

# STEM

## UNDERVISNING



**FAGBLAD FOR NATURFAGSUNDERVISERE I GRUNDSKOLEN**

Nummer 4 - December 2024

ISSN 2794-3313





## H.C. Ørstedmedaljen i Bronze 'Nobelprisen' for Naturfagsformidling i grundskolen

*"Kender du et team eller en lærer, der underviser i naturfag på grundskoleniveau, og som fortjener anerkendelse for det store arbejde de gør. Så skynd dig at indstille dem til H.C. Ørstedmedaljen i bronze!"*

*Prof. ph.d. Anja C. Andersen, Præsident SNU*

Med bronzemedaljen følger også et **rejselegat på 25.000 kr.** samt et legat til medaljemodtagerens institution på 25.000 kr. til brug for et naturfagligt projekt. Begge legater er sponsoreret af firmaet Topsoe.

Se mere på [www.snu.dk](http://www.snu.dk)

**TOPSOE**  
Making Energy Transition

**SNU**

Selskabet for  
Naturlærers Udbredelse



Introduction to Solid State Physics  
SIXTH EDITION

Geometry, Particles and Fields

QUANTUM PHYSICS

INTRODUCTION TO  
B. H. BRANDEN AND  
C. J. JOACHIM

ATOMS AND MOLECULES  
LONGMAN

Introduction to  
CTRODYNAMICS  
PHIPE  
THIRD EDITION  
PRENTICE HALL

LECTURES ON PHYSICS  
THE FEYNMAN LECTURES ON PHYSICS  
VOLUME II  
2014

CHEMISTRY  
The Central Science: A Brief Perspective 2e  
BRONN, MANNING, LE MAY, LEWIS, BURSTEN, SHRYVE

PRINCIPLES & PRACTICE OF PHYSICS  
MAZUR

ASTRONOMY  
Principles and Practice  
A. E. RAY and D. CLARKE  
FOURTH EDITION

INTERACTING ENTITIES  
SASA-FEJ 22

GALACTIC ASTRO  
THE EARLY UNIVERSE  
TIMP

ASTROPHYSICS II



Medlemsblad for  
Danmarks Naturfagslærerforening  
issn: 2794-3313 (tryk)  
issn: 2794-5405 (online)

*Ansvarshavende redaktør*

Emil Sølyst Hjerl  
Skibsbakken 20  
5881 Skårup  
22 86 18 78  
hehjerl@gmail.com

*Redaktion & layout*  
Stefan Holm

*Redaktion*  
Pia Larsen

*Danmarks Naturfagslærerforenings  
bestyrelse:*

Emil Hjerl  
Kristoffer Brinch Laden  
Iben Leth Jensen  
Ole Grevalt  
Jakob Spricker  
Majken Grünwald  
Mikkel Haasum-Barkholt  
Pia Larsen

[www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)

Holdninger udtrykt i bladets artikler, er ikke nødvendigvis et udtryk for foreningens holdninger.

Årligt kontingent til DNLF:  
Almindeligt medlemskab: 449 kr.  
Skolemedlemskab: 500 kr.  
Studerende og pensionister: 225 kr.

