

**fysik-kemi nr. 3**  
**2020**

## **Dette blad udgives af DFKF Danmarks Fysik- og Kemilærer Forening**

DFKF er en faglig forening for undervisere i fysik/kemi og natur/teknologi.  
Hjemmeside: [www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)

Redaktør er Michael Schmdt.  
Gl.Møllevej 6,  
3300 Frederiksværk.  
[misc2812@gmail.com](mailto:misc2812@gmail.com)  
+45 22989419

Bladet udkommer 4 gange årligt, og kan altid ses digitalt på vores hjemmeside.  
Enkelte numre udgives også rent fysisk, hvilket gælder nærværende nummer.

Næste blad forventes at udkomme ultimo december.

Bestyrelse:  
Formand  
Erland Andersen.

Kasserer:  
Veronique Beaugras

Næstformand:  
Niels Daniel Nielsen

Landssekretær:  
Thomas Mau

Michael Schmidt

Artiklerne i fysik-kemi dækker ikke nødvendigvis redaktionens eller foreningens synspunkter.

Medlemskab:  
Medlemskab af foreningen tegnes skriftligt via foreningens hjemmeside  
[www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)  
kontingentet opkræves en gang årligt.

Husk selv at melde flytning, ændring af profil m.v. via hjemmesiden

---

# velkommen til dig!

En hyldest til alle lærere inden for vores fag i den danske skole, en hyldest til alle undervisere i fysik/kemi og natur og teknologi, som forhåbentlig kan bruge nærværende nummer direkte i deres undervisning.

Nærværende blad er et forsøg på at give jer inspiration.

Vi takker for de bidrag vi har fået fra forskellige sider, og vi håber det er brugbart ude i skolen. Det er i bund og grund en af vores vigtigste opgaver i DFKF, nemlig at formidle brugbart materiale til undervisning. Brugbart materiale, som måske ikke lige kan overføres, men som kan give inspiration og understøtte jeres undervisning i fysik/kemi og natur og teknologi. Vi er vidende om, at det efterspørges, og vi er i den forbindelse overbeviste om, at vi vil gentage en tilsvarende produktion senere.

I den forbindelse er vi altid modtagelige for små og store indlæg, der kan inspirere andre. Vi er åbne for jeres pædagogiske overvejelser omkring emner i undervisningen, omkring emner til prøver og eksaminer. Vi vil gerne modtage gode eksempler på fællesfaglige og tværfaglige emner, der har været anvendt eller tænkes anvendt, noget der kan give inspiration, men som også kan udfordre vores måde at tænke og opleve vores fag på. Og gerne i en naturfaglig kontekst med en integration af hele den naturfaglig fagrække.

Lad os endelig høre fra jer. Vi kan sammen gøre vores blad til en levende markedsplads for gode ideer!

Samtidigt forsøger vi at gøre det levende med henvisninger til forsøg og aktiviteter, der kan gennemføres i enhver skole i hele landet. En stor tak til alle bidragsydere, og en stor tak til vores annoncører.

Det næste nummer vil udkomme ultimo december, og vi vil bestræbe os på, at udarbejde et nummer med gode artikler fra spændende forskere, der har været med på temadagen på NBI i november, samt sikre at I fortsat får gode fortællinger og gode forsøg at forholde sig til.

Redaktøren.

**Bliv medlem af DFKF  
Din faglige forening**

**Vi arbejder for din videreuddannelse og for dine faglige forhold.  
Vi synes det er vigtigt at se muligheder i stedet for begrænsninger,  
og vi synes det er vigtigt at udvikle en naturfaglighed, der bygger på  
naturvidenskabelig arbejds metode og udvikler elevernes læring  
inden for naturfag i bred forstand.**

---

# Indhold i bladet

## Tema:

En hyldest til dig, der underviser i fysik, kemi og natur og teknologi

## Indhold:

H.C. Ørsted og micro:bitten - side 5

**Gunnar Lund, tidligere IT konsulent i Vejle kommune**

**Torben Baunsø, tidligere IT konsulent i Horsens kommune**

Elektriske kredsløb - side 9

**Simon Cortsen, lærer, ansat på Skjoldhøjskolen i Tilst.**

Sorte huller, stjerner og singulariteter - side 15

**Cecilie Sand Nørholm, Astrofysiker på Planetarium.**

Elevforsøg til fejring af 200 året for H C Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen - side 18

**Carsten Skovgård Andersen, Bellahøj Skole**

Besøg på PMH Plast i Hillerød - et virksomhedsbesøg med tanker om et fællesfagligt forløb! - side 29

**Lykke Mejdal Jensen, lærer på Bagsværd Kostskole**

ESA bliver brugt alt for lidt i naturfagsundervisningen!

Del 1! - side 31

**Jens K. Handest/ Naturfagsvejleder, Sophienborgskolen, Hillerød**

Fra den nye læringskonsulent. - side 33

**Mikael Hvass Hedahl**

Lærer Stefan Lemser Eychenne og lærer Claus Rintza har modtaget H. C. Ørsted Bronzemedalje. - side 35

**Selskabet for Naturlærens Udbredelse (SNU)**

## Øvrigt indhold i bladet:

DFKF afholder generalforsamling lørdag d.

7.november i Niels Bohr Instituttet. Se dagsorden m.m. sidst i bladet.

---

## H.C. Ørsted og micro:bitten

Gunnar Lund, tidligere IT konsulent i  
Vejle kommune

Torben Baunsø, tidligere IT konsulent  
i Horsens kommune



I anledning af 200 året for Ørsteds opdagelse af sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme har vi lavet et materiale, der viser, hvordan man kan bruge en micro:bit til at måle på en voltasøjle, måle på Ørsteds forsøg og på induktion.

Materialet fortæller også noget om, hvordan forskellige teknologier har udviklet sig efter de tre opdagelser.

### Ikke noget særligt...

Når man ser Ørsteds berømte forsøg med nutidens øjne er den første reaktion nok: "Det er da ikke noget særligt".

Forsøget har med god ret været en del af pensum for generationer af fysikelever i grundskolen, og rigtig mange elever har reageret med kommentaren "Skulle det være noget særligt?".

Derefter har det været vores opgave som fysiklærere at sætte opdagelsen i relief og forklare eleverne, hvorfor opdagelsen i virkeligheden er "Noget ganske særligt", der har skabt basis for rigtig mange af de teknologier, som vi i dag anser for en selvfølge.

### De tre store elektrikere

Omkring 1900 tallet udgav Poul la Cour (der er kendt for sine vindmølleforsøg på Askov højskole) og Jacob Appel bøgerne "Historisk Fysik", hvor de omtalte Volta, Ørsted og Faraday som "De tre store elektrikere".



Alessandro Volta (1745 - 1827)



H.C. Ørsted (1777 - 1851)



Michael Faraday (1791 - 1867)

Den dag i dag giver det stadig mening at bruge tid i fysikundervisningen på at fordybe sig i "De tre store elektrikeres" opdagelser: Voltasøjlen, elektromagnetismen og induktion.

---

Når man sætter de tre opdagelser ind i et tidsmæssigt perspektiv, bliver det tydeligt, hvordan den ene opdagelse har ført den næste med sig.

Og eleverne kan forhåbentlig indse, at der var en god grund til, at man "ikke sådan lige" kunne konstatere en sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme på Ørsteds tid.

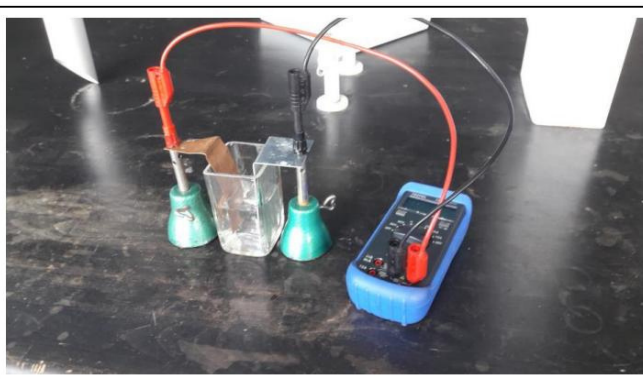
"De tre store elektrikere" fremhæves altså med god grund, men der er lige så god grund til at fortælle eleverne, at udviklingen er blevet drevet af rigtig mange innovative fysikere og teknikere, der har bidraget med spændende brikker til de teknologier, der i dag benyttes inden for områder som energiproduktion, industriel produktion, kommunikation og transport.

Der er masser af spændende historier at fortælle til eleverne. Udfordringen bliver at finde og fortælle om de historier og opfindelser, der kan perspektivere udviklingen på passende vis.

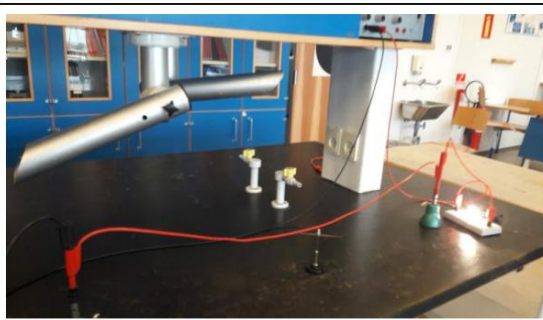
### Klassiske fysikforsøg

Alle fysiklærere kender de opstillinger i fysiklokalet, der kan demonstrere principperne i voltasøjlen, elektromagnetismen og induktion.

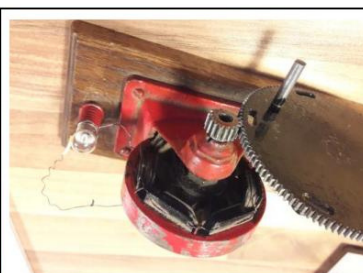
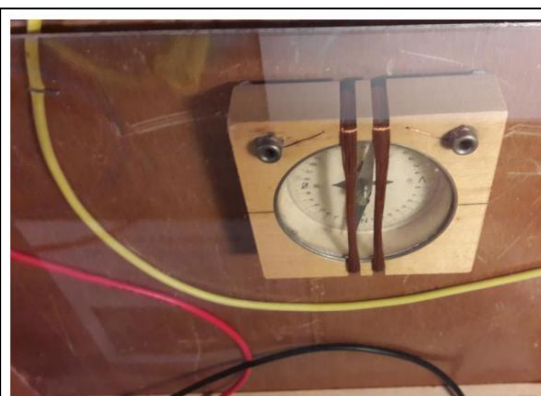
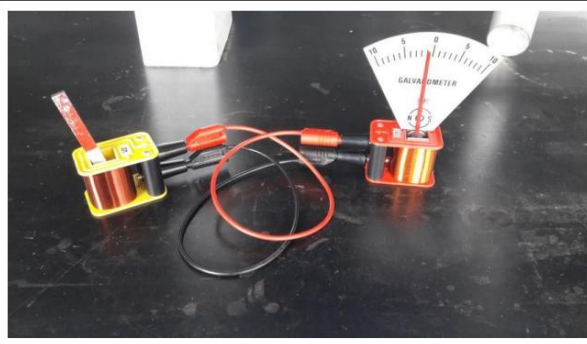
Måling af spænding på et galvanisk element.  
Voltasøjlen kan opbygges som en sandwich af zink, filt og kobberskiver. Filten vædes med f.eks. saltvand.



Ørsteds forsøg.  
Kompasnålen under ledningen giver et udslag, når der sendes strøm gennem ledningen.



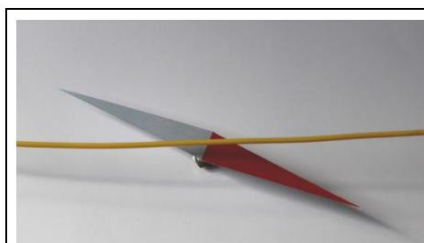
Induktion.  
Når magneten bevæges op og ned i spolen, induceres en spænding, der registreres med galvanometret.



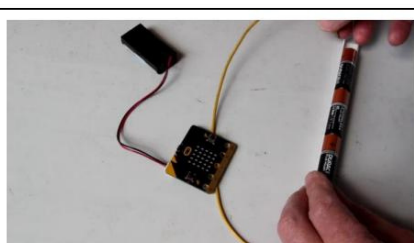
Industrimuseet i Horsens har også et skolemuseum. I skolemuseet er der lavet en lille udstilling i anledning af 200 året for Ørsteds opdagelse. Herover et par gamle fysikinstrumenter fra samlingen.

