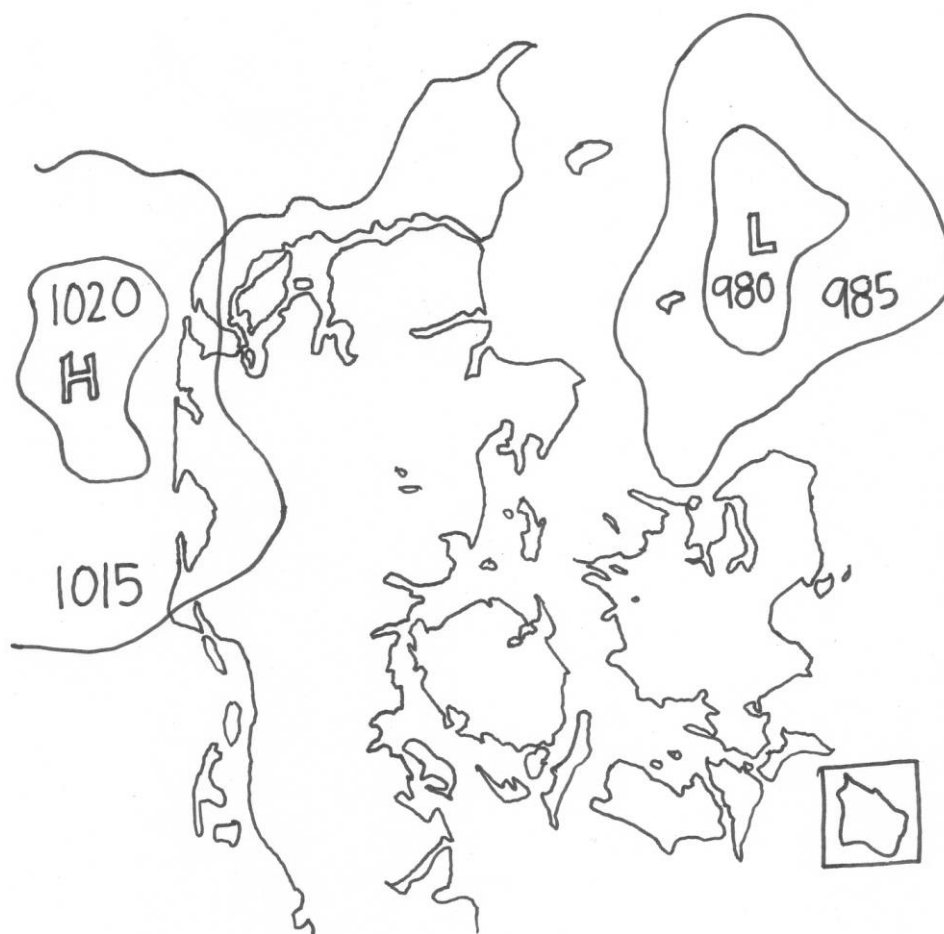
Man tegner målingerne ind som streger. Alle steder, hvor der er det samme tryk, forbinder man med en streg. Man kalder disse linier for isobarer. Isobar betyder samme tryk.

Isobarerne kan ofte tegnes som store buede cirkler, som du kan se på billedet.

Hvis trykket i midten er højt, kaldes det højtryk. Er trykket lavt, kaldes det lavtryk.

Luften vil af sig selv søge hen, hvor der er det laveste tryk. Det er med til at give blæsevejr. Jo større forskel der er på trykket mellem to steder, jo kraftigere vil det blæse.

Ved at måle luftens tryk forskellige steder, kan meteorologerne forudsige om der er udsigt til blæsevejr.





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Vejrkortet

Indtegn høj- og lavtryk på Danmarks kortet herunder. Du kan finde kort med isobarer i aviser og på

internettet hos Danmarks Meteorologiske Institut, [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk)





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Mere om luft og varme

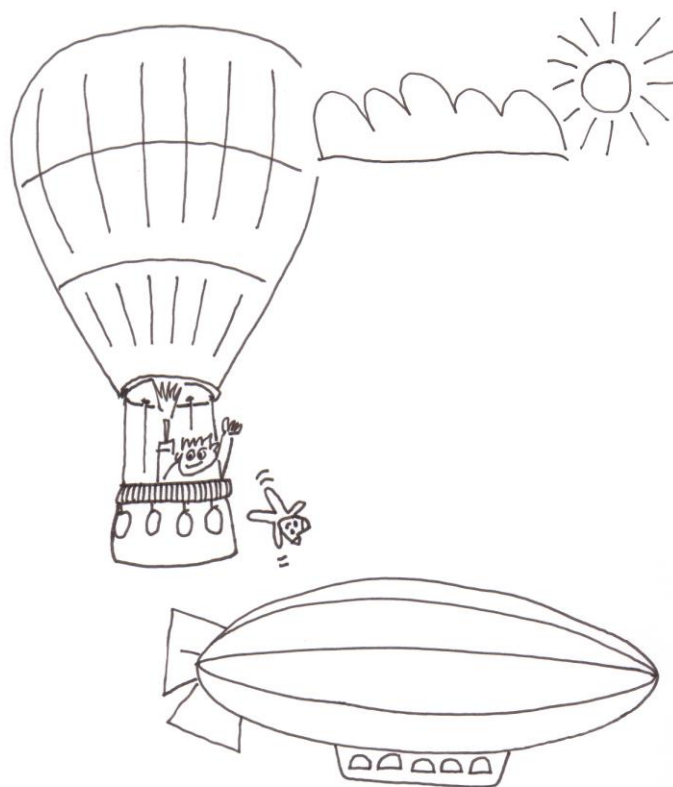
Luften vil søge hen, hvor der er det laveste tryk. På samme måde vil varm luft søge opad, og kold luft vil søge nedad. Derfor placerer man næsten altid radiatorerne lige under de kolde vinduer. Derved bliver den varme luft hurtigt cirkuleret rundt i lokalet.