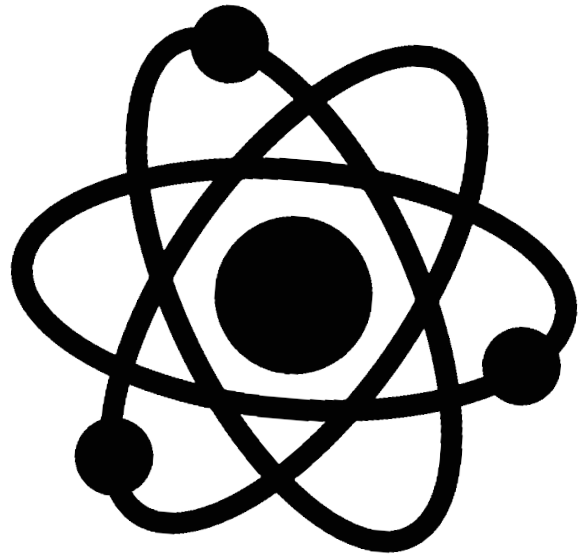
Næste blad forventes marts 2025

# STEM

## UNDERSVISNING

## Indhold

5	Kære læser
6	Inspiration til Fagteamet
8	Tunneltalenterne
10	Krimikemi
16	Fascination under linsen
18	Hår under mikroskop
20	Showkemi
22	Variabelsammenhæng
26	Højtbegavede elever
28	Ark til evaluering af undersøgelseskompetencen
30	Kemisk risikovurdering i naturfagslokalet
37	Bog anmeldelse: Gastrokemi og Smagshåndværk
38	Videogenerering med AI
40	Undersøgelseskompetence i praksisperspektiv
43	Lego-kræfter



# *Kære læser*

Så er året 2024 ved at lakke mod enden.

Bestyrelsen arbejder målrettet på at gøre foreningen til et attraktivt tilvalg for både skoler og private medlemmer. Vi kan se, at vores arbejde med at finde relevante samarbejdspartnere har en positiv effekt i forhold til skolemedlemskaber, og vores tilstedeværelse ved både Big Bang, Unge Forskere, Insero-konferencen og Lederneskonference har givet os en større synlighed. Professionshøjskolerne kender nu alle til os og bidrager med input til vores medlemsblad, så vi kan få relevant inspiration fra kommende kolleger og viden fra lektorerne.

I år har vi haft tre temaer i STEM-tidsskriftet. Det første tema handler om, hvordan generativ AI kan bruges meningsfuldt i undervisningen af både undervisere og elever. Det andet tema har omhandlet højtbegavede elever, hvor vi har set på, hvordan vi kan støtte eleverne i den almene undervisning, uden at det kræver ekstra forberedelse. Det tredje tema har været en fortsættelse fra 2023, hvor vi har givet inputs til, hvordan I i samarbejde kan udvikle jeres praksis i jeres fagteams.

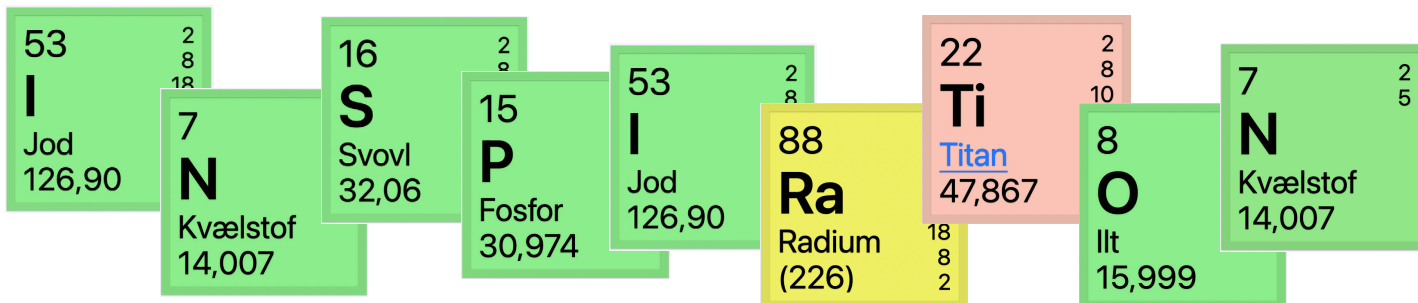
Sidst men ikke mindst har vi været så heldige at få to bestyrelsesmedlemmer med i Fagforenyelsen i henholdsvis fysik/kemi og natur/teknologi. Skriv endelig med input til Ole Grevald (fysik/kemi) og Emil Hjerl (natur/teknologi), så vi kan få jeres tanker og ideer med i denne proces. I kan skrive til [admin@fysik-kemi.dk](mailto:admin@fysik-kemi.dk).

Husk at vi tirsdag d. 10/12 holder et online-dialogmøde, hvor vi skal snakke om, hvordan vi bliver en levende og vedkommende forening for vores medlemmer. Tilkendegiv din interesse for at deltage med en mail til [denlevendeforening@fysik-kemi.dk](mailto:denlevendeforening@fysik-kemi.dk), så får du tilsendt dagsorden og mødelink en uge før mødet.