### H.C. Ørsted og micro:bitten

I anledning af 200 året for Ørsteds opdagelse, synes vi, at det kunne være sjovt at lave et materiale, hvor de kendte forsøg blev erstattet af forsøg med micro:bitten, der både kan måle på magnetfelter og små spændinger. Man bruger en helt ny teknologi til at måle på "de tre store elektrikers" oprindelige forsøg.



Det klassiske forsøg



Forsøget udført med micro:bit

Efterhånden som idéerne udviklede sig, besluttede vi, at materialet også skulle indeholde et historisk overblik.

Derfor er det blevet til et materiale, der fortæller om Voltas, Ørsteds og Faradays forsøg. Gennemgangen suppleres så med micro:bit hands on forsøg.

I slutningen af materialet fortælles lidt om den videre udvikling af teknologier efter de tre opdagelser.

---

Materialet er udarbejdet, så det kan bruges af "alle" både i fysiklokalet og hjemme, da der ikke kræves særlig meget udstyr ud over micro:bitten. I materialet henviser vi til de kendte fysikforsøg, mens eksperimenterne med micro:bitten gennemføres uden fysiklokalets udstyr.

Materialet indeholder meget tekst. Derfor introduceres hvert af de tre forsøg med en videopræsentation.

Og hvis lærere foretrækker at fortælle historien som et fælles oplæg i klassen, har vi også udarbejdet en præsentation, der evt. kan bruges til dette oplæg.

### **Micro:bitten erstatter ikke det kendte fysikudstyr**

Materialet er ikke et forsøg på at vise, at micro:bitten kan erstatte det kendte fysikudstyr. Tværtimod kan man i vores optik tydeligt se, at de gode gamle fysikforsøg på bedste vis demonstrerer Voltas, Ørsteds og Faradays forsøg.

Til gengæld mener vi, at man ved at gennemarbejde materialet får et fint overblik over teknisk og historisk udvikling.

### **Hvordan kan materialet bruges?**

Materialet blev lavet op til coronaperioden, så vi har ikke haft mulighed for at få det afprøvet sammen med elever.

Vi forestiller os, at materialet kan bruges som fælles intro til emnerne voltasøjle, elektromagnetisme og induktion, hvorefter eleverne "graver dybere" i de enkelte områder med de kendte materialer.

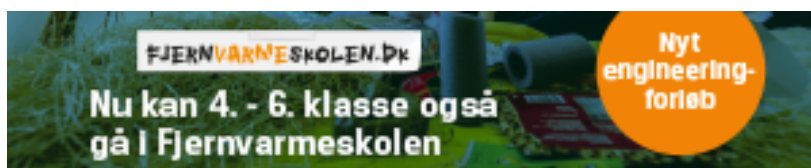
De nysgerrige elever, der har en micro:bit derhjemme, har så mulighed for at eksperimentere videre derhjemme, hvis de ønsker det.

### **Hvor finder vi materialet?**

Find link til materialet på websitet

[www.microbit-i-skolen.dk](http://www.microbit-i-skolen.dk)

Se under menupunktet "Forløb" - "Naturfag"



---

# Elektriske kredsløb

Fra Simon Cortsen, der er ansat på Skjoldhøjskolen i Tilst.

Simon har nu arbejdet som lærer i f/k i over 4 år og i de sidste 2 år på Skjoldhøjskolen, hvor han underviser i matematik, fysik og kemi og biologi. Dertil har Simon et ungdomshold, hvor han primært underviser i fysik og kemi.

Simon har sendt os følgende indlæg om sin undervisning omkring elektriske kredsløb og elektromagnetisme.



I mit arbejde med f/k ser jeg den udfordring, at jeg skal lære elever om en verden, som til tider kan være svær at forstå. Eleverne vil altid på forhånd have en konstrueret hverdagsforståelse med til timen; det kunne f.eks. være, at det man ikke kan se "ikke er", fordi eleverne ikke har en forståelse for gasser. Et andet eksempel kunne være, at ild altid er gult, hvilket har at gøre med, at eleverne ikke har forståelse for at en farve bestemmes ud fra hvad der brændes. Det er med forundring og jubel, når eleverne for første gang ser knaldgas eksplodere eller kuldioxid slukke en flamme, eller alpartikler der tegner streger, fordi de smadrer igennem en sprittåge - ganske enkelt fordi de ikke troede, at disse stoffer havde disse egenskaber. Målet er, at eleverne indser, at deres hverdagsforståelse kan være forkert, og at de derefter selv retter den måde, de opfatter og forstår verden på.

Læreren må være velargumenterende og kunne fremføre beviser for sine påstande. Argumenterne for lærerens påstande bygger ofte på begrebet om atomer, hvilket er svære at forstå, fordi de er så uendeligt små og komplekse og ikke indgår i den praktiske hverdag.

Oftentimes tænker jeg over, om elevernes begejstring over en overraskende undersøgelse eller demonstration er et udtryk for at de ændrer deres hverdagsforståelser, eller fordi det bare er underholdende? Tænker eleverne måske, at læreren er en slags magiker, som kun kan udøve magi inde i fysiklokalet, som ikke overføres til "den virkelige verden"?

For at lære noget, skal det som udgangspunkt være simpelt, og eleverne skal have muligheden for at forstå det og muligheden for at bygge oven på det. Dernæst skal det give mening i forhold til deres hverdag.

Med dette i tankerne gik jeg i gang med at planlægge et forløb omkring elektriske kredsløb. Forløbet strækker sig over lang tid og er beregnet til eleverne, som deltager på ungdomsskoleholdet.

## Kriterier

- Det skal være hands-on.
- Komponenterne skal kunne bygges ud fra letanskaffelige materialer, som eleverne selv kan anskaffe og medbringe til undervisningen med få undtagelser.
- Kredsløbene skal kunne noget, som fascinerer og overrasker.
- Kredsløbene skal være simple.
- Alle dele skal kunne bygges fra bunden.
- Eleverne skal have mulighed for at optimere deres kredsløb.
- Kredsløbene skal kunne drives med et element på 9 volt.
- Eleverne skal kunne tage deres kredsløb med hjem, når de er færdige.

---

Jeg overvejede micro:bit, men den slags forløb synes jeg er for fokuseret på funktionalitet.

Det kunne være, at eleverne skulle bygge et kredsløb med en temperaturmåler, hvor man skal finde temperaturen i klassen. Dog ville eleverne aldrig forstå, hvordan temperaturmåleren eller andre komponenter virkede.

Jeg overvejede kredsløb serieforbindelser og parallelforbindelser med pærer, men vurderede, at det ikke var interessant nok til at holde eleverne motiveret igennem et længere forløb. Dertil har eleverne selv en masse lamper derhjemme, så derfor bidrager den slags kredsløb ikke med noget nyt.

Jeg besluttede mig for, at kredsløbene skulle have ét enkelt omdrejningspunkt, ét fysisk fænomen - nemlig elektromagnetisme.

#### Formål

Eleverne skal lære om elektromagnetisme, og hvad elektromagnetisme kan bruges til.

#### Forhåndsviden

Eleverne skal være bekendt med

- lukkede og åbne kredsløb.
- magnetisme
- elektromagnetisme

#### Intro

Eleverne introduceres til begreberne magnetisme, elektromagnetisme ved at arbejde med magneter, H.C. Ørsted Apparatur og spoler.

#### Fremgangsmåde for alle kredsløb

- 1) Eleverne præsenteres for et apparat og eleverne skal forsøge at regne ud, hvad det gør.
- 2) Når eleverne, sammen med læreren, kan forklare, hvordan apparatet virker, tegnes et kredsløb for apparatet til eleverne.
- 3) Apparatet fjernes og eleverne overlades nu selv til at konstruere apparatet ud fra kredsløbet. Eleverne skal forsøge at optimere kredsløbet.
- 4) Når projektet er færdigt gå til 1)

## EN ELEKTROMAGNET

#### Hvordan virker kredsløbet

Elektronerne fra elementet løber igennem den isolerede kobbertråd og danner dermed et magnet felt. Magnetfeltets orientering kan beskrives med højrehåndsreglen. Ved at vikle den isolerede kobbertråd rundt om skruen skabes en elektromagnet. Polerne kan bestemmes ud fra gribereglen.

#### Materialer som jeg brugte

En skrue

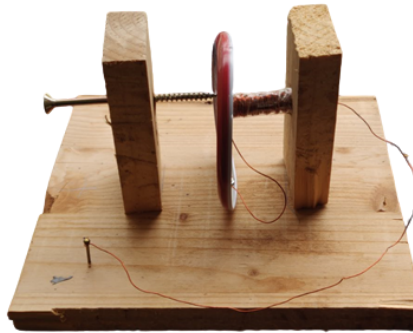
Isoleret kobbertråd

Et element (9V)



---

## EN BUZZER



Hvordan virker kredsløbet?

Buzzeren virker ved, at elektromagneten tændes i det øjeblik batteriet sættes til, og der dannes et lukket kredsløb. Derved tiltrækkes metallåget af elektromagneten. Når det sker, afbrydes kontakten mellem metallåg og søm, hvilket gør, at kredsløbet åbnes og elektromagnetens slukkes. Dermed falder metallåget tilbage på sømmet, og det hele starter forfra. Lyden genereres ved, at metallåget banker mod sømmet mange gange i sekundet.

Materialer som jeg brugte

Låg fra syltetøjsglas (skal indeholde jern)

Et stort søm

Nogle små søm

En skrue

Isoleret kobbertråd

Uisoleret kobbertråd

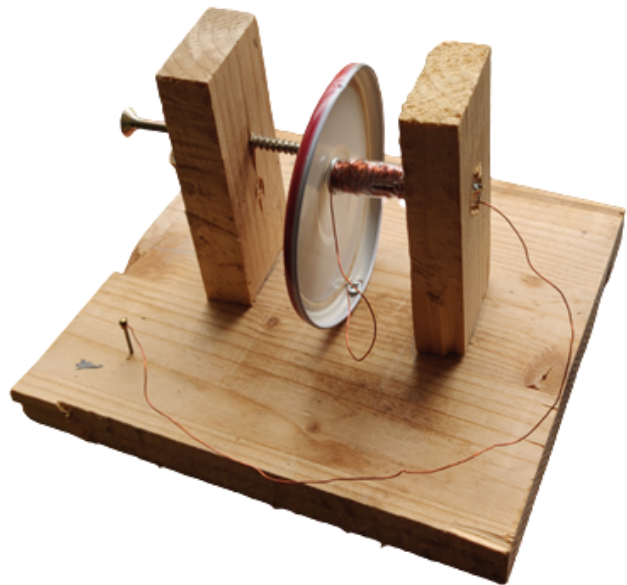
Et stykke træ

En sav

Lim

Hammer

Et element (9V)



## EN RINGEKLOKKE



Hvordan virker kredsløbet?

Ringeklokken virker på samme måde som buzzeren. Forskellen er, at i stedet for et metallåg er der nu monteret en savklinge, som hamrer mod et bægerglas. Lyden er højere og mere tydelig end før!

---

Materialer som jeg brugte  
Savklinge (skal indeholde jern)  
Nogle små søm  
2 skruer  
Et lille vinkelbeslag  
Isoleret kobbertråd  
Uisoleret kobbertråd  
Et glas  
Et stykke træ  
En sav  
Lim  
Hammer  
Et element (9V)

En alarmklokke

Hvordan virker kredsløbet?

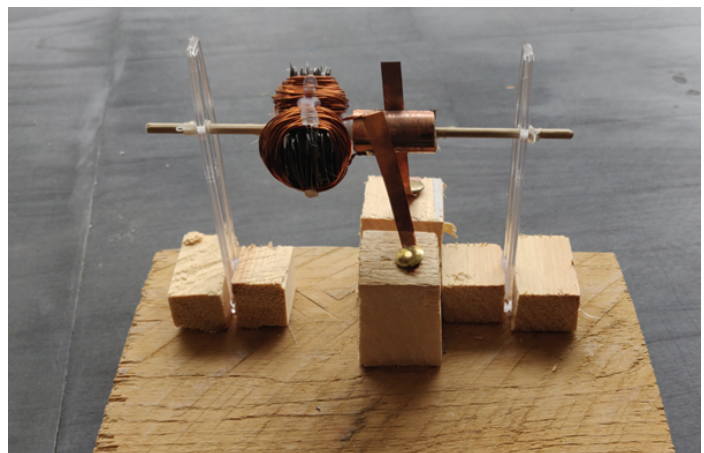
Eleverne monterer en afbryder på ringeklokken. Afbryderne skal sidde på en dør. Når de 2 stykker metal rører hinanden lukkes kredsløbet og klokken ringer.