Prøv at måle temperaturen ved gulvet og ved loftet tæt på vinduet og i den modsatte side af lokalet.

Hvad viser jeres målinger?

I kender fænomenet fra morgentågen der letter, når Solen har varmet luften op. Man udnytter fænomenet i varmluftballoner og zeppeliner.

Vi kan lave et lille forsøg, som efterligner varm lufts evne til at stige til vejrs og kold lufts evne til at søge nedad. Vi laver forsøget fælles, da vi skal have din lærer til at ryge/ eller lave røg.





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Mere om luft og varme

### Fællesforsøg

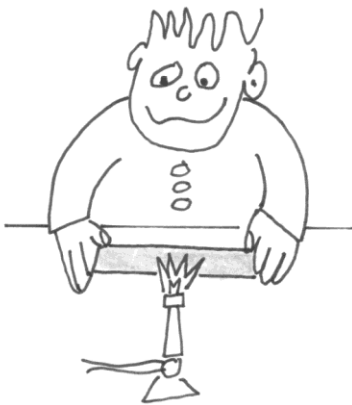
#### I får brug for:

Tykt glasrør  
Cigaretrøg  
Gasblus eller spritbrænder  
Vandhane

Fyld igen glasrøret med røg. Afkøl røret under en kold vandhane og rejs glasset lodret. Flyt hænderne. Hvor skal røgen komme ud?

Pust røg ind i et glasrør. Sæt derefter hænder for enderne. Varm røret let over en gas- eller spritflamme og rejs glasset lodret. Flyt hænderne. Hvor skal røgen komme ud?

Hvad viser forsøget?





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Underafkøling i sodavandsdåse

Der er masser af energi i luften. Ikke mindst i damp fra kogende vand. Det kan vi illustrere i et lille forsøg.

### Fællesforsøg

#### I får brug for:

Tom sodavandsdåse  
2 cl. vand  
Gasblus eller kraftig spritbrænder  
Stort vandfad med isvand  
Stor pølsetang/klemmetang fra fysik  
Sikkerhedsbriller til læreren

Hæld en lille smule vand i sodavandsdåsen. Varm op over gasflammen til dåsen kun er fyldt med damp.



Vend hurtigt dåsen med toppen ned i isvandet.

Hvad sker der med dåsen? Du skal se godt efter. Der er tryk på!

## Kærlighedsbarometer

Byg dit eget kærlighedsbarometer.

#### I får brug for:

Kolbe  
Gummiprop med 1 hul  
Glasrør

Hæld lidt vand i bunden af kolben og lav opstillingen, som vist på tegningen

Hvad sker der, når du holder op med at puste?





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

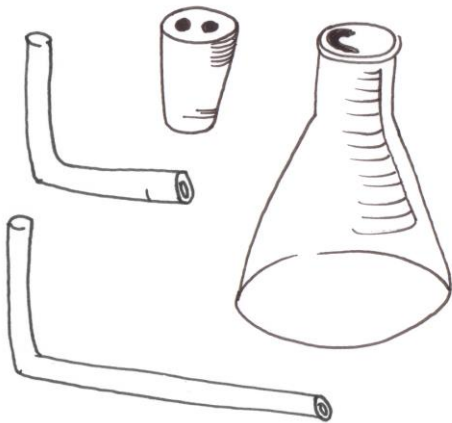
## Sprøjteflaske

Lav en sprøjteflaske. Der skal komme vand ud af et glasrør, når du puster i et andet glasrør.

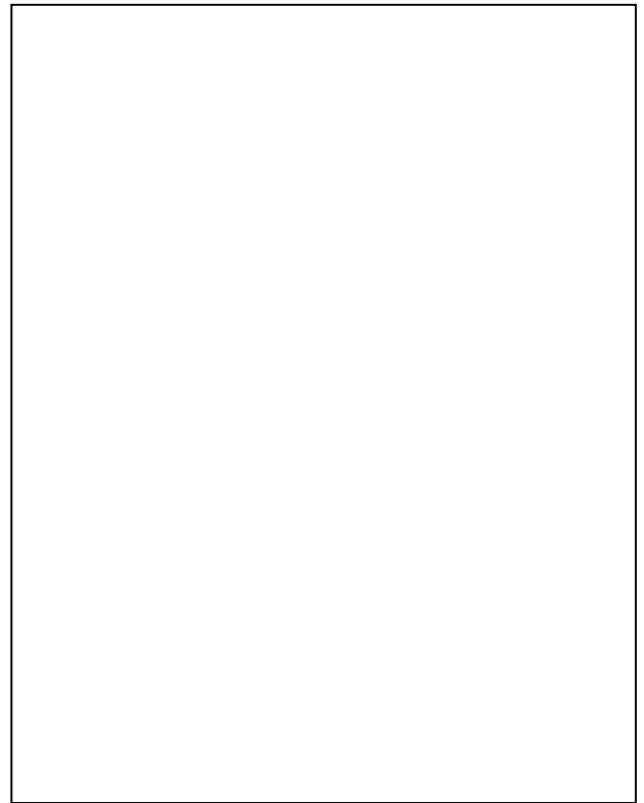
Tegn jeres sprøjteflaske i logbogen.

### I får brug for:

Kolbe  
Gummiprop med 2 huller  
Kort glasrør med knæk  
Langt glasrør med knæk  
Vand

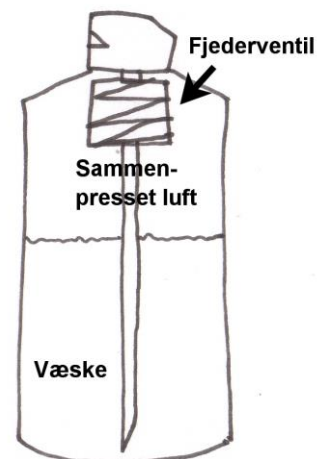


Tegning af min sprøjteflaske:



## Spraydåsen

Spraydåsen virker lidt ligesom jeres sprøjteflaske. Når du trykker på ventilen slipper der noget af den sammenpressede luft og væske ud.







# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Hjemmelavet vaterpas

### I får brug for:

2 tragte  
Kort plastslange  
Lang plastslange  
Vand  
Målebånd/lineal

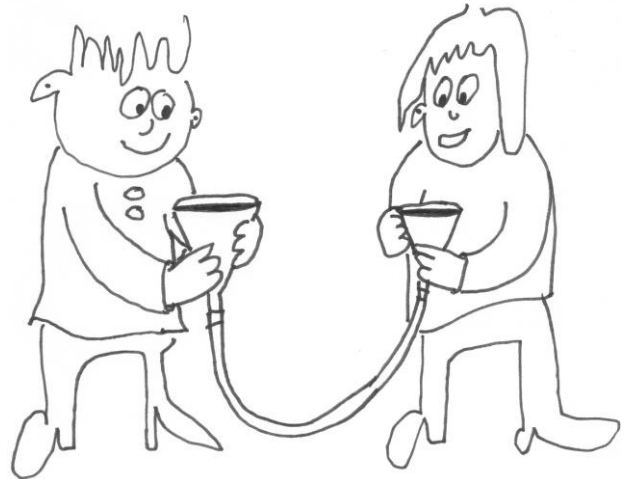
Har du tænkt på om vinduerne i klassen sidder helt lige, eller hvad med tavlen eller billederne i klassen? Du kan kontrollere det med jeres eget hjemmelavede vaterpas.

Et vaterpas virker ved at vand og andre væsker, har det med at søge det laveste sted hen. I skal nu lave jeres eget vaterpas.

Prøv at sætte to tragte i enderne af et stykke slange og hæld vand i den ene tragt.

Hvad sker der, hvis du hæver eller sænker den ene tragt?

kontrollere, om tavlen hænger lige. Prøv også jeres vaterpas rundt



om på skolen. Hvad trænger til at blive rettet op på jeres skole?

---

Gentag forsøget med en 3 m lang slange. Brug jeres vaterpas til at



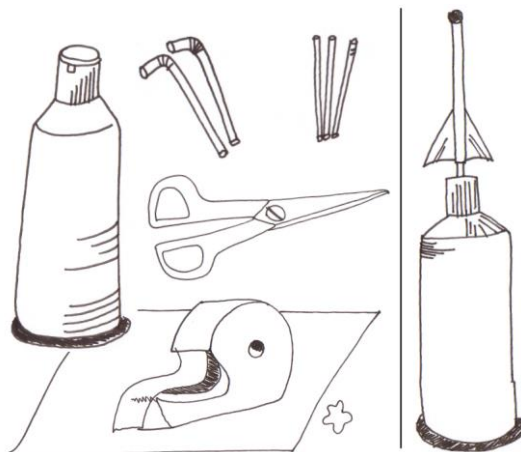
# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Byg din egen luftraket

I en sprayflaske, er det den sammenpressede luft over væsken, som får væsken til at sprøjte ud. Det samme gælder i et vandgevær, hvor du pumper tryk i beholderen. I en almindelig vandpistol er der ikke noget overtryk i pistolen, før du trykker på aftrækkeren.

Du skal nu udvikle og bygge din egen raketpistol. Raketten skal virke på samme måde som en vandpistol. I stedet for vand skal din raketpistol 'køre på' luft.



### I får brug for:

Tavlelineal  
Modellervoks  
Stor blød plastflaske, fx brugt shampoo eller sulf Flaske  
Tynde og tykke sugerør  
Tape  
Karton  
Saks

Sæt det tynde sugerør fast i affyringsrampen (plastflasken). Det tykke sugerør stopper du til den ene ende med modellervoks. Design et flot halerør og sæt det fast på sugerøret.

Tæl ned og klem for affyring.

Hvor langt og hvor højt kan jeres raket flyve?

Hvad er rekorden?



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. - 6. klasse

## Heron-springvandet

Det er endnu ikke lykkedes nogen at lave en evighedsmaskine. Lige meget hvordan, vil der altid være noget, som bremser maskinen før eller senere.

I kan dog lave noget der ligner. Heron levede i Grækenland på næsten samme tid som Jesus levede. Han var fysiker og ingeniør. Herons forsøg på at lave en evighedsmaskine ser ud som på tegningen til højre.

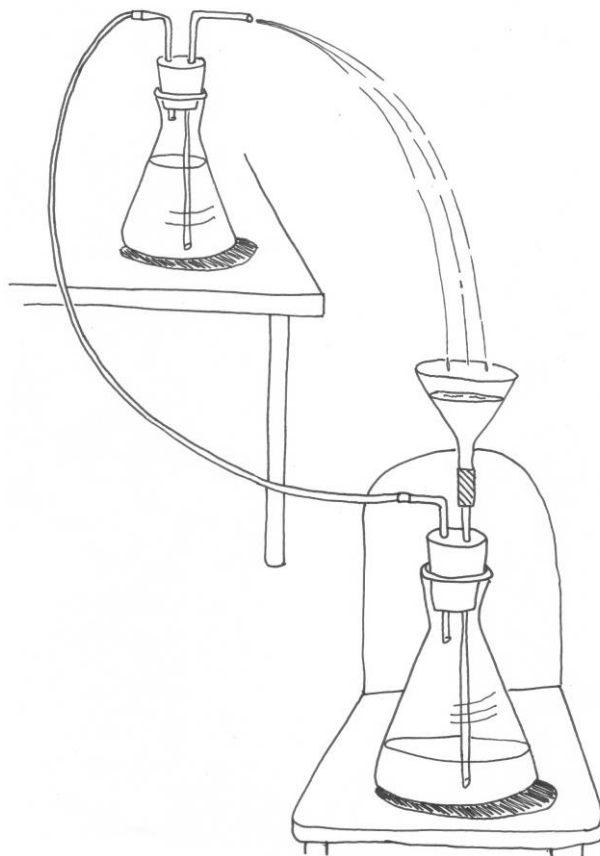
Prøv selv at lave springvandet.