Næste års generalforsamling kommer til at foregå i Århus - nærmere lokalitet og tidspunkt bliver sendt ud i det nye år.

Rigtig god jul og godt nytår

Emil Hjerl  
Formand 🌟



# Inspiration til fagteamet

- Fokus på variabler

Af Emil Hjerl

Til dette fagudvalgsmøde vil det være en god idé at medbringe kopiark, hvor I har eksempler på de eksperimenter, I gennemfører sammen med eleverne.

I undervisningen spiller eksperimenter en central rolle i at forstå og udforske videnskabelige koncepter. For at eleverne kan opnå en dybdegående forståelse af videnskabelige metoder, er det væsentligt, at de lærer at identificere og arbejde med variabler.

Dette inkluderer forståelse af årsagssammenhænge, nøjagtighed og pålidelighed af data samt betydningen af kontrolvariabler. Følgende aktivitet har til formål at hjælpe naturfagsfagteamet med at udvikle en god kultur, der fremmer dybere refleksion hos eleverne omkring deres forforståelser.

Det første skridt i aktiviteten er at udvælge en række eksperimenter, der er relevante for jeres pensum, og som indeholder muligheden for at arbejde med forskellige variabler, og hvordan de påvirker resultaterne. Eksempler på eksperimenter kan omfatte:

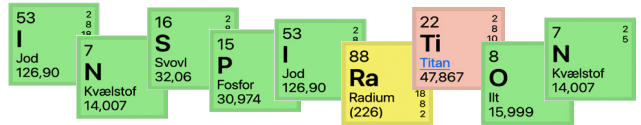
- **Planter og lys:** Undersøgelse af, hvordan mængden af lys påvirker plantevækst.
- **Vand og temperatur:** Analyse af, hvordan temperaturen påvirker vandets fordamning.
- **Syrer og baser:** Undersøgelse af, hvordan pH-niveaet påvirker reaktionen mellem syrer og baser.

For hvert eksperiment skal I reflektere over, om eksperimentet har det fokus, I ønsker det skal have, eller om der skal tilføjes eller fjernes dele af eksperimentet, således at de ønskede pointer kommer i spil. Det kunne for eksempel være ændringer i:

- **Formål med eksperimentet:** Hvad skal undersøges?
- **Variabler:** Identifier uafhængige, afhængige og kontrolvariabler.
- **Metode:** Beskriv, hvordan eksperimentet skal udføres eller ændres.
- **Dataindsamling:** Skal eleverne have udleveret skemaer, eller skal de selv designe skemaer?
- **Refleksion:** Spørgsmål til eleverne om deres forforståelser, og hvordan disse kan påvirke deres resultater og forklaringer.

Det andet skridt handler om, hvordan arbejdet med eksperimentet evalueres. Hvad skal der gives feedback på og hvordan? Fagteamet kan diskutere, hvilke opmærksomhedspunkter der skal være fokus på, når eleverne arbejder med eksperimenterne. Det er her oplagt at tage udgangspunkt i de overvejelser, der blev gjort i forhold til, hvad der skulle være fokus på.

Som opfølgning kan I på næste møde medbringe eksempler på, hvordan eleverne har arbejdet. Det vil være en fordel at have artefakter og billeder med, som illustrerer, om eleverne har forstået eksperimentet, samt belyser, hvordan de eventuelt har misforstået sammenhænge, og hvordan deres eksperimenter har ført til disse misforståelser. 🌀



# Variabler

## Uafhængig variabel:

Den faktor, som du ændrer i et eksperiment for at se, hvordan det påvirker noget andet.

Det er den "årsag", du tester.

## Afhængig variabel:

Den eller de faktorer du måler for at se resultatet af din ændring.

Det er den "virkning", du observerer.

## Kontrolvariabel:

De faktorer, der holdes konstante i et eksperiment, så de ikke påvirker de resultater, du måler.