Materialer som jeg brugte  
Ringeklokke  
Ledninger  
2 stykker metal

## EN ELEKTROMOTOR

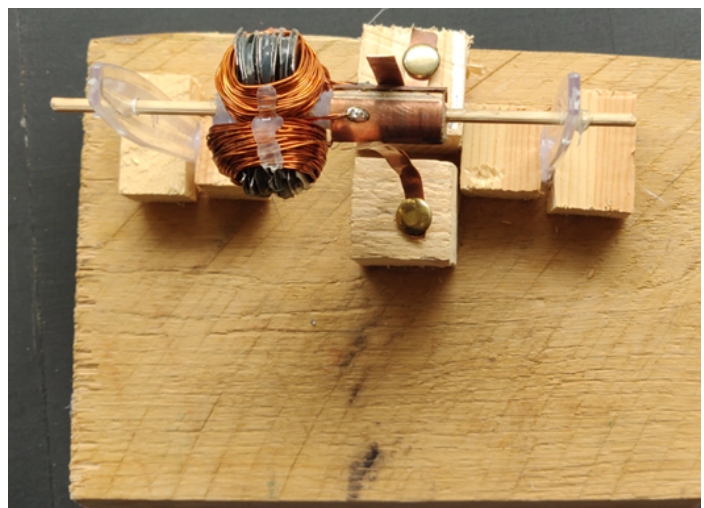
Hvordan virker kredsløbet?

Elektromotoren virker ved at elektromagneterne frastøder og tiltrækker magneterne, som skal placeres på hver sin side af elektromagneterne. Magneternes og spolernes orientering er vigtig. Når motoren drejer rundt, laver børsterne nye kontakter på kommutatoren, som sikrer at elektromagneterne igen tiltrækker og frastøder de permanente magneter. Resultat er en roterende bevægelse.



Materialer som jeg brugte:

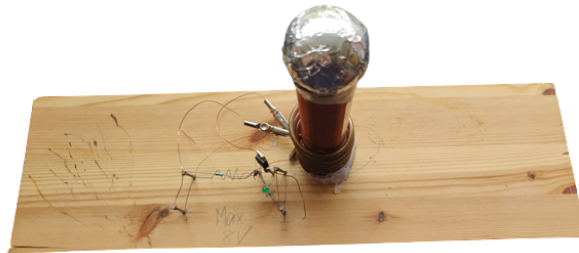
Fugemasse  
En jernkerne, se billede. Jernkernen skal være af jern. Jeg klippede 13 stykker ud af en brugt barberskumsdåse, som jeg limede sammen med fugemasse.  
Isoleret kobbertråd  
Uisoleret kobbertråd  
Rundstok  
Sandpapir  
Grillspyd  
2 plastikknive  
Et stykke træ  
Boremaskine  
Lim  
Søm



---

## En teslaspole - ja en rigtig teslaspole.

Prøv at forestille dig hvor sejt det ville være, at tage en teslaspole med hjem, som du kunne vise dine forældre.



Hvordan virker kredsløbet?

I dette kredsløb udnytter vi en transistor, som sender strømmen igennem primærspolen på 3 vindinger. Primærspolen virker som en elektromagnet, som inducerer en spænding i sekundærspolen på ca. 600 vindinger. Strømmen fra sekundærspolen slukker derefter for transistoren kortvarigt, hvorefter transistoren tænder igen og cyklussen gentager sig. Vi siger, at kredsløbet resonerer, hvilket skaber en meget høj spænding. Det skal siges, at kredsløbet er ganske ufarligt.

På billedet tændes en glimlampe, som indeholder argon - bemærk det flotte orange lys mellem kontakterne. Spolen kan også tænde større lysstofrør.

Materialer som jeg brugte

Modstand - 20.000 ohm

Diode

TIP31C NPN transistor

Plastrør

Tyk kobberledning

Isoleret kobbertråd

Uisoleret kobbertråd

Tape

Bordtennisbold

Aluminiumsfolie

Træ

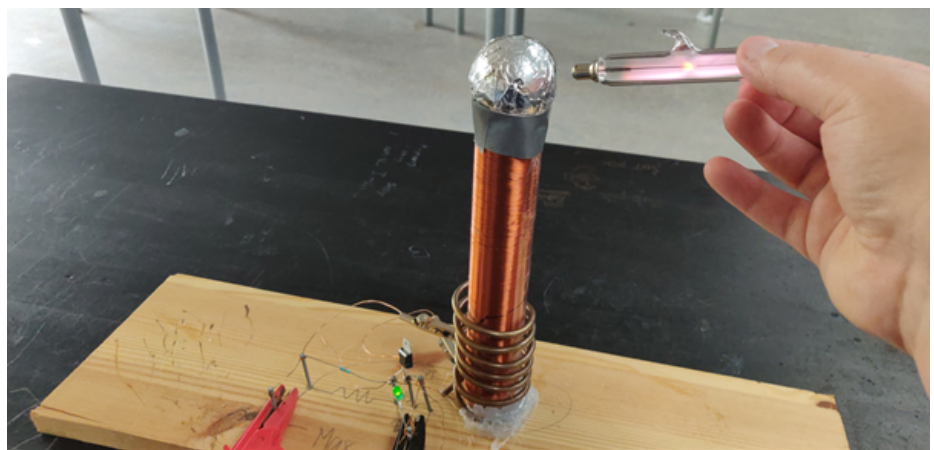
Søm

2 krokodillenæb

Lim

Søm

Hammer



Inspirationen til andre kredsløb

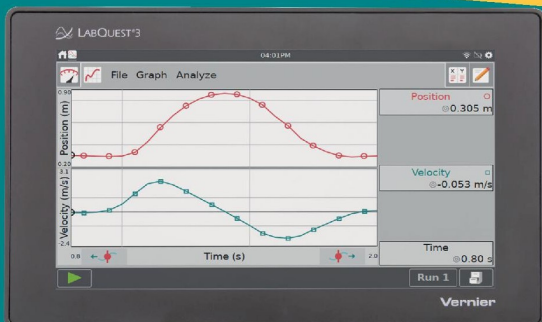
En højtaler. Du skal egentlig bare bruge et kabel som kan indsættes i en I-Phone eller computer, lidt isoleret kobbertråd og en plastikflaske. Så kan du spille dit yndlingsspil med lyd fra din egen højtaler. Højtaleren er ikke på listen, da den kræver en forstærker. Hvis eleverne har en forstærker, kan man sagtens gå i gang med dette.

# LabQuest 3

## Digital dataopsamling



**NYHED!**  
**VERDENS-**  
**PREMIERE...**



**Den mest brugervenlige datalogger til undervisning - nu endnu bedre...**



- NU MED TOUCH SCREEN - højtopløselig farveskærm!
- Dataopsamling via USB, Wi-Fi eller Bluetooth - tilslut ud til 10 sensorer samtidigt
- Brug den med iPad, iPhone, Android, PC og Mac og del med 5 eller flere elever - **kan også bruges i felten!**
- Tilslut over 90 forskellige kablede Vernier-sensorer og mere end 40 trådløse, som kan tilsluttes via Bluetooth Smart eller direkte via USB-kabel - og alle sensorer er med AutoID
- 5 indbyggede sensorer: Lyd - lufttemperatur - lys - GPS og accelerometer
- Indbygget periodisk system, dansk software og gratis opdatering. 5 års garanti !
- Fungerer også som alm. måleinstrument med sensor

Best.nr. LABQUEST3

**INTRODUKTIONSPRIS kr. 3.350,-**

**Vi har det du skal bruge, stort udvalg i**

**VÆRNEMIDLER  
HÅNDHYGIEJNE  
DESINFEKTION**

**- se mere på  
www.skolebutik.dk**

# Go Direct™

## Vejrsystem



**NYHED**



**Kompatibel med  
LabQuest 2 og 3**

**GoDirect Vejrsystem  
- helt perfekt til  
fællesfaglige forløb...**

Med GoDirect Vejrsystem kan eleverne dataopsamle direkte i felten på mobilen, iPad, tablet, Chromebook eller på PC/Mac via den gratis App Graphical Analysis™. Sensoren anvendes direkte på de ovenstående enheder eller som trådløs sensor til LabQuest 2 eller 3, som så kan dele data via Wi-Fi

GoDirect vejrsystem måler:

- Vindhastighed - område: 0 - 30 m/s
- Vindretning
- Chill-faktor
- Temperatur - område: -40 til 120°C +/- 0,2°C
- Varmeindeks
- Dugpunkt
- Relativ og absolut fugtighed - område: 0-100% +/- 2%
- Varmeindeks
- Stations- og Barometertryk
- Højde over jordoverfladen

Anbefales montering på tripod (ikke inkluderet)

Best.nr. GDX-WTVA

**INTRODUKTIONSPRIS kr. 1.600,-**

Alle priser er excl. moms og gældende indtil andet angives

**skolebutik.dk**

Se mere på vores webshop:  
[www.skolebutik.dk](http://www.skolebutik.dk)  
- eller ring 4470 4000  
Familiedrevet siden 1987...



---

## Sorte huller, stjerner og singulariteter

**Cecilie Sand Nørholm, Astrofysiker på Planetarium.**

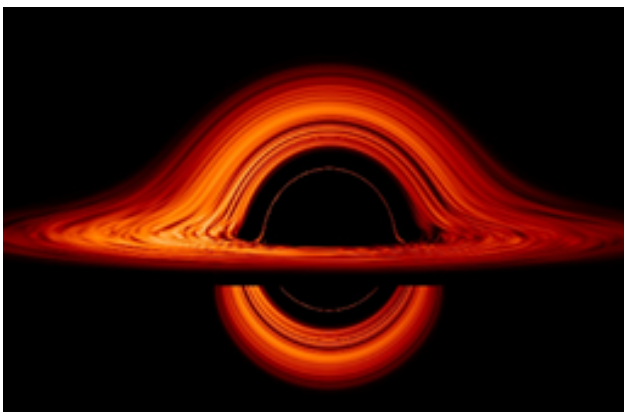
Oktober måned stod, som altid, i Nobel-prisens tegn - og I år gik prisen i fysik til tre forskere, der alle har bidraget til forståelsen af sorte huller og hvordan de påvirker deres omgivelser.

Idéen om sorte huller blev første gang luftet i 1800-tallet, hvor man spekulerede i, at nogle himmellegemer måtte være så tunge at selv lys ikke kan undslippe deres tyngdekraft.

Interessen for sorte huller tog dog for alvor fart i årene efter Einstein udgav sin generelle relativitetsteori. Dette selvom Einstein selv tvivlede på, at sorte huller rent faktisk eksisterede i praksis.

Der skulle gå 50 år, før der blev udviklet en matematiske løsning, der beviser at sorte huller rent faktisk kan dannes i et univers som vores. En opdagelse som matematikeren Roger Penrose stod bag tilbage i 1965, og som nu har udløst en nobelpris.

Først i løbet af de sidste årtier har vi fundet endegyldigt bevis for, at sorte huller rent faktisk eksisterer – og at de også eksisterer i vores egen galakse. Viden, som har gjort astronomerne Andrea Ghez og Reinhard Genzel til nobelprismodtagere i år.



Billede 1: Visualisering af et sort hul med tilvækstskive. Materialet i skiven opvarmes og afgiver energi i form af lys. Lyset fra skivens bagside afbøjes af tyngdekraften, hvilket giver illusionen af endnu en skive lodret omkring det sorte hul. Billede: NASA's Goddard Space Flight Center/Jeremy Schnittman.

### Hvad er et sort hul?

For at kunne forklare hvad et sort hul er, vender vi kort tilbage til Einstein. Som konsekvens af den generelle relativitetsteori, vil masse og energi påvirke både rum og tid, ved at skabe krumninger i rum-tiden. Jo større masse, jo større krumning.

Når et objekt bevæger sig gennem rum og tid, vil det følge disse krumninger. Eller, som fysikeren John Wheeler beskrev det:

“Rumtiden fortæller stof, hvordan det skal bevæge sig – stof fortæller rumtiden, hvor-dan den skal krumme.”

Et eksempel kan være, hvordan planeterne i solsystemet bevæger sig rundt om Solen, fordi de følger den bøjning af rumtiden, som Solens masse skaber.

Krumningerne i rumtiden er altså, ifølge relativitetsteorien, det vi oplever som tyngdekraft.

Tilbage til de sorte huller. Et sort hul kan beskrives som et område, hvor rumtiden krummes så voldsomt, at man skal rejse hurtigere end lyset for at undslippe.

For at dette kan lade sig gøre, skal en enorm mængde masse samles på meget lidt plads. Det ses for eksempel når stjerner, der er mere end 20 gange tungere end Solen, ender deres liv i en supernovaekspllosion.