### I år brug for:

- 2 koniske kolber
- 2 gummipropper med 2 huller
- Tragt
- 1 langt glasrør
- 2 korte glasrør med knæk
- 1 langt glasrør med knæk
- Plastslange

Hæld vand i kolberne, som vist på tegningen. Fugt slanger, glasrør og sæt tingene sammen. Husk at de to lange glasrør skal nå næsten ned på bunden af kolberne. Placer jeres opstilling på et bord og en stol.

Start Heron-springvandet ved at hælde vand i tragten i den nederste kolbe.



Hvad er det for en kraft, som får Heron-springvandet til at virke?

Hvor længe virker jeres springvand?

Prøv om I kan forbedre jeres opstilling, så springvandet virker i længere tid



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Lærervejledning

### Materialeliste med bestillingskommentarer

- Plastsprøjte 10 ml. (12 stk.), 60 ml. (12 stk.), og 100 ml. (35 stk.)
- Plastslange i klar plast - 5 mm indvendig (5 m)
- Små plastslanger (12 stk.)
- Slangesamlere - 4,5 - 7mm (30 stk.)
- Y-rør - Slangesamlere til plastslange 6 mm (30 stk.)
- Cykelventil (monteret) i plastslange (24 stk.)
- Rødbedeglas med slangestuds (12 stk.)
- Minibarometer (1 stk.)
- Sugekop med krog (30 stk.)
- Tragt (ø 70 / 9 mm (12 stk.)
- Glasrør 18 cm (12 stk.)
- Glasrør med knæk - 7 · 7 cm eller 7 · 20 cm (12 stk.)
- Kolbe 250 ml (12 stk.)
- Gummiprop med 1 hul og 2 huller - 30/35 mm (12 stk. af hver)
- Gummiprop med 1 hul - 14/19 mm (12 stk.)
- Cylinderglas 50 · 150 mm (12 stk.)
- Klemmetang (1 stk.)
- Sikkerhedsbriller til læreren (1 stk.)
- Loddetin
- Kraftmålere (24 stk.)
- Tykt glasrør (1 stk.)

### Andre materialer, som er gode at have

- Urinpose (25 stk.)
- Korkpropper
- Balloner - runde og aflange (200 stk.)
- Sugerør med knæk (100 stk.)
- 4 liter plastpose (100 stk.)
- Cykelslange
- ½ - 1 Kg. lodder (6 stk. af hver)
- Vandfad 300 mm / bakke, 300 mm dyb (6 stk.)
- Tomme sodavandsdåser
- Sikkerhedsbriller
- Flødeboller
- Skumfiduser
- Karton
- Sakse
- Snor
- Adgang til vandhane og gasblus eller lille spritbrænder
- Tynde og tykke sugerør
- Cartesiansk djævel
- Tavlelineal og målebånd



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Hvorfor arbejde med tryk og hydraulik i natur/teknik.

Der er mange gode grunde til at arbejde med tryk og hydraulik.

En af de bedste er, at praktisk forsøgsarbejde, med et præg af 'Georg Gearløs', tager udgangspunkt, hvor mange af vores børn er.

Undervisningsmaterialet bygger på intentionerne i Undervisningsministeriets læseplan for natur/teknik.

For 'Initiativgruppen Natur/teknik i skole og erhvervsliv' har det samtidig været vigtigt, at det faglige område giver rig mulighed for eks-kursioner og 'ud af huset' aktiviteter.

Derudover er det ikke uvæsentligt at:

- Det er relativt enkelt at lave illustrative forsøg, som virker hver gang.
- Området rummer spændende og udfordrende aktiviteter for børnene.

- Området lægger op til tværfagligt arbejde.
- Der arbejdes målrettet med faglige områder inden for læseplanen i natur/teknik.

Man kan vælge at benytte undervisningsforløbet i sin fulde længde eller fokusere på udvalgte dele af undervisningsforløbet, alt efter hvilken børnegruppe man har med at gøre, og hvilke faglige mål man ønsker at arbejde med

Praktisk forsøgsarbejde med tryk og hydraulik kan danne basis for, at vores børn i skolen får en dybere forståelse for de grundlæggende fysiske lovmæssigheder inden for området.

Mange af vores unge fravælger i disse år en naturvidenskabelig uddannelse. En god sammenhængende og udfordrende undervisning i naturfagene, hvor det bærende element er en praktisk tilgang, kan vende denne tendens.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Undervisningsforløbet

Undervisningsforløbet 'Tryk og hydraulik' lægger op til at eksperimenter sig frem til en dybere indsigt inden for området.

Der arbejdes målrettet mod at give eleverne indsigt i at:

- luft fylder og vejer noget.
- luft kan presses sammen og strækkes ud.
- luft kan bruges til affjedring
- luft kan danne overtryk og undertryk
- der er sammenhæng mellem forskellig vejrfænomener og luftens tryk
- konstruktion af pumper

nyttes uafhængigt af andre materialer.

Der er også mulighed for at lade materialet indgå som en naturlig del af et bredere undervisningsforløb om 'Vejrfænomener' eller 'Opfindelser'

Uanset i hvilken sammenhæng hæftet indgår, er det undersøgende og eksperimenterende det bærende i undervisningen.

God fornøjelse med undervisningen!