Det hjælper med at sikre, at ændringerne i den afhængige variabel kun skyldes den uafhængige variabel.

## Eksempel:

Du vil finde ud af, hvordan forskellige typer gødning påvirker planters vækst.

### Uafhængig variabel:

Typen af gødning.

### Afhængig variabel:

Højden eller sundheden af planterne vil være den afhængige variabel, da det er det, du måler for at se, hvordan det påvirkes af den uafhængige variabel.

### Kontrolvariabler:

Mængden af vand, lysforholdene og temperaturen.

# Tunneltalenterne



Illustration Femern A/S

Af Emil Hjerl



**"Tunneltalenterne"** er et spændende undervisningsforløb, der åbner dørene til et af Europas mest ambitiøse infrastrukturprojekter - Femern Bælt-tunnelen.

Dette projekt kombinerer real-world ingeniørudfordringer med tværfaglig læring, der skaber en engagerende oplevelse for elever i grundskolen. Med lærervejledningen, arbejdsark og digitale ressourcer tilgængelige online, bliver både lærere og elever guidet igennem en serie af øvelser og opgaver, der bringer tunnelen og dens opbygning ind i klasseværelset.

## Formål og relevans i undervisningen

Femern Bælt-tunnelen, der skal forbinde Danmark og Tyskland, er ikke blot et byggeri; det er et eksempel på moderne ingeniørkunst, logistik og tværfaglig koordinering. "Tunneltalenterne" giver eleverne en konkret forståelse for, hvordan store infrastrukturprojekter planlægges og gennemføres - fra idéfasen til den færdige konstruktion. Projektet tager udgangspunkt i kernefaglige emner inden for fysik, kemi, matematik og teknologi og opfylder samtidig under-

visningsmålene for naturfagene i grundskolen. Ved at arbejde med virkelighedsnære problemstillinger får eleverne desuden et indblik i STEM-verdenen og de karrieremuligheder, der findes her.

## Lærervejledningens struktur:

Værktøjer og forberedelse  
Lærervejledningen er struktureret med fokus på at gøre det nemt for lærere at tilpasse forløbet til klassetrinnet og elevernes niveau. Den beskriver også, hvordan projektet kan bruges tværfagligt, eksempelvis i kombi-