Her kollapser stjernens kerne under tyngdekraften, til et punkt, hvor der dannes et sort hul.

Grænsen for, hvor meget en stjerne skal kollapse før der dannes et sort hul, afhænger af stjernens masse og kan beskrives ud fra den såkaldte Schwarzschild-radius.

Hvis en stjerne med en bestemt masse kollapser til en størrelse, der er mindre end den tilsvarende Schwarzschild-radius, så har vi et sort hul.

---

Schwarzschild-radien er også den afstand, hvor noget ikke længere kan undslippe det sorte hul. Det, der også sommetider kaldes for begivenhedshorisonten.

Selvom sorte huller er enormt tunge, er de forholdsvist små. Hvis Solen kollapsede og blev til et sort hul, ville begivenhedshorisonten være lige under 3 km bred.

Gjorde vi det samme med Jorden, ville vi få et sort hul med en radius på blot 9 mm.-Vi ved ikke præcis, hvad der foregår bag begivenhedshorisonten, inde i det sorte hul. Man mener dog, at der i midten af det sorte hul er en singularitet – et uendeligt lille punkt, hvor rumtidens krumning, og derfor også tyngdekraften, bliver uendeligt stor.

Kort sagt er et sort hul et altså område, hvor tyngdekraften er så stærk at intet, selv ikke lys, kan undslippe fra det – et sort hul er derfor, helt bogstaveligt, sort.

### **Hvordan observerer vi noget, vi ikke kan se?**

Når vi laver observationer af universet, er lys den vigtigste kilde til information. Men fordi ikke engang lys undslipper sorte huller, er de uhyre svære at finde. Løsningen er at kigge på, hvordan sorte huller påvirker deres omgivelser.

Selvom sorte huller i sig selv ikke udsender lys, er de alligevel drivkraften i de kraftigste lyskilder vi kender til, kvasarer. En kvasar udsender mere lys, end samtlige stjerner i en hel galakse og menes at opstå, når materiale falder ind mod et supermassivt sort hul i en galakses centrum.

Ved at undersøge lyset fra en kvasar, er det muligt bl.a. at beregne massen af detilhørende sorte hul, endda selvom det ligger milliarder af lysår væk.

Retter vi i stedet opmærksomheden mod vores egen galakse, finder vi et

andet eksempel på, hvordan sorte huller kan undersøges. Over en lang årrække har forskere målt på stjerner tæt på Mælkevejens midte og hvordan de bevæger sig.

Det viser sig, at jo tættere på centrum stjernerne kommer, jo hurtigere bevæger de sig.

Stjernernes bevægelse kan forklares med et objekt, der vejer det samme som 4 millioner sole, men som fylder mindre end vores Solsystem. Det eneste, der passer på den beskrivelse, er et supermassivt sort hul.

I dag mener man, at der er denne type sorte huller i midten af langt de fleste galakser. Hidtil har det dog ikke været muligt at observere sådan et sort hul direkte.



Billede 2: Mælkevejen ses over Atacama Large Millimeter Array (ALMA) i Atacama-ørkenen i Chile. Det lyse område er centrum af Mælkevejen, hvor der gemmer sig et supermassivt sort hul. Billede: ESO/B. Tafreshi.

Sidste år skete så det, mange forskere har ventet på; det første billede af et sort hul. En bedrift, der krævede teleskoper over hele kloden, som tilsammen kaldes Event Horizon Telescope. Motivet er et supermassivt sort hul, der er flere milliarder gange tungere end Solen, i centrum af galaksen M87.

Nu venter vi i spænding på næste skridt - et billede af det supermassive sorte hul i centrum af vores egen galakse, Mælkevejen.

NY KUPPELSAL

# Tag dine elever ud blandt stjernerne

Planetarium åbner ny Kuppelsal med den nyeste teknologi til visning af naturfaglige film og planetarieoplevelser.

I tre nye planetarieshows bringer vi dine elever på en rumrejse til fjerne steder i solsystemet og ud i universet.

Vores dygtige formidlere inddrager eleverne i interaktive fortællinger gennem planetariekuplens digitale teknologi.

Planetariefortællingerne omhandler temaerne vejr og klima, betingelser for liv i rummet og lys som fænomen.

Læs mere og bestil vores undervisningstilbud til både indskoling, mellemtrin, udskoling og ungdomsuddannelser på [planetarium.dk/skoler](http://planetarium.dk/skoler).

[planetarium.dk/skoler](http://planetarium.dk/skoler)

# Planetarium



---

## Elevforsøg til fejring af 200 året for H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen

Carsten Skovgård Andersen, Stjernekammeret på Bellahøj Skole.

Kan du forestille dig en hverdag uden elektriske apparater? For 200 år siden udførte H C Ørsted nogle forsøg, der overraskede forskerne. Han viste, at en elektrisk strøm frembringer et magnetfelt. Han kaldte det elektromagnetisme.

Da forskerne efterprøvede elektromagnetismen, gjorde nogen af dem opfindelser, der helt ændrede folks hverdag.

Den nye indsigt gjorde det muligt bedre at forstå Solen og nordlyset og meget andet, som man undrede sig over.

Du kan med enkle forsøg gøre nogen af de samme undersøgelser. Du kan downloade satellitbilleder, der viser spændende og smukke fænomener på Solen. På den måde kan du forstå verden bedre. Måske får du også lyst til at gøre opfindelser, der kan løse nogle problemer, vi mennesker står over for.

Her er et disposition for det, du kan lære:

1. Elektromagnetismen (s.1)
2. Undersøgelse af de magnetiske feltlinjer (s.7)
3. H C Ørsted og Nordlyset (s.17)
4. Sådan downloader du fotos fra satellitten SDO (s.21)
5. At fange magnetiske partikler i jord (s.24)

God fornøjelse.



### 1. Elektromagnetismen

Du kan selv udføre de samme forsøg som H C Ørsted gjorde:



Du skal bruge et multimeter, et batteri og et kompas. Indstil et multimeter til at måle strømstyrke, som vist på fotografiet herover. Anbring ledningen over et kompas, således at ledningen følger samme retning som kompasnålen. Forsøg 1: Tænd et øjeblik et kortsluttet kredsløb ved 9 volt batteriet som vist til højre. Afbryd efter kort tid forbindelsen for ikke at overbelaste batteriet. Prøv igen. Så du, hvad der skete med magnetnålen på kompasset? Det drejede - det blev påvirket af en kraft. Når du afbryder forbindelsen, drejer magnetnålen tilbage til nord-retningen. I det øjeblik, strømmen er tændt, ses her en strømstyrke på 1,52 A

---

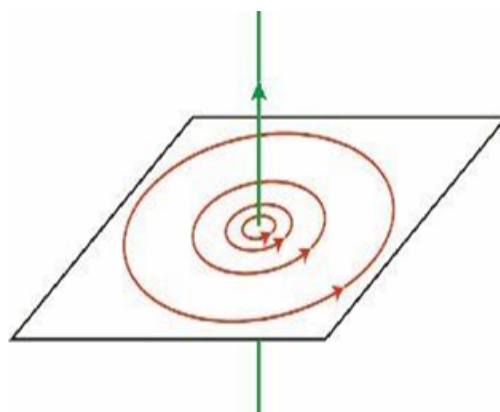
Du har netop gjort samme opdagelse, som H C Ørsted gjorde i 1820. Han havde tænkt, at der måtte være en forbindelse, men tidligere var det ikke lykkedes for ham at vise det. Andre forskere afviste blankt, at der skulle kunne være en forbindelse mellem så forskellige ting som elektricitet og magnetisme. De ville slet ikke prøve at undersøge en sådan håbløs hypotese.

Men nu havde Hans Christian Ørsted vist, at en elektrisk strøm kunne påvirke en magnet. Men satte han ledningen anderledes, var det nogle gange vanskeligt at se nogen virkning. Det var meget underligt. Hans Christian Ørsted undersøgte det grundigt. Han skrev efter få uger en artikel på latin og sendte den til forskere i mange lande. Kort tid senere afprøvede de andre forskere de samme eksperimenter og så til deres forbløffelse, at Hans Christian Ørsted havde ret.

Det vakte stor opmærksomhed. Mange forskere lavede nye eksperimenter. Hurtigt opdagede nogen, at den underlige kraft kunne være til nytte for menneskene. Der blev opfundet elektromagneter og elektromotorer. Michel Faraday opdagede i 1831, at en bevæget magnet frembringer en elektrisk strøm i en ledning tæt på - det kaldes induktion. Derefter kunne man bygge generatorer, der omdannede bevægelsesenergi til elektrisk energi. Denne nye teknologi forandrede verden.

Forestil dig bare, hvordan din tilværelse ville være uden elektriske apparater!

**Har du lyst til at gøre samme undersøgelse af dette mærkelige fænomen, som H C Ørsted gjorde? Her følger en vejledning.**



Først skal du lære at bruge gribereglen. Den kortvarige kortsluttede strøm har plus ved den lille knap på 9 V batteriet. Strømmen går fra plus til minus - altså gennem den røde ledning op til 10 A på multimeteret. Derfra går strømmen tilbage til batteriet gennem den sorte ledning. Det elektriske kredsløb går gennem batteriet og hele vejen rundt.

Du griber om ledningen med højre hånd således, at tommelfingeren peger i strømmens retning - ligesom min højre hånd på billedet herover. Nu går de magnetiske kraftlinjer rundt om ledningen i fingerspidsernes retning. En tegning fra fysikhistorie.dk.

På tegningen er den elektriske strøm vist med den grønne pil. Det magnetiske felt vises med den røde cirkel. I dit første forsøg drejede magnetnåleens nordpol til venstre. Bruger du gribereglen på ledningen, ser du, at den magnetiske kraft under ledningen går til venstre.

Det var overraskende for forskerne, at kraften går vinkelret på ledningen.

---

**Forsøg 2:**

Prøv nu at rykke ledningen ned under kompasset og lave samme forsøg som før.

Hvad sker der?

Havde du forventet det?

Passer din observation med gribereglen?

Husk at bruge højre hånd og at have tommelfingeren i strømmens retning. Magneten er nu over ledningen.

**Forsøg 4:**

Gør som H.C.Ørsted: Undersøg mange opstillinger: Du kan undersøge mange flere opstillinger og sammenligne virkningen med gribereglen. Fx kan du bytte om på plus og minus, når du sætter ledningen ned mod batteriet. Så skal du huske at vende højre hånd, når du bruger gribereglen. Passer udslaget med gribereglen?

**Forsøg 5:**

Hvordan gøres induktionen stærkere? Prøv at sno ledningen flere gange omkring kompasset på langs af kompasnålen. Giv et kort strømstød. Hvordan blev udslaget af kompasnålen sammenlignet med forsøg 1.

**Forsøg 6:**

Opfind en elektromagnet 1: Skaf noget isoleret kobbertråd fx 0,5 mm. Sno tråden mange omgange omkring en spole. Skrab isoleringen af tråden ved enderne. Hold spolen hen til kompasset og forbind enderne kortvarigt til plus og minus på et batteri. Hvordan er udslaget af kompasnålen?

**Forsøg 7:**

Opfind en elektromagnet 2: Stik et jernsøm ind i spolen og lav forsøg 6 en gang til. Hvordan var virkningen på kompasnålen? Prøv derefter med et kobbersøm i spolen? Sammenlign med forsøget, hvor du brugte et jernsøm. Hvilket materiale forstærker virkningen?

**Forsøg 3:**

Dette forsøg undrede forskerne. De anbragte ledningen vinkelret på kompasnålen. Prøv at lave et kort strømstød i den samme opstilling.

Undrer du dig?

Kan du forklare resultatet ved at bruge gribereglen?

---

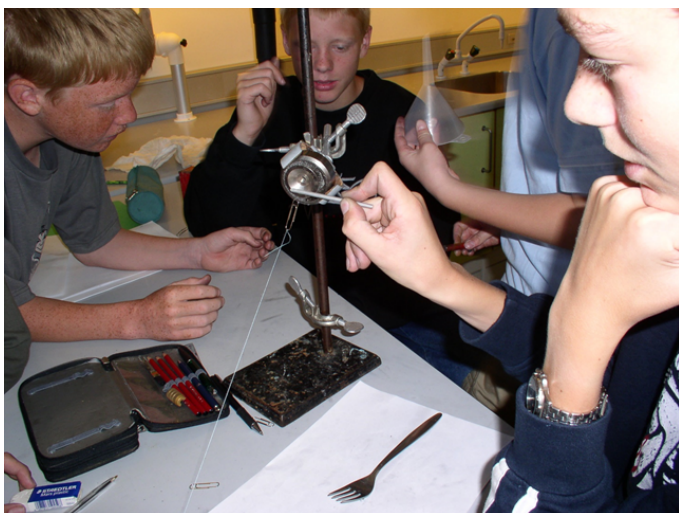
Forsøg 8:

Byg den bedste elektromagnet:

Byg din egen elektromagnet af isoleret kobbertråd 0,5 mm og et jernsøm. Prøv efter hvor mange clips, den kan løfte. Kan du forbedre din elektromagnet, så at du kan løfte flere clips med den?