Ole Haubo Christensen

Undervisningsmaterialet kan be-

Undervisningsmaterialet er bygget tematisk op og indeholder følgende temaer:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Luften i kolben</b></li><li>• <b>Den svævende korkprop</b></li><li>• <b>Vandet i glasset</b></li><li>• <b>Trykket i sprøjten</b></li><li>• <b>Luftvægt</b></li><li>• <b>Pumpemaskine til oppustning af ballon</b></li><li>• <b>Løftemaskine</b></li><li>• <b>Vandpumpen</b></li><li>• <b>Sugekoppen</b></li><li>• <b>Vej undertrykket</b></li><li>• <b>Det lufttomme rum</b></li><li>• <b>Vand og damp</b></li><li>• <b>Vejrkortet</b></li><li>• <b>Mere om luft og varme</b></li><li>• <b>Underafkøling i sodavandsdåse</b></li><li>• <b>Kærlighedsbarometer</b></li><li>• <b>Sprøjteflaske</b></li><li>• <b>Spraydåsen</b></li><li>• <b>Hjemmelavet vaterpas</b></li><li>• <b>Byg din egen luftraket</b></li><li>• <b>Heronsspringvandet</b></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>luften fylder alle hulrum ud</b></li><li>- <b>luften trykker i alle retninger</b></li><li>- <b>luften trykker i alle retninger</b></li><li>- <b>overtryk, undertryk, luft og vands elasticitet</b></li><li>- <b>luftens elasticitet</b></li><li>- <b>konstruktion af luftpumpe</b></li><li>- <b>luftens bæreevne</b></li><li>- <b>konstruktion af vandpumpe</b></li><li>- <b>trykket i sugekoppen</b></li><li>- <b>sugekoppens bæreevne</b></li><li>- <b>konstruktion af vakuumpumpe</b></li><li>- <b>temperaturskala, barometrets virkemåde</b></li><li>- <b>isobarer på vejrkortet</b></li><li>- <b>varmluftballonens virkemåde</b></li><li>- <b>damp og energi</b></li><li>- <b>overtryk</b></li><li>- <b>konstruktion af sprøjteflaske</b></li><li>- <b>spraydåsens virkemåde</b></li><li>- <b>konstruktion af vaterpas</b></li><li>- <b>konstruktion af luftraket</b></li><li>- <b>konstruktion af vandkredsløb</b></li></ul> |
|---|---|



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

## Uddybende kommentarer til de enkelte forsøg

Der lægges op til, at eleverne undervejs tegner forsøgsopstillinger og registrerer forsøgsresultater på arkene.

### Materialeliste

Lav en ohp af siden og snak om, hvad der er hvad på siden. Lad eleverne sætte streger mellem navn og illustration på siden.

### Luften i kolben

Det er vigtigt fra starten, at lære eleverne at de skal fugte glastrør, slanger og kolber inden de sættes sammen. Derved er det meget lettere at adskille forsøgsudstyret igen.

Det mest effektive, er at dryppe en dråbe olie i alle samlinger. Det giver dog ekstra rengøringsarbejde.

Nogle vælger derfor at fugte med vand.

Forsøget illustrerer, at luften i kolben fylder noget. Løsner vi tragt/gummi-prop kan luften komme ud og vandet ind.

Luften fylder alle hulrum ud.

### Den svævende korkprop

Forsøget illustrerer, at de ting vi normalt kalder tomme, er fyldt med luft.

Luften fylder alle hulrum ud.

Forestil dig, at man forsigtigt sænker en meget stor tung kirkeklokke ned på bunden af et bassin. Inde i klokken vil der være fyldt med luft. På

denne måde lavede man de første dykkerklokker. Det er en fordel at montere en slange for tilførsel af luft

### Den Cartesianske Djævel

Børnene laver deres egen trold ud af fri fantasi. Trolden skal justeres vægtmæssigt, så den lige akkurat kan 'flyde' i vandoverfladen med et par mm af korken over vandoverfladen. Bind cykelslange hen over glasset. Det er vigtigt, at cykelslangen slutter tæt om glasset.

Når der trykkes ned på cykelslangen, øges lufttrykket. Luften i korken trykkes sammen og opdriften mindskes, så trolden synker. Når trykket mindskes kommer der igen luft i proppen og opdriften øges.

Vær opmærksom på at der skal trykkes meget hårdt ned på cykelslangen. Én elev kan med fordel holde om glasset og slangen mens en anden trykker fx med en ½ l pantflaske med prop på.

Den Cartesianske Djævel kan også købes som en hul glasfigur hos de sædvanlige grossister, der leverer til fysik/kemi.

### Vandet i glasset

Forsøgene illustrerer, at luften trykker i alle retninger, dvs. nedad, opad og til siderne.

Husk at sætte vandfåde under forsøgene. Forsøget virker bedst med glat papir.

Prøv også at lave en vandkran.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

Sæt et tyndt glasrør ned i et glas med farvet vand. Ved at sætte en finger for åbningen kan du flytte vandet. Flyt fingeren, hvor du vil tømme glasrøret.

## Trykket i sprøjten

Når du forsøger at presse stemplet ind på en sprøjte med luft, stiger trykket i sprøjten. Slipper du stemplet, vil det trække sig ud igen for at udligne trykket.

Luften er altså elastisk.

Det bliver sværere og sværere, at trykke stemplet ind, jo længere ind man trykker, da lufttrykket hele tiden stiger.

Når rumfanget i sprøjten halveres, stiger trykket til det dobbelte.

Omvendt falder lufttrykket, når inde-spærret luft får mere plads.

Når rumfanget fordobles falder trykket til det halve.

Luft virker elastisk, mens vand virker uelastisk.

## Luftvægt

Luftvægten virker ved at luften er elastisk.

Det bliver sværere og sværere, at trække stemplet ud, jo længere ud man trækker, da lufttrykket hele tiden falder inde i sprøjten.