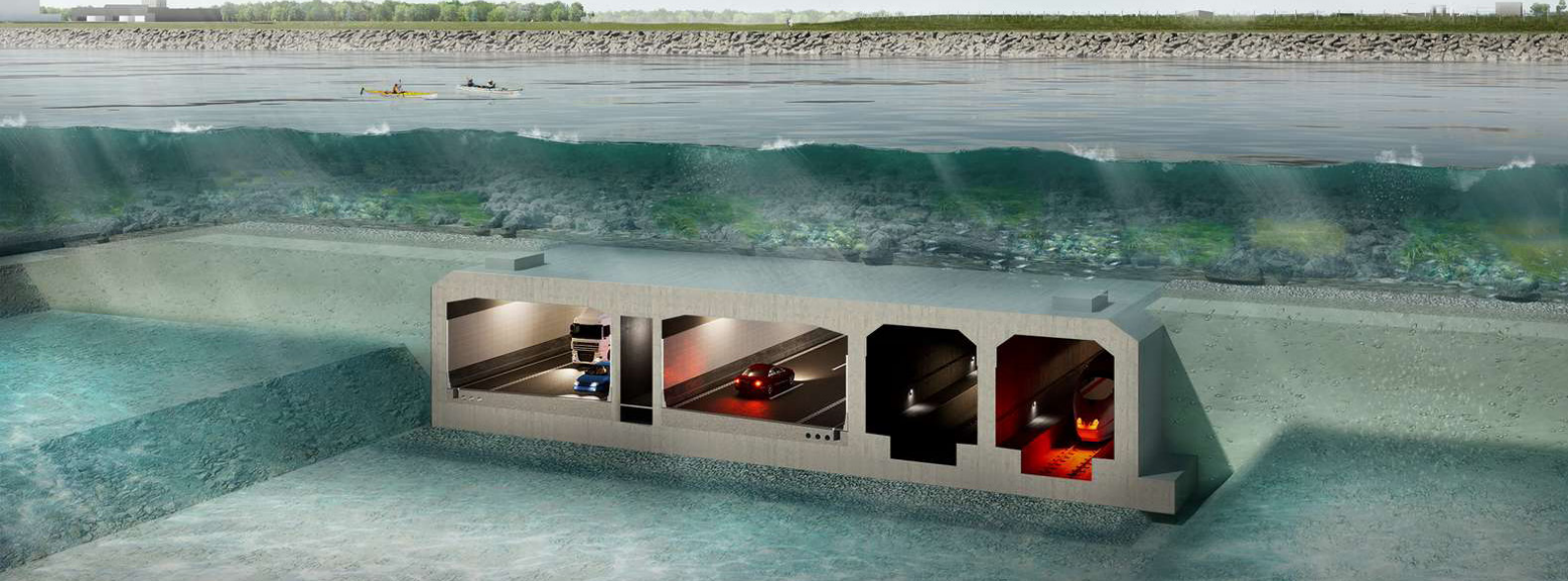


Illustration Femern A/S

nation med dansk, hvor eleverne kan arbejde med dokumentation, rapportskrivning og formidling af deres projekter. Lærervejledningen er opdelt i følgende hovedområder:

### 1. Baggrund og kontekst:

En kort introduktion til tunnelprojektet, dets betydning for Europas infrastruktur, og hvorfor det er relevant at inddrage i undervisningen.

### 2. Læringsmål og kompetencer:

En gennemgang af de læringsmål, der understøttes, og hvilke kompetencer, som projektet hjælper med at udvikle – såsom samarbejde, problemløsning og kreativ tænkning.

### 3. Praktiske aktiviteter:

Detaljer om hver aktivitet, der sikrer, at læreren kan gennemføre øvelserne med de rigtige ressourcer og opnå maksimal læring for eleverne.

### Arbejdsarkene: Konkrete opgaver og hands-on aktiviteter

Arbejdsarkene er en central del af projektet, da de giver eleverne mulighed for at omsætte teori til praksis gennem eksperimenter og opgaver, der relaterer sig direkte til udfordringerne ved tunnelbyggeri.

Nogle af de mest centrale opgaver er:

- **Tryk og belastningstest:** Gennem simple forsøg med materialer som papir, plastik, træ og beton lærer eleverne om forskellige materials styrke og holdbarhed under pres, hvilket hjælper dem med at forstå, hvilke materialer ingeniører vælger til tunnelkonstruktion.
- **Design og bygning af mini-tunneler:** Eleverne arbejder i grupper for at designe og bygge deres egne små tunnelmodeller, hvor de skal tage hensyn til faktorer som tryk, stabilitet og vandskader. Dette giver eleverne praktisk erfaring med ingeniørens udfordringer i en overskuelig skala.
- **Miljøpåvirkning og bæredygtighed:** En vigtig del af arbejdsarkene handler om at tænke på de miljømæssige konsekvenser af byggeriet. Eleverne udfordres til at diskutere og analysere, hvordan en stor byggeplads påvirker naturen, dyrelivet og de omkringliggende økosystemer, og hvordan ingeniører kan arbejde for at minimere negative påvirkninger.

### Tværfagligt perspektiv: Matematik, naturfag og formidling

Projektet er udformet, så det kan integreres i forskellige fag. I natur/teknologi og fysik/kemi arbejder eleverne med fysiske love og beregninger omkring tryk, spændinger og materials egenskaber.

Matematik indgår i målinger, beregninger og dataanalyse, hvor eleverne lærer at arbejde med realdata og resultater. Desuden er der mulighed for, at eleverne i dansk kan arbejde med formidling og rapportskrivning, hvor de formulerer deres resultater og præsenterer dem for klassen.

### Tunneltalenterne

"Tunneltalenterne" giver eleverne en unik mulighed for at dykke ned i et emne, der for mange elever kan virke fjernt, men samtidig utrolig relevant.