Hvilke materialer kan løftes med din elektromagnet? Det kan du undersøge.

**Forsøg 9: Kan du få en klips til at svæve ?**



Materialer: Sytråd, en saks, en papirklips, et stativ og en magnet. Tape den ene ende af et stykke sytråd fast i bordpladen. I den anden ende af sytråden fastbindes en papirklips. Spænd din magnet fast derover, så at klipsen mangler lidt i at kunne nå op til magneten. Få magneten til at svæve. Træk et stykke papir mellem magneten og den svævende klips. Hvorfor falder klipsen ikke?

Prøv efter hvilke materialer, du kan trække igennem mellemrummet, uden at klipsen falder?

Hvordan vil du forklare dine forsøg?

**Forsøg 10:**

Byg din egen elektromotor. Du skal bruge et AA batteri, en neodymium-magnet, et jernsøm eller en skrue og en ledning med af-isolerede ender. Neodymium-magneter kan købes i mange byggemarkeder og på internettet. Neodymium-magneter er meget stærke, selv de som regel er små.



Sæt sømhovedet på neodymium-magneten og hæng den op under batteriet med sømspidsen op mod minus.

Hold den ene ende af ledningen mod plus med din finger.

Hold den anden end af ledningen ind mod neodymium-magneten.

Kan du få magneten til at dreje?

Du har lavet en simpel elektromotor. Elektromotorer har den fordel, at deres nytteværdi er stor - en stor del af den omsatte energi bliver til bevægelsesenergi.

Elektromotorer kan altså bygges sådan, at man spilder mindre energi og belaster klimaet mindre.

Hvor mange omgange drejer din elektromotor på et minut?

---

### Forsøg 11:

Afprøv induktion: Du skal bruge en neodymium-magnet og et kobberør. Hold kobberøret lodret og tab neodymium-magneten ned i røret. Er der noget, der overrasker dig?

Du vil sikkert undre dig over, hvorfor magneten falder så langsomt. Det er fordi magneten bevæger sig i en elektrisk leder - kobberøret. Magnetens faldenergi omdannes til elektrisk energi i hvirvelstrømme i kobberøret.

På samme måde bremses rotoren på elektricitetsværket, når du bruger elektrisk energi. Rotoren bremses mere af en større strømstyrke. Der må der tilføres mere energi til rotoren på elektricitetsværket, for at din el-apparat skal kunne bruge mere energi. Derfor kræves det, at du betaler for dit elforbrug.



På et kulkraftværk brænder man mere kul af, når du sætter dine el-apparater til at bruge mere energi. Derved dannes mere kuldioxid. I en vindmølle skaffes den ekstra energi fra vinden. Det er solstrålingen, der får vinden til at blæse. Når du skruer op for leverancen fra en vindmølle, bruger du mere solenergi.

I dit forsøg med den faldende neodymium-magnet i kobberøret, kommer energien fra den mad, du har spist. Ved at forbrænde glukose fra maden i dine muskler, bliver du i stand til at tilføre neodymium-magneten energi - dvs. løfte magneten. Når magneten falder i kobberøret, omsættes noget af energien til elektrisk energi. Derfor falder magneten langsomt.

Fænomenet induktion blev opdaget af Michel Faraday. Hans opdagelse bruges i alle el-kraftværker. I dit forsøg med den faldende magnet i kobberøret afprøver du netop virkningen af induktion.

Opgave: Søg på nettet på "vedvarende energi". Find ud af, hvordan man forsøger at gøre el-kraftværkerne vedvarende. Har du lyst til at være med til at opfinde en mere vedvarende energiproduktion?

Hvis ja - så får du brug for at uddanne dig i et naturfag.

## 2. Undersøgelse af de magnetiske feltlinjer

Her en nogle enkle og flotte forsøg, du let kan udføre.

1. Hvilke stoffer tiltrækkes af en magnet? Alle materialer til rådighed afprøves for, om de tiltrækkes af en magnet.
2. Hvor på magneten er kraften stærkest?

Lad en lille jernkugle rulle på magneten til den står stille, hvor tiltrækningen er stærkest.

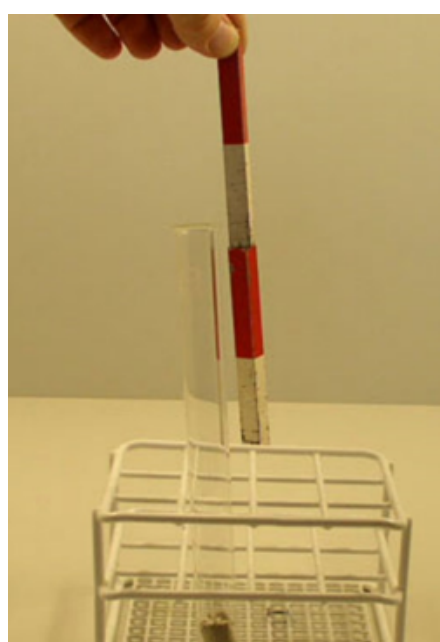
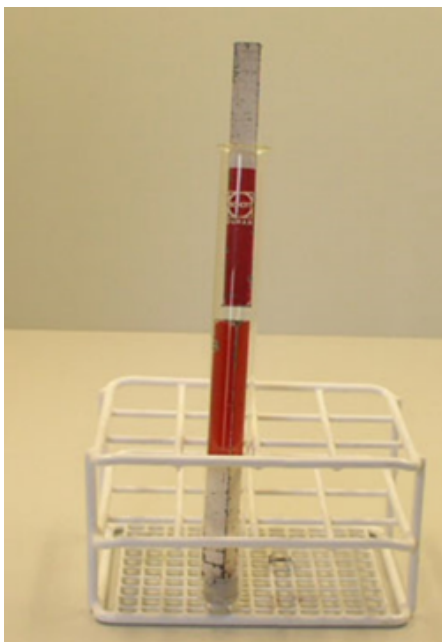
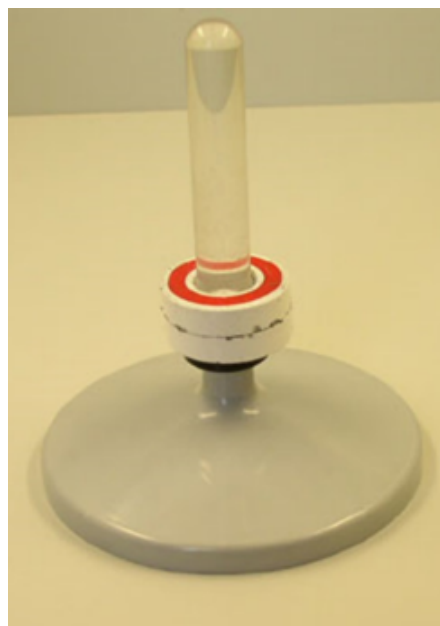
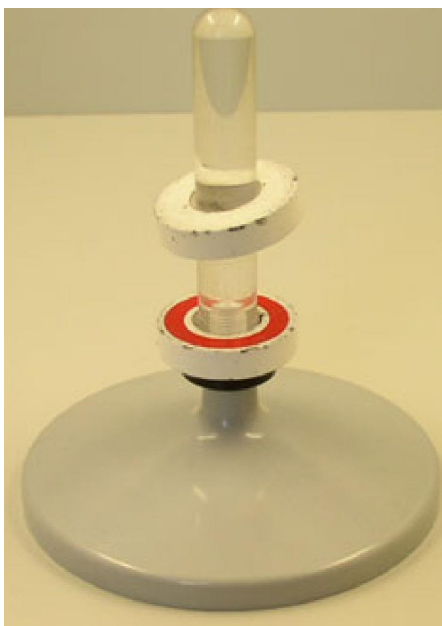


Man kan prøve, hvilken del af magneten, der kan løfte flest søm.

---

Prøv om en magnet kan tiltrække en klips gennem et stykke papir, gennem en bordplade, gennem vand, gennem en kobberplade eller gennem en jernplade.

### 3. Frastødning og tiltrækning mellem magneter



Lav forsøg med tiltrækning og frastødning mellem to magneter.

Du kan have den ene magnet i hånden, medens den anden magnet ligger på bordet, hænger i en tråd, flyder i en båd eller drejer på en nål.

Man kan også sætte to ringmagneter på en stang, således at de frastøder hinanden, som på billedet.

To stangmagneter i et reagensglas kan frastøde hinanden, således at den ene svæver. Vender du den ene magnet, ser du tiltrækning.

---

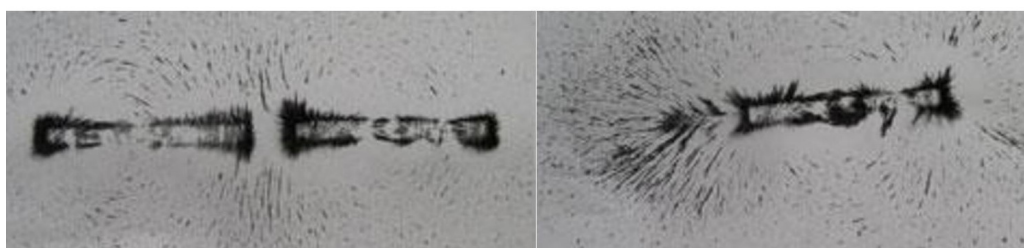
#### 4. Magnetiske feltlinjer vist med jernfilspåner

Læg en magnet under et stykke papir og drys jernfilspåner på papiret. Undgå at jernfilspånerne kommer på magneten, da de er svære at trække af igen.



Feltlinjerne er tættest, hvor magneten er stærkest, altså ved polerne

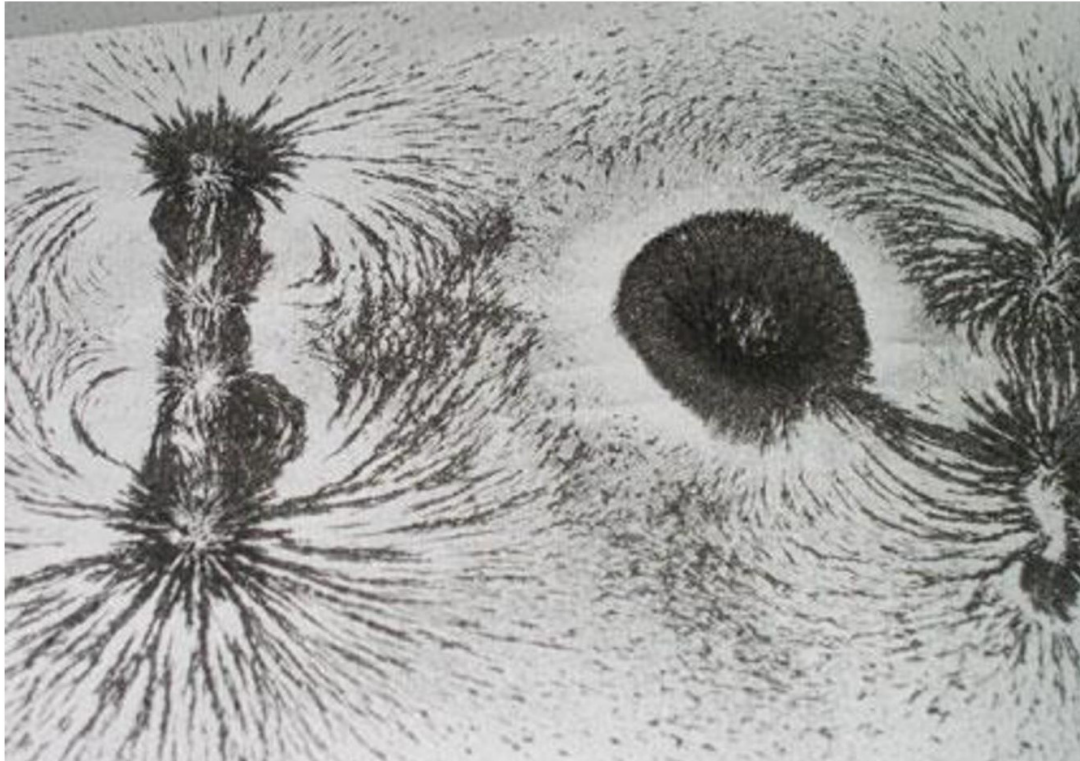
Nordpolen og sydpolen tiltrækker hinanden