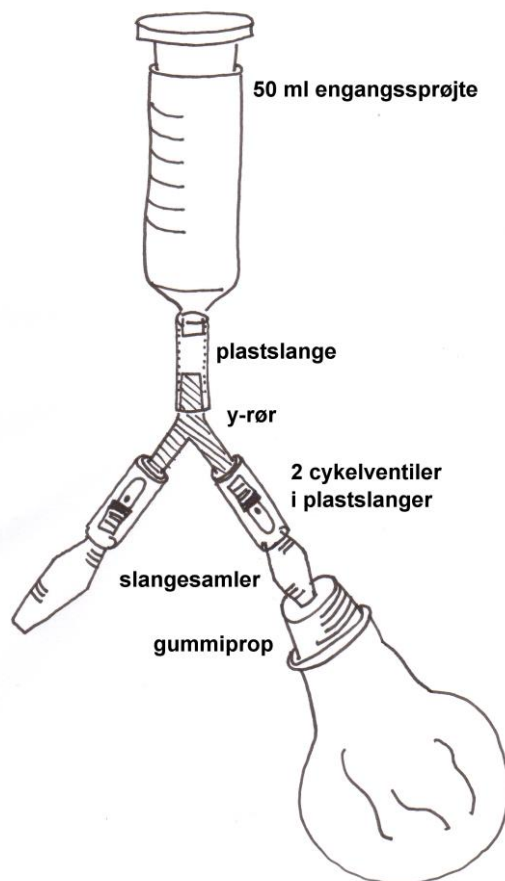
## Pumpemaskine til oppustning af ballon

Eleverne skal ved egen hjælp konstruere en pumpemaskine, der kan danne overtryk.

Børnene tegner deres pumpemaskine på siden.

Prøv også at tage tid på ballonoppustningen.

Lav en konkurrence. Hvem kan hurtigst pumpe en ballon op, så den springer



## Løftemaskine

Børnene bruger erfaringerne fra pumpemaskinen til at bygge en løftemaskine.

Børnene undersøger hvor meget de kan løfte ved at puste i plastpose og ved at benytte en pumpemaskine.

## Vandpumpen

Der lægges op til at samtale om, hvor vandet fra vandhanen kommer fra og at vand er en ressource vi skal værne om.

Eleverne skal ved egen hjælp konstruere en pumpemaskine, der kan





# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

pumpe vand op fra gulv til bord.

Børnene tegner deres pumpemaskine på siden.

## Sugekoppen

I en sugesug kop benytter vi os af luftens tryk. Vi presser luften ud af sugesug koppen, så trykket indeni bliver mindre end udenpå. Luften på ydersiden presser sugesug koppen ind mod væggen.

## Vej Undertrykket

Sugesug kopens bæreevne på forskellige materialer undersøges.

Husk at have træplader, pap, skråpuder eller lignende til at lægge under, så gulvet ikke lider overlast.

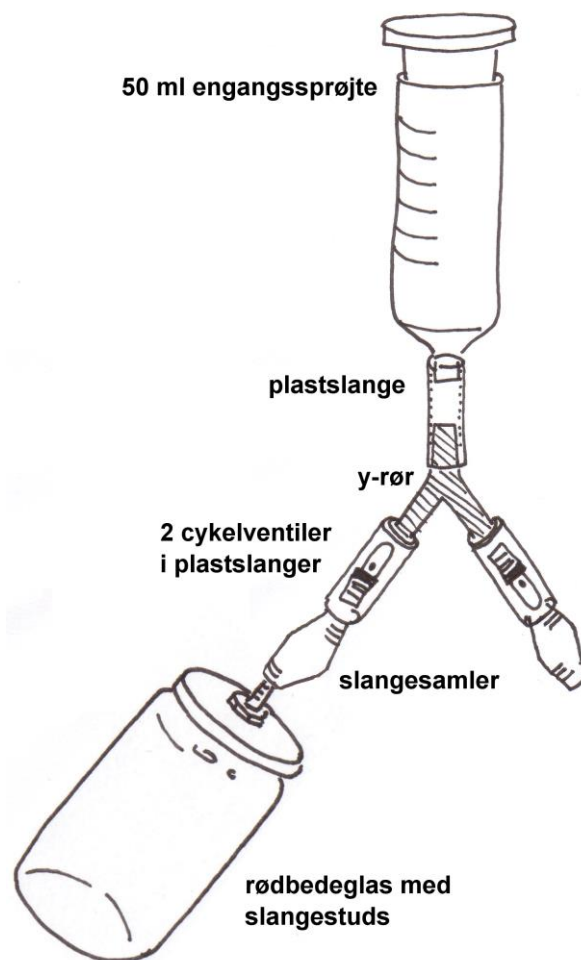
## Det lufttomme rum

Eleverne skal ved egen hjælp konstruere en pumpemaskine, der kan danne undertryk.

Børnene tegner deres pumpemaskine på siden. Man skal ud fra tegningen kunne se, hvordan pumpemaskinen skal bygges/samles.

Prøv også at tage tid på ballon- og flødebolleoppustningen.

Lav en konkurrence. Hvem kan hurtigst pumpe en flødebolle op, så den springer.



## Vand og damp

Vand kan være fast (is) flydende (vand) og luftformig (damp).

At gå fra en tilstandsform til en anden er meget energikrævende og afhænger af luftens tryk. Er trykket lavt, er kogepunktet også lavt. Det betyder, at maden, der koger i vand ved en lav temperatur, skal have længere tilberedelsestid.

Omvendt kan man forkorte tilberedelsestiden ved at koge maden i en trykkoger.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

En trykkoger er en gryde med tæt-sluttende låg, der kan skrues eller spændes fast, så kogningen kan ske ved et tryk på 2-4 atm. (atmosfære). Herved forhøjes vandets kogepunkt til 120-140 °C.