De to nordpoler frastøder hinanden

Nogle feltlinjer tækkes ind i jern-sømmet

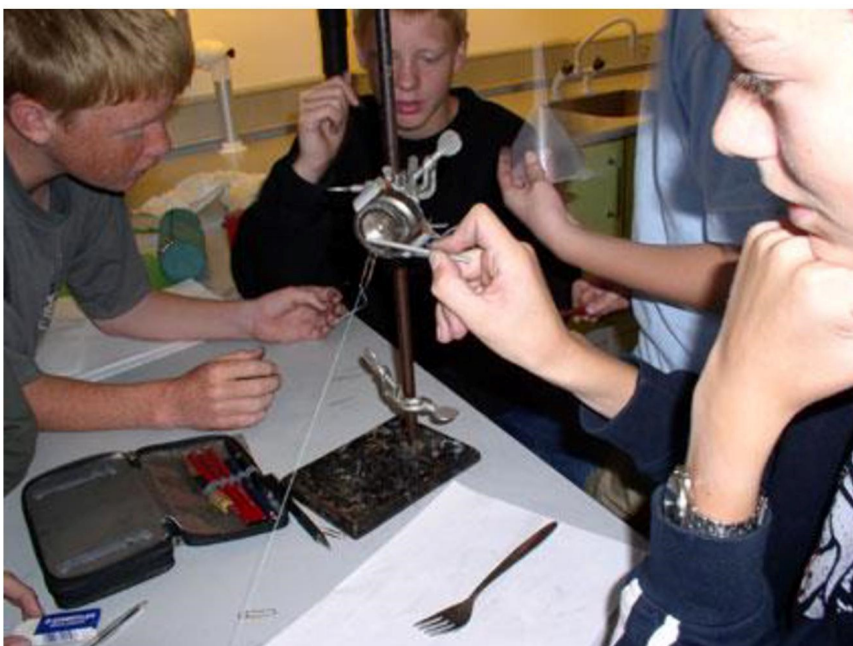
Du kan selv afprøve en sammensat opstilling med flere magneter og søm og clips under pap med jernfilspåner drysset på. Se hvad dine klassekammerater har bygget. Kan du gætte, hvordan magneterne ligger under de andre opstillinger?



**Hvordan ligger magneterne her? Fotografér de flotteste mønstre, du ser.  
Hæld jernfilspånerne tilbage fra papiret ved hjælp af en tragt.  
Læg fx to magneter under papiret og illustrer tiltrækning og frastødning ved hjælp af jernfilspånerne.**

5. Kan I få en papirklips til at svæve?

En papirklips bindes i en tråd. Den anden ende af tråden tapes fast til bordet. Spænd en magnet fast derover. Hvis du indstiller afstanden, kan du få klipsen til at svæve. Træk forskellige materialer gennem mellemrummet mellem klipsen og magneten. Undrer du dig? Hvad sker der, hvis du trækker jern imellem.



**Klipsen er bundet i en sytråd, der er fastgjort på bordet.**

**Klipsen hænger i luften 1 cm under magneten.**

**En aluminiumstang kan trækkes imellem, uden at klipsen falder.**

**Men prøv at sætte en saks af jern derhen.**

## 6. Undersøg magnetfeltet med en magnet-probe.

Du skal bruge et stangmagnet og en magnet-probe. En magnet-probe er et lille kompas, hvor nålen kan dreje i to akser.

Holder du magnet-proben i god afstand fra stangmagneten, kan du vise Jordens magnetfelt. Magnet-probens nordpol peger mod Jordens magnetiske sydpol. Retningen er mod Nord og skråt nedad. Det skyldes at Jordens magnetfelt dannes i Jordens flydende jernkerne dybt under dig.

Hvis du nærmer en magnet til magnet-proben, vil du opdage, at to ens poler frastøder hinanden.

Hvis du nærmer et umagnetiseret jernsøm til magnet-proben, vil du se, at sømmet tiltrækkes af begge magnet-probens poler.

Før nu magnet-proben rundt om en fastspændt stangmagnet. Før magnet-proben i den retning, den selv peger. Læg mærke til kurven, den følger. Du viser her de magnetiske feltlinjer. På billederne herunder kan du fornemme feltlinjernes kurver ved siden af stangmagneten. Undersøg om du ser de samme feltlinje-kurver foran stangmagneten og bag ved stangmagneten.

## 7. Magnetisering af stål.

Du skal bruge en stangmagnet og en savklinge eller en strikkepind af stål samt et jernsøm. En magnet trækkes med samme pol langs en strikkepind eller en savklinge. Når magneten når enden af savklingen, løftes den og føres tilbage til den anden ende, og bevægelsen gentages 10 gange.

På den måde forandrer du savklingen eller strikkepinden til selv at blive en magnet. Du magnetiserer den.

Den ene ende af magnetiserede savklinge vil frastøde den ene pol på magnet-proben og tiltrække den anden pol på magnet-proben.

Undersøg om to magnetiserede savklinger kan frastøde hinanden. Undersøg om en magnetiseret savklinge selv kan tiltrække små søm eller papirklips.

Prøv at klippe en magnetiseret savklinge midt over. Hvor mange poler har hver del?

Prøv om du kan magnetisere et søm af blødt jern. Kan sømmet derefter løfte en clips?

## 8. Afmagnetisering.

Du skal bruge en stangmagnet og en savklinge eller en strikkepind af stål. Du kan udvide forsøget og bruge en bunsenbrænder og en spole og en strømforsyning.



Den magnetiserede savklinge bankes ned i bordet nogle gange



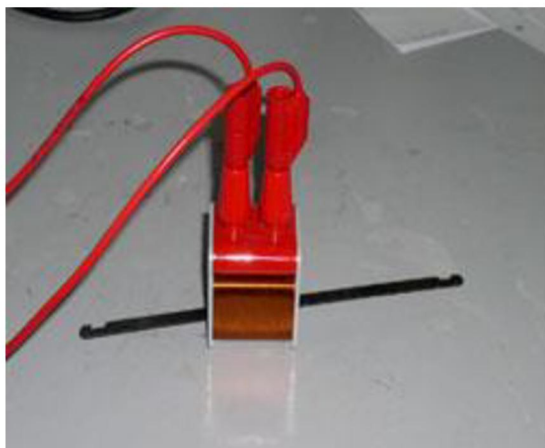
Den magnetiserede savklinge opvarmes

---

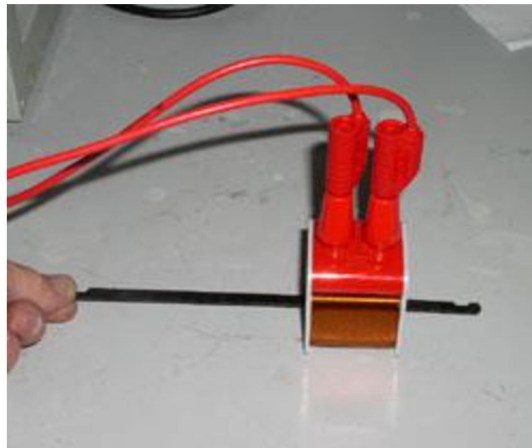
En magnetiseret savklinge slås mod bordet. Derefter afprøves, om den har samme tiltrækning på nogle papirklips.

En magnetiseret savklinge varmes op over en bunsenbrænder. Derefter afprøves dens magnetisme.

En magnetiseret savklinge trækkes igennem en spole med vekselspænding. Derefter afprøves dens magnetisme.



Send jævnstrøm gennem spole.  
Du opdager, at savklingen derved er blevet magnetiseret, så den kan løfte små søm, også efter at jævnstrømmen er afbrudt.



Træk nu den magnetiserede savklinge gennem en spole med vekselstrøm.  
Hvordan er savklingens magnetiske egenskaber nu?

9. En magnetnål drejer på en nål.

En kompasnål magnetiseres og sættes på en spids nål langt fra forstyrrende jern og magneter. Læg mærke til kompassets retning.



En savklinge magnetiseres og sættes på en nål. Den stiller sig i nord-syd retningen

10. Et kompas sejler på vand.

Du skal bruge en magnet, et fad med vand og et stykke flamingo (polystyren).

En magnetiseret savklinge sejler på et stykke flamingo. Læg mærke til dens retning.



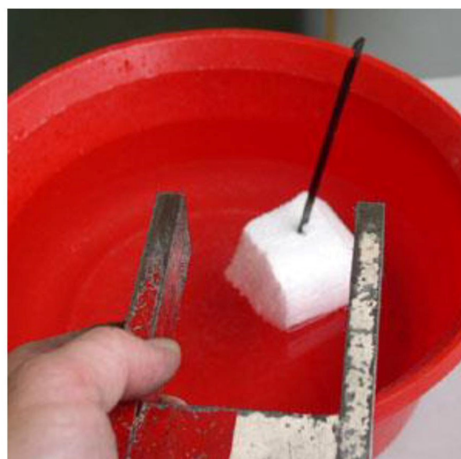
Den magnetiske savklinge flyder på en båd af flamingo

### 11. En sejlene magnet følger magnetiske feltlinjer.

Du skal bruge en stærk hestekomagnet, en savklinge, flamingo (polystyren) og et fad med vand.

En magnetiseret savklinge sættes på højkant i en båd af flamingo. Sæt en hestekomagnets ene pol 5 til 10 cm fra båden. Læg mærke til bådens hvordan båden sejler i en buet kurve. Båden følger hestekomagnetens feltlinjer.

Brug forskellige magneter til at styre de sejlene magneter. Vis både tiltrækning og frastødning. Hold ikke hestekomagneten for tæt på masten, da den så vil dominere over den og forhindre frastødning. Leg med bådene.



---

# Besøg på PMH Plast i Hillerød - et virksomhedsbesøg med tanker om et fællesfagligt forløb!

**Lykke Mejdal Jensen**  
lærer på Bagsværd Kost- og Realskole

Gode ider til et samarbejde med DA omkring Åben Virksomhed

Hvor finder man gratis gennemarbejdede bud på fællesfaglige forløb?

Det gør man på hjemmesiden Åben virksomhed lavet af Dansk Arbejdsgiverforening, <https://www.da.dk/aabenvirksomhed/> hvor man bl.a. kan finde et helt gennemtestet undervisningsforløb om plast

Dansk Arbejdsgiverforening har med denne hjemmeside givet lærere mulighed for at få direkte kontakt til virksomheder, som tilbyder skolebesøg ganske gratis og med et undervisningsforløb tilkøbt.

Peter Michael Haugvik, som ejer plastvirksomheden PMH Plast i Hillerød, indgår som en vigtig medspiller i konceptet, for som han siger: "Det er vigtigt, at danske unge i stigende grad får interesse for naturvidenskab og for at uddanne sig indenfor naturvidenskab både som akademikere og som faglærte". Elever i 8. og 9. klasse har derfor mulighed for at komme på virksomhedsbesøg som en del af et generelt undervisningsforløb om Plasts anvendelse og muligheder

På billedet ses Peter under et besøg af lærere i Fysik kemilærerforeningen, hvor han viser, hvordan virksomheden genbruger deres restprodukter ved at kværne dem og senere lade dem indgå som granulat på linje med andre granulater. PMH Plast har under coronaen bidraget med produktion af slanger til håndsprit dispensere og under besøget fik naturfagslærerne flere gode eksempler på, at plast ikke kan undværes og samtidig er det mest optimale produkt at anvende i mange situationer

Undervisningsforløbet er fællesfagligt og ligger online klar til download.

Udover naturfagsforløb kan man også via hjemmesiden finde eksempler på, at VVS- og elinstallatører gerne besøger skoler og fortæller om deres erhverv og energibesparelse

Indenfor matematik er der mulighed for besøg i bl.a. Power, Matas og Magasin. Her vil eleverne lære om varebeholdning, lagerstyring og vagtplaner - en stor del vha. databehandling. Også her får eleverne et stort indblik i virksomheden og de forskellige arbejdsfunktioner og på den måde er besøget samtidig en indføring i deres kommende arbejdsliv

Vi håber, at rigtig mange lærere og elever vil få glæde af dette tilbud fra DA.



## AABENVIRKSOMHED.DK




## Plastprodukter i grøn balance

Sammen med vores kunder har vi sat fokus på miljøet. I vores plastproduktion er mere end 60% genanvendt plast.