En trykkoger er både tidsbesparende og energibesparende.

Luftens tryk måles med et barometer.

Et kviksølvbarometer består af et glasrør fyldt med kviksølv, der trykkes højere op, når lufttrykket stiger og som synker, når lufttrykket falder.

Et aneroidbarometer består af en lufttæt dåse, der bliver trykket sammen, når lufttrykket stiger.

Kviksølvbarometret blev opfundet i 1643 af den italienske videnskabsmand Evangelist Torricelli.

Normaltrykket ved jordoverfladen svarer til, at kviksølvet står i en højde på 760 mmHg (HG=kviksølv). Lufttrykket kan også måles i hectopascal (hPa) eller i gamle dage millibar (mb), som er den internationale enhed til måling af lufttryk. 1 hPa er det samme som 1 mb (=1/1000 bar). 1013,25 hPa er normaltrykket ved jordoverfladen

## Vejrkortet

På vejrkortet indtegnes lufttrykket som lukkede linier. På disse linier er der ens tryk (isobar betyder samme tryk). I midten er der enten lavtryk eller højtryk.

Det blæser fra steder med højt tryk mod steder med lavt tryk.

Meteorologerne benytter målinger af temperatur, fugtighed, nedbør, lufttryk og vindhastigheder til at lave prognoser for den kommende tids vejr.

På s 20 indtegnes aktuelle høj- og lavtryk som isobarer på Danmarks-kortet. De aktuelle trykforhold findes i en del aviser og hos Danmarks Meteorologiske Institut på internet-adressen [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk) og [www.dmi.dk/#precip](http://www.dmi.dk/#precip)

## Mere om luft og varme

Varm luft stiger til vejrs og kold luft søger nedad.

Luft, der opvarmes, udvider sig. Vægt pr. rumfangsenhed mindskes derved og luften vil søge opad. Modsat vil luft, der afkøles, trække sig sammen. Vægt pr. rumfangsenhed vil blive større, og luften vil søge nedad.

Fænomenerne illustreres med fællesforsøget. Er du ikke-ryger, må du fremstille røg på anden vis. Fx ved at opvarme et stykke knækbrød over en gasflamme. Husk god udluftning.

I en varmluftballon varmer man luften op, så den udvider sig. Varmluftballon er åben forneden, så noget af luften fjernes fra ballonen.

Luftballonen stiger til vejs, da den er blevet lettere. Der er mindre luft i ballonen.

Luftballonen kan også stige ved at mindske vægten ved fx at kaste små sandsække ud.

## Underafkøling i sodavandsdåse

Der er masser af energi i damp.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

I forsøget vendes sodavandsdåsen med åbningen ned i det kolde vand. Derved trækker vanddampen sig meget hurtigt og kraftfuldt sammen. Med lidt øvelse kan dåsen blive så flad som 3-4 cm.

Hav rigeligt med dåser. Forsøget er både sjovt og illustrativt.

## Kærlighedsbarometer

Når der pustes ned i glasrøret, stiger trykket i kolben. Når man holder op med at puste eller flytter hovedet, får man vand i ansigtet.

Der er dannet overtryk i kolben, som vil forsøge at udligne sig med luften udenfor, når du holder op med at puste.

En spraydåse virker på samme måde. Overtrykket i luften trykker vandet ud af dåsen. Tidligere blev det høje tryk skabt af luftarter, som var med til at nedbryde Jordens ozonlag. I dag er der ikke disse problemer med spraydåser

## Sprøjteflaske

Eleverne skal ved egen hjælp konstruere en sprøjteflaske.

Børnene tegner deres sprøjteflaske i logbogen.

Forsøget kan udvides ved også at benytte slanger, ventiler og plastsprøjter.

## Spraydåsen

En spraydåse virker på samme måde, som kærlighedsbarometret og sprøjteflasken. Overtrykket i luften trykker væsken ud af dåsen.

Tidligere blev det høje tryk skabt af luftarter, som var med til at nedbryde Jordens ozonlag. I dag er der ikke disse problemer.

## Hjemmelavet vaterpas

Et almindeligt vaterpas virker, ved at en luftboble står præcis i midten af en lille cylinderformet væskefyldt beholder.

I det vaterpas børnene konstruerer benytter de sig af, at væsker vil stå lige højt i forbundne kar.

## Byg din egen luftraket

Eleverne skal ved egen hjælp konstruere en enkel luftraket.

Raketten fyres af ved et hårdt tryk på plastflasken.

Børnene tegner deres sprøjteflaske i logbogen og noterer flyvelængder. Flyvelængder måles med tavlelineal, målebånd eller antal skridt.

Forsøgene kan suppleres med en kraftfuld raket 'Rokit', som kan købes hos natur/teknologi-grossister. Raketten består af en ½ eller 1½ liter plastflaske, som fyldes halvt med vand. Ved hjælp af en cykelpumpe komprimeres luften over vandet til ventilen slipper med en imponerende fart og kraft.

Raketten koster ca. 100 Kr.

Det er også muligt at lade eleverne konstruere mere avancerede raketter. På internettet kan du finde masser af inspiration og vejledning. Prøv adresserne:



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse

<https://astra.dk/aktiviteter/hvor-meget-vand-skal-der-i-en-vandraket/>

<https://www.experimentarium.dk/you-tube/byg-din-egen-raket/>

Er adresserne ændret, når du læser dette, kan du søge efter 'Vandraketter' i en af de store søgemaskiner.