Med løbende investering i bedre teknologi vil vi hvert år minimere vores plastaffald.

Vi tilbyder ekstrudering af produkter i forskellige typer termoplast.





## Plastslanger i grøn balance

Sammen med vores kunder har vi sat fokus på miljøet. I vores plastproduktion er mere end 60% genanvendt plast.

Med løbende investering i bedre teknologi vil vi hvert år minimere vores plastaffald.

Vi tilbyder ekstrudering af plastslanger op til 90 mm.



---

# ESA BLIVER BRUGT ALT FOR LIDT I NATURFAGS- UNDERVISNINGEN! DEL 1!

Jens K. Handest/  
Naturfagsvejleder,  
Sophienborgskolen, Hillerød



I medierne hører vi tit om både NASA og SPACE-X men næsten aldrig om ESA. Det hele startede sidste år da vi på skolen ville udvide de centralt obligatoriske Fælles Naturfaglige fokusområder med ét eller flere lokale udtræksemner.

"Jorden i Rummet" lå som en overkommelig mulighed da vi tidligere har deltaget i FLL(First Lego League, robotkonkurrencen) som i 2018 have titlen "Into Orbit" og i samme år i uge 39 deltog i Naturvidenskabs-festival som havde temaet "Den ydre grænse". Nu var det bare at tilegne materialerne, så der kunne findes problemstillinger til alle tre /fire naturfag.

I Biologi de fagfaglige vinkler: "Definitioner på liv/det levende", "Menneskekroppen anatomi og fysiologi på jorden kontra i rummet" og "Menneskets begrænsede sanser"

I Geografi : Naturgeografi: "Jordens strålingsregnskab/Albedo" "Årstider, klima/plantebælter" og "Globale vindsystemer/ havstrømme" . Kulturgeografi: "Trafik", "Forurening", "Den forøgede drivhuseffekt" og "Skoghugst og rismarker"

I Fysik/kemi: Fysik: "Newtons love" "Rumfang/massefylde/densitet" "Tryk, temperatur, relativ fugtighed(datalog og grafplotning"

"Elektromagnetisk stråling" "Partikel stråling" ja det er faktisk rart at få lidt mere fysik ind i faget igen! Kemi bliver mindre central og lidt mere et "hjælpefag" til biologidelen(biokemi om man vil).

På skolen lærer eleverne også at programmere. De får udleveret og bliver undervist i "Micro-bits". De lærer Scratch men også blokprogrammeringen I We-do og FLL(legomindstorm). Men alt dette stopper ligesom efter 7. klasse. Der skulle mere programmering med i det nye fokusområde.

**Alt det ovenstående er temmelig bredt og der kan være et vist overlap hvis man allerede har " Strålings indvirkning på levende organismers levevilkår(<https://astra.dk/f%C3%A6llesfagligtfokus>)" som et af de fire centrale udtræksemner! What to do!**

I en hurtig Googlesøgning af ordet "Rummet" dukkede både udenlandske, men også danske links op. NASA er en klassiker men SPACE-X sniger sig gevaldigt på! Hov ESA, den er vi vist medlem af.

Da jeg så studerede ESA's hjemmeside dukkede to rigtige gode tilbud op:

"ESA Spring/Autumn Teacher workshop" i Leiden, Holland. Der er både en forårs og en efterårs workshop. Kort fortalt en workshop hvor Esa's aktiviteter gennemgås.

Der er ganske lidt info og så er dagene proppet med "Hands-on" aktiviteter Hvis du vil læse mere så er der en online beskrivelse her:

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/About\\_ESA\\_s\\_Summer\\_and\\_Autumn\\_Teacher\\_Workshops](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/About_ESA_s_Summer_and_Autumn_Teacher_Workshops)



Hvis du bare vil ansøge med det samme:

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Apply\\_for\\_the\\_2020\\_ESA\\_summer\\_and\\_a\\_umn\\_teacher\\_workshops](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Apply_for_the_2020_ESA_summer_and_a_umn_teacher_workshops)

Workshoppen er delt i to, en for indskoling/mellemtrin(Primary school) og en for udskolingen. Jeg deltog selv i udskolingsdelen men det lykkedes mig at få fat i en til Indskolingen også! i min næste artikel vil jeg gennemgå de materialer og links som vi fik på workshoppen, meget brugbart især for jer der ikke får adgang til kurset!

Workshoppen betales af ESA og I skal kun selv betale rejsen frem og tilbage til Holland. Jeg krydser så fingrene for at skolelederne finder penge til vikaren!

Det andet tilbud er:

“ESA robotics and automation teacher workshops” I Belgien

Denne workshop tilbydes typisk 3-6 gange årligt. Indholdsmæssigt programmeres der i Lego(EV3), Arduino og Raspberry Pi. Der er både workshops til indskoling(We-do) og udskolingen.

Læs gerne mere her:

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Current\\_opportunities](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Current_opportunities)

Robotics workshoppen betales ligeledes af ESA, her bliver flybilletten også refunderet!

Skynd dig at søg et kursus det er yderst brugbart!!!

Hvis du vil høre mere så følg med i næste blad. Ellers kontakt mig gerne pr mail: [Jens.k.handest@gmail.com](mailto:Jens.k.handest@gmail.com)

---

## En præsentation af den nye læringskonsulent.

### Mikael Hvas Hedahl

I år 2020 har der været forskellige nævneværdige begivenheder. Af de store begivenheder bør nævnes: 200 året for H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen, som har fundet spalteplads i DFKF's medlemsblad fra august. Det er et år, der vil blive præget af den globale pandemi, betegnet Covid-19. Det er året, hvor USA skal vælge en ny præsident for de kommende 4 år. Generelt er det et spændende år og en spændende periode, hvor der sker meget nationalt og globalt. Det er samtidigt året, hvor jeg pr. 1.august tiltrådte som læringskonsulent for fysik/kemi i Børne og Undervisningsministeriet, hvor jeg arbejder 3 dage om ugen. De to første dage om ugen underviser jeg på Ordrup Skole.



Jeg rigtig glad for at være blevet en del af ministeriets korps af læringskonsulenter. Jeg er i særdeleshed spændt på alle de spændende projekter og opgaver, som jeg nu skal være med til at kvalitetssikre og udføre. Det er en opgave, jeg går til med ydmyghed, men samtidig med modet til at skabe de bedste forudsætninger for faget, eleverne og for os selv som lærere, når vi til hverdag står og underviser eleverne på de danske skoler.

Jeg har siden 2002 været lærer i den danske folkeskole, hvor jeg har undervist i mine linjefag, der dækker fysik/kemi, idræt, samfundsfag samt matematik. I de senere år har jeg ved siden af undervisningen af elever varetaget en række koordinerende funktioner. Det spænder over projektledelse af et tværinstitutionelt projekt inden for naturfagene til teamkoordination af et udskolingsteam. Ved siden af arbejdet som skolelærer har jeg gennemført en PD i "supervision og vejledning", samt uddannet mig til projektleder.

Det har nu altid været undervisningen og samværet med eleverne og de didaktiske refleksioner, der har motiveret mig som lærer og haft min særlige interesse. Det er igennem min undervisning i fysik/kemi faget, at jeg har etableret sammenhængen mellem det teoretiske og praktiske. Det er herigennem, at jeg har opdaget, hvor motiverende det er for eleverne, når undervisningen sættes i et virkelighedsnært perspektiv, hvor undersøgelser skaber nysgerrighed - og nysgerrighed skaber undersøgelser. Jeg har altid haft et ønske om, at naturfagsundervisningen orienteres mod de naturfaglige kompetencer og at eleverne bliver bevidst om de fælles genstandsfelter, der eksisterer mellem de tre naturfaglige fag i folkeskolens ældste klasser. Den gode undervisning skaber grobund for, at eleverne tilegner sig færdigheder og viden inden for fagene, for derefter at kunne motiveres gennem problemorienteret naturfagsundervisning. Dette må og skal være omdrejningspunktet for god undervisning.

Nyt fra læringskonsulentens bord.

Jeg er allerede blevet præsenteret for store og spændende opgaver. En opgave, der har optaget mig meget, er følgeforskningen på den fælles naturfaglige prøve. En

---

følgeforskning, der varetages af Rambøll i samarbejde med eksterne partnere. Det er nu sidste år for følgeforskningen, og derfor venter en spændende rapport til foråret/sommeren 2021. Den er i gang med at blive udarbejdet.

Samtidig arbejder vi i ministeriet med implementeringen af naturvidenskabsstrategien. En del af strategien er en gennemførelse af et forsøg, hvor de skriftlige prøver i naturfagene udvikles. Hensigten er, at prøverne skal teste dybere og bredere. Denne skriftlige forsøgsprøve har allerede haft sin ”pilotaftprøvning” og opgave-kommissionen, er netop nu i gang med at gøre eksempelprøven færdig. Der er på nuværende tidspunkt en del skoler, der deltager. De deltagende skolars 9.klasses elever skal i foråret eksamineres i denne nye skriftlige forsøgsprøve. Da den skriftlige prøve for naturfag er en del af udtræksprøverne, er dette ligeledes gældende for de deltagende forsøgsskoler.

Jeg vil til sidst kort orientere om, at der arbejdes intensivt på at færdiggøre progressionsbeskrivelserne til naturfagenes ABC. Et arbejde der på læringskonsulentniveau varetages af mine gode kollegaer. Et arbejde og et produkt, vi forventer, vil få betydning for den fremadrettede undervisning på skolerne.

Forhåbentligt gav det jer en lille indsigt i, hvad der på nuværende tidspunkt optager mig i mit arbejde ved ministeriet.

Jeg håber meget, at vi sammen kan skabe rammerne og indholdet til en endnu bedre naturfaglig undervisning for eleverne ude på de danske skoler. Jeg ser ydermere frem til en snak med alle, når DFKF afholder seminar d. 7. november, hvor jeg er inviteret til at deltage.

Skrevet af Mikael Hvass Hedahl Læringskonsulent for fysik/kemi

Næste blad udkommer i slutningen af december 2020 eller januar 2021

Bladet er planlagt som et udpræget pædagogisk nummer med god inspiration til undervisningen.

Bladet kommer bl.a. til at indeholde nogle artikler fra temadagen på NBI. Endvidere vil der være nogle artikler med forsøg oma.

Ligger du inde med gode beskrivelser om forsøg og undervisningsforløb, du vil dele med andre så skriv til redaktøren, og send en artikel og beskrivelsen af dine forsøg, så kvitterer vi med god rødvin eller en god bog for indsatsen.

Lad os endelig høre fra dig!

Send mail til redaktøren, Michael Schmidt, [misc2812@gmail.com](mailto:misc2812@gmail.com)

Ser frem til at høre fra dig.

**fysik.**  
**kemi**  
**natur-teknologi**



**Lærer Stefan Lemser Eychenne og lærer Claus Rintza har modtaget H. C. Ørsted Bronzemedalje.**

**Selskabet for Naturlærens Udbredelse (SNU) overrakte den 7. september 2020 to H.C. Ørsted Medaljer i bronze for fremragende formidling af naturvidenskab i grundskolen til lærer Stefan Lemser Eychenne fra Den dansk-franske Skole på Tagensvej i København og lærer Claus Rintza fra Bagsværd Kostskole og Gymnasium. Med hver medalje følger et rejselegat på 25.000 kr, sponsoreret af firmaet Haldor Topsøe, og et legat til medaljemodtagerens skole på 25.000 kr. til brug for et naturfagligt projekt**

**Om medaljemodtagerne siger formanden for bedømmelsesudvalget, Erland Andersen fra Danmarks Fysik- og Kemilærerforening:**

**Lærer Stefan Lemser Eychenne fra Den dansk-franske Skole er en ung og entusiastisk lærer, der formår at engagere og motivere alle elever i arbejdet med naturfag.**

**Gennem en spændende og virkelighedsnær undervisning vækker han interessen hos elever i alle aldre, fra børnehaven til afgangsklasserne, og både hos drenge og piger. Stefan har udarbejdet en simulation om radioaktivitet som han via internettet stiller til rådighed for alle naturfagslærere – og således har hjulpet naturfagsunderviserne under Coronanedlukningen.**

**I løbet af sine relativt få år som naturfagsunderviser har Stefan taget initiativ til utroligt mange forskellige tiltag som deltagelse i Artis-konkurrencen, hvor science og kunst går op i en højere enhed. I 2016 vandt skolen ndt Young ART-Scientists prize i 2016. Og med Stefan som initiativtager deltog skolen i "Flying Hacker Lab´ Italien" og vandt i 2019 'The Ultimate Arduino Challenge'. Det betød, at skolen skulle vise sit produkt ved "Maker Faire Rome! Europas største innovationsmesse med 130.000 deltagere.**

**En gang om ugen laver Stefan spændende naturfaglige aktiviteter for skolens børnehaven.**

**Han har konstrueret hjemmebyggede mikroskoper som eleverne selv kan samle. Instruktionen til bygning af mikroskoperne er lagt ud på internettet så alle kan bruge den. Desuden arbejder Stefan med eleverne med 3D print, programmering samt udarbejdelse af undervisningsmaterialer om fysik og svagstrømselektronik.**

---

I sin fritid er Stefan aktiv i "Coding Pirates". Erfaringerne herfra tager han med sig hjem på skolen, så han kan arbejde med kodning sammen med eleverne. Mange weekender bruges på skolen til workshops sammen med eleverne. Her skiller man legetøj ad for at samle det igen og derved lære om teknik, teknologi og kodning.