## Heron-springvandet

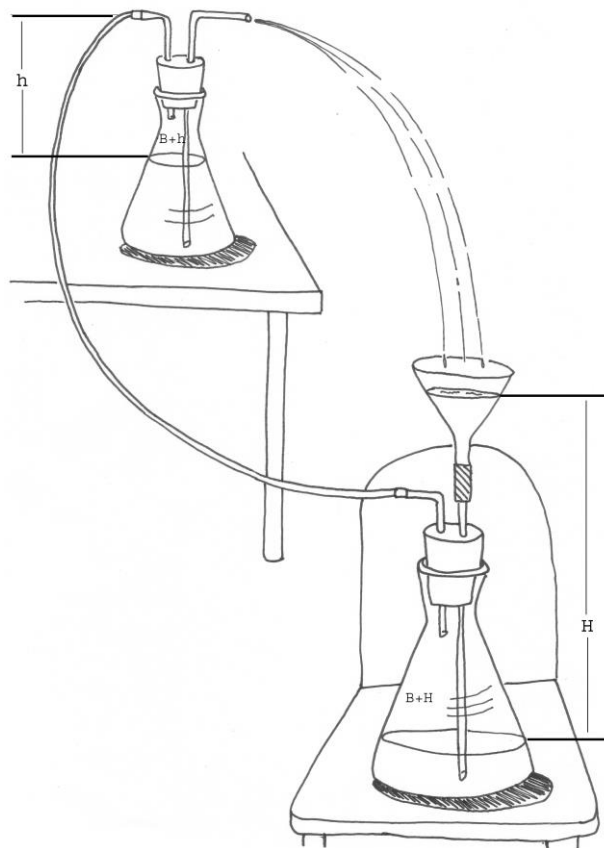
Hæld vand i kolberne som vist på tegningen. Den øverste kolbe skal være næsten fuld. I den nederste skal der være så meget vand, at glasrørets spids er under vandoverfladen. Forsøget sættes i gang ved at hælde lidt vand i tragten. Et par centiliter er nok.

Heron-springvandet udnytter, at der dannes overtryk i den nederste kolbe, når der hældes vand i tragten.

Overtrykket presser luft op gennem slangen til den øverste kolbe. Her holdes trykket konstant, ved at der renner vand ud af kolben, når der kommer luft ind fra den nederste kolbe.

Springvandet stopper af sig selv, når vandsøjlerne 'h' og 'H' er lige store.

Forsøget kan med fordel laves i store kolber med farvet vand. Prøv evt. at lave opstillingen med to vinballoner af glas. Med almindelige 6 mm glasrør og 25 liter vinballoner kan forsøget køre i et par timer.



Heron-springvandet udnytter, at der er det samme tryk i de to kolber, da de er forbundet med en luftslange.

Trykket i den nederste kolbe er barometerstand – 'B' (lufttrykket uden for kolben) plus højden af vandsøjlen op til tragten – 'B+H'.

Trykket i den øverste kolbe er 'B+h'. Da kolberne er forbundet med en luftslange, vil overtrykket i den øverste kolbe blive udlignet ved at der sprøjter vand ud.



# Tryk og hydraulik

- eksperimenter og opfindelser natur/teknologi 5. – 6. klasse



**Ole Haubo Christensen**

Pædagogisk konsulent, skole-tv konsulent, kursusinstruktør og foredragsholder.

Forfatter/medforfatter til: 'På opdagelse i skolens arbejdsmiljø', 'På opdagelse i Harry Potters Univers', 'Natur/teknik-Tak', 'Mårslet Elværk', 'Mårslet kosmetiklaboratorium', 'Mårslet Slik & Sjov', 'Matematiklærerens Hjernevrider 1 - 4', 'Danske dyr', 'Matematiklærerens Julekalender 1 - 4', 'Jagten på dansk naturfagsundervisning', 'Storyline i matematik - Børnebyen' 'Slikfabriken - Den søde Tand' m.fl.

**'Folkeskolen' skrev:**

"Spændende og sjove eksperimenter er altid noget, der tiltaler både elever og lærere, der underviser i natur/teknik."

"Forsøgene i hæftet er både spændende og lette at gå til og ledsaget af gode illustrationer. Lærervejledningen er både præcis og alligevel så tilpas informativ, at selv en lærer med begrænset viden om emnet let vil kunne forstå forsøgene."

"Alt i alt et rigtig godt materiale, som absolut bør være at finde på skolerne sammen med de øvrige natur/teknik-bøger. Det både kan og skal bruges i undervisningen fra omkring 5. klasse."

## Tryk og hydraulik

Henvender sig til folkeskolens natur/teknologi-undervisning i 5. - 6. klasse.

'Tryk og hydraulik' indeholder oplæg til en række forsøg og eksperimenter, hvor eleverne udfordres til at gå på opdagelse og finde nye veje i konstruktion af opfindelser, som kan løse praktiske problemer.

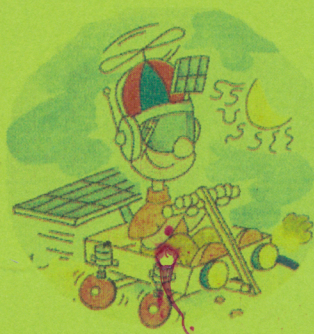
Der arbejdes målrettet mod at give eleverne indsigt i lufts egenskaber, sammenhængen mellem forskellige vejrfænomener og luftens tryk, samt konstruktion af pumper.

Undervisningsmaterialet kan benyttes uafhængigt af andre materialer, men der er samtidig mulighed for at lade materialet indgå som en del af et bredere forløb om vejrfænomener eller opfindelser.

Uanset i hvilken sammenhæng hæftet indgår, er det undersøgende og eksperimenterende det bærende i undervisningsforløbet.

'Tryk og hydraulik' er blevet til i et samarbejde mellem 'Danfoss Universe', initiativgruppen 'Natur/teknik i Skole & Erhvervsliv' og forfatteren.

'Tryk og hydraulik' er udgivet med økonomisk støtte fra 'Fabrikant Mads Clausens Fond'.



eksperimenter og opfindelser - natur/teknologi 5. - 6. klasse

# Tryk og hydraulik