Lærer Claus Rintza fra Bagsværd Kostskole og Gymnasium er en erfaren lærer, der udvikler en livslang interesse for naturvidenskab hos sine elever, ved at skabe en innovativ, inspirerende og samtidig tryk undervisningssituation. Han pirrer elevernes nysgerrighed, får dem til at samarbejde og kaste sig over "vilde" eksperimenter i et trygt miljø.

Han følger ikke altid de mere standardiserede forsøg/eksperimenter, men udtænker selv nye opstillinger i den praktiske naturfagsundervisning.

Claus er faggruppeformand på skolen og altid klar til at give faglig assistance, gode råd og hjælp med et smil og en venlig bemærkning, og han tager initiativ til særligt tilrettelagte camps og lejrskoler som Science Talenter i Sorø, ligesom han inspirerer eleverne til at deltage i både Nordisk Matematik Konkurrence og Unge forskere. Han har også startet et samarbejde med erhvervslivet og eksterne naturfaglige miljøer. Vestforbrændingen, Zoologisk Museum, Kemi på KU og Epilepsihospitalet Filadelfia indgår derfor nu som en naturlig integreret del af undervisningen.

Han får sine elever til at samarbejde, eksempelvis ved at løse grublere/månedsopgaver hvor de skal tænke ud af boksen. Hvis grubleren løses, er belønningen er flødeboller til hele klassen!

Et par elevcitater:

"Claus er altid glad og positiv og hans livsglæde smitter i så høj grad, at det er umuligt ikke også at blive glad i hans timer."

"Den bedste ting ved at have Claus er, at han altid ved, hvornår man har brug for hjælp og han kan altid hjælpe, så man ikke sidder fast i en opgave (hvilket ikke er så sjovt). Det er også fedt at have en lærer, der altid smiler, når han snakker om de forskellige emner"

Dorte Olesen fra SNU siger: " Vi er meget glade for at kunne begynde fortsætte vores samarbejde med firmaet Haldor Topsøe med at give to medaljer her i 200 året for H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen, både til en ung og til en lidt mere erfaren lærer."

Om samarbejdet med Haldor Topsøe siger Dorte Olesen videre: " Haldor Topsøe har allerede gennem mange år haft tæt samarbejde med grundskolelærere og har givet dem og deres elever mulighed for at se og høre hvordan naturvidenskab bruges i virkeligheden. Det støtter vi op om at synliggøre også gennem disse medaljeuddelinger".

Ole Stahl fra Haldor Topsøe siger om det nye samarbejde: "Haldor Topsøe er glade for at kunne fortsætte samarbejdet med Selskabet for Naturlærens Udbredelse og på den måde sætte endnu mere fokus på den vigtige formidling af naturvidenskab, som ligger i undervisningen i grundskolen."

## *Selskabet for Naturlærers Udbredelse*

Energiselskabet Ørsted støtter fra 2019 legater, der følger med guldmedaljen, sølvmedaljen og medaljen til inspirerende gymnasielejere samt sponsorerer selve guldmedaljen i 2019 og 2020.



Firmaet Haldor Topsøe A/S sponsorerer fra 2019 et legat til skolen, et til læreren og selve H.C. Ørsted medaljen til inspirerende grundskolelærere

Carlsbergs Mindelegat støtter i 2019-2020 uddelingen af SNU's H.C. Ørsted Guldmedalje

**SNU**

*Selskabet for Naturlærers Udbredelse  
Stiftet af H.C. Ørsted i 1824.  
Under protektion af Hendes Majestæt Dronningen.*

## *H.C. Ørsted Medaljen*



### H.C. Ørsted Medaljen

SNU fokuserer på formidling af den bedste og nyeste naturvidenskabelige forskning. Vi belønner fremragende forskning og formidling med H.C. Ørsted Medaljer. Medaljerne findes i guld, sølv og bronze. Modtagerne kan ses på næste side.

H.C. Ørsted Medaljen i guld gives for fremragende videnskabelige arbejder inden for fysikkens og kemiens områder. Der skal være tale om forskning i verdensklasse, og modtageren skal have publiceret inden for de seneste seks år.

H.C. Ørsted Medaljen i sølv gives for fremragende forskningsformidling af naturvidenskab og teknologi til bredere kredse gennem en længere årrække.

H.C. Ørsted Medaljen i bronze gives for mangeårig fremragende formidling af eksakt naturvidenskab gennem undervisning, museumsvirksomhed, arrangement af konkurrencer, foreningsvirksomhed eller tilsvarende. Siden 2012 er medaljen årligt uddelt til særligt inspirerende gymnasielærere i naturvidenskab og teknologi.

Fra 2019 gives den også til lærere i naturvidenskab i grundskolen



### H. C. Ørsted Medaljen - GULD:

- 2019: Professor Karl Anker Jørgensen
- 1989: Professor Thor A. Bak
- 1977: Professor K.A. Jensen
- 1974: Professor Jens Lindhard
- 1970: Professor Chr. Møller
- 1970: Professor Aage Bohr
- 1965: Professor Bengt Strömgren
- 1959: Professor J.A. Christiansen
- 1959: Civilingeniør Paul Bergsøe
- 1952: Professor Alex Langseth
- 1941: Professor Kaj Linderstrøm-Lang
- 1928: Professor P.O. Pedersen
- 1928: Professor Niels Bjerrum
- 1928: Professor J.N. Bronsted
- 1924: Professor Niels Bohr
- 1916: Professor Martin Knudsen
- 1912: Professor C. Christiansen
- 1909: Professor S.P.L. Sørensen

### H. C. Ørsted Medaljen - SØLV:

- 2020: Videnskabsredaktør, ph.d. Jens Ramskov
- 2019: Professor, ph.d. Thomas Bolander
- 2016: Lektor, ph.d. Anja Cetti Andersen
- 2000: Docent, dr. scient. Jens Martin Knudsen
- 1999: Professor, dr.phil. Ove Nathán
- 1991: Professor, dr. phil. N.O. Lassen
- 1990: Videnskabsjournalist Jens J. Kjærgaard
- 1988: Forfatter Niels Blædel
- 1980: Lektor, dr.phil. K.G. Hansen

### H. C. Ørsted Medaljen – BRONZE:

- 2020: Lærer Stefan Lemser Eychenne, Den dansk-franske skole
- 2020: Lærer Claus Rintza, Bagsværd Kostskole og Gymnasium
- 2019: Lektor Michael Løntfer Jensen, Alsundgymnasiet Sønderborg
- 2019: Lærer Jeannette Overgaard Teilmann Madsen, Asgaard Skole
- 2018: Lektor Ole Bakander, Allerød Gymnasium
- 2017: Lektor Bjørning Grøn, Viborg Katedralskole
- 2016: Lektor Martin Frøhling Jensen, Næstved Gymnasium
- 2015: Lektor Henrik Parbo, Aarhus Katedralskole
- 2014: Lektor Pia Halkjær Gommesen, Faaborg Gymnasium
- 2013: Lektor Peter Arnborg Videsen, Viborg Gymnasium og HF
- 2013: Lektor Niels Christian Hartling, Birkerød Gymnasium
- 2012: Rektor Jannik Johansen, Frederiksberg Gymnasium
- 2006: Lektor Finn Berg Rasmussen, Københavns Universitet
- 2004: Lektor Erik Schou Jensen, Geologisk Museum
- 2003: Videnskabsjournalist Ryan Holm

---

# Danmarks Fysik- og Kemilærerforening sammen med Natur og teknologi



Kære medlemmer af  
Danmarks Fysik- og Kemilærerforening sammen med Natur og Teknologi.

Hermed sendes endelig DAGSORDEN inden DFKFs generalforsamling d. 7. november 2020 med start kl. 11 på NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København. Generalforsamlingen finder sted Auditorium A.

## **Dagsorden ifølge vedtægter:**

1. Valg af dirigent og referent
2. Formandens beretning
3. Kassereren fremlægger det reviderede regnskab til godkendelse
4. Indkomne forslag
5. Kassereren fremlægger budgettet
6. Fastsættelse af næste års kontingent
7. Valg af formand
8. Valg af bestyrelse og to suppleanter
9. Valg af 1 revisor og 1 revisorsuppleant
10. Fastlæggelse af tid og sted for næste års generalforsamling
11. Eventuelt.

.....

Vedtægter for indkaldelse

### **Paragraf 7:**

Ordinære generalforsamlinger indkaldes med mindst 8 ugers varsel ved bekendtgørelse på foreningens hjemmeside og ved særskilt meddelelse til de enkelte medlemmer.

### **Stk. 2:**

Endelig dagsorden og relevante arbejdsplaner udsendes til medlemmerne senest 4 uger før generalforsamlingen.

### **Note:**

Af hensyn til Corona og har vi måtte flytte lokationen af generalforsamlingen fra Odense til København. Et flertal i bestyrelsen har stemt for dette. Dvs. der ikke har været en enig bestyrelse for at flytte generalforsamlingen.

Af hensyn til Corona og planlægningen bedes tilmelding til arrangement ske inden den 5. november til formanden på mail [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)

# GAS

MUSEET

LEG



LÆR



OPLEV



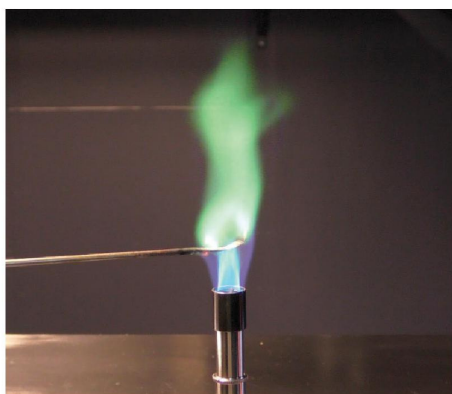
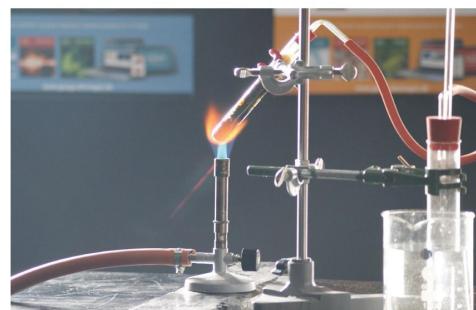
Lær om fortidens og fremtidens energiscenarier. Få historien om fortidens mørke og kulde, om nutidens velfærd og komfort og om fordele og ulemper ved fossile og vedvarende energikilder.



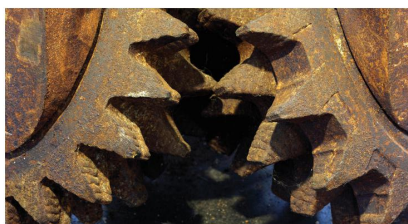
Hvor fører udviklingen os hen, når vi går fra kul, olie og gas til fremtidens grønne energikilder? Hvad vil det betyde for vores liv og muligheder i fremtiden?

GASmuseet tilbyder en unik mulighed for at udforske sammenhængen mellem energi miljø, teknik og samfundsliv - før, nu og i fremtiden.

- Attraktivt læringsmiljø
- Interaktiv formidling
- Interaktive læringsforløb
- Enestående specialviden
- Tværfaglige perspektiver
- En rigtig god historie...



GASmuseets ScienceUNiVERS er åbent fra marts til september. Hele året tilbydes skræddersyede oplæg og rundvisninger om gas og energi.



**GASmuseet**

Gasværksvej 2 · 9500 Hobro

Tel. +45 53 71 51 20

[www.gasmuseet.dk](http://www.gasmuseet.dk)



Hobro