Ved at bruge Femern Bælt-tunnelen som case har de mulighed for at forstå store, komplekse byggeprojekter i et skaleret, virkelighedsnært undervisningsformat. Samtidig udvikler eleverne en praktisk forståelse af ingeniørvidenskab, teknologi og bæredygtighed. Forløbet understøtter en udforskende læringsform, hvor eleverne selv er aktive deltagere i at finde løsninger og opnå nye indsigter. 🌐

# Krimikemi

med syrer og gasser

Af Emil Hjerl

Dette undervisningsmateriale er udviklet af Sebastian Konzior og Jonas Sparrewath Nielsen i samarbejde med Emil Hjerl under et praktikforløb. Den grundlæggende tanke er, at eleverne skal indtage rollen som efterforskere, hvor de får mulighed for at anvende deres viden i virkelighedsnære scenarier. Dette fremmer ikke blot deres kritiske tænkning, men også deres evne til at analysere og forklare komplekse naturfaglige fænomener.

Forløbet, der beskrives her, er en opsamling på undervisning i kemisk analyse af salte og gasser. Eleverne kender altså til vandets, nitrogens og kulstofs kredsløb og har arbejdet med et skema, der viser, hvordan man påviser saltsyre, salpetersyre og svovlsyre, samt hvordan man påviser gasserne oxygen, kuldioxid, nitrogen, helium, hydrogen, klor og propan/butan fra gashanerne. Eleverne skal demonstrere, at de kan konkludere sammenhængen mellem de cases, de skal undersøge, og den teoretiske viden om kredsløb og kemiske reaktioner, de tidligere har arbejdet med. Husk at tale med eleverne om, at casene ikke er absolut realistiske – at det er noget “vi leger”. I kan eventuelt diskutere, hvad der er realistisk, og hvad der ikke er. Det er en fin mulighed for at ræsonnere og argumentere med naturvidenskab.

Aktiviteten understøtter elevernes færdigheder indenfor sikker håndtering af ukendte stoffer og deres evne til at dokumentere og formidle resultater gennem simpel journalføring. Samtidig udfordres eleverne til at begrunde deres arbejdsprocesser, hvilket styrker deres forståelse af og refleksion over den naturvidenskabelige metode.

### **Forløbet**

Eleverne bliver præsenteret for et kort over lokalområdet, hvor de forskellige politisager er markeret. Til hver af de 11 sager er der tilknyttet en kort politirapport, der beskriver, hvad der er sket, samt ét bevismateriale som enten er en ukendt gas-, væske- eller jordprøve. Elevernes opgave er at anvende så lidt af prøven som muligt til at give en forklaring på, hvad der kan være sket i de forskellige hændelser. Det er vigtigt, at eleverne ikke bruger alt bevismaterialet, da politiet ikke har taget flere prøver, og det vil være en god idé, at flere grupper laver de samme undersøgelser for at få et retvisende billede af, hvad der kan være sket. Når alle casene er løst, skal grupperne redegøre for, hvad de på baggrund af deres kemiske analyser er kommet frem til – enten for læreren eller i plenum.

### **Lærerforberedelse**

For hver case skal der forberedes et bevismateriale – en lynlåspose med jord, en vandbeholder med væske eller en urinpose med en gasprøve. Husk at holde gasprøverne i forsvarlig afstand til åben ild, og gør eleverne opmærksom på sikkerhedsadfærd ved omgangen med ukendte gasser, både med hensyn til indånding og brand/eksplosionsfare. Her følger en liste over, hvilke bevismaterialer der skal laves til de forskellige cases, samt en kort forklaring på, hvad der er sket. Andre plausible forklaringer fra eleverne er dog også velkomne – så længe de er baseret på deres analytiske arbejde med prøverne og gode argumenter.

### **Operation Åkande**

Der er tilført enten gødning eller for meget organisk materiale til søen, så den har fået et højt indhold af nitrat, der i forbindelse med vand under helt særlige forhold kan danne saltpetersyre. Bevismateriale: En vandprøve, der indeholder en mild koncentration af saltpetersyre.

### **Operation Fluesvamp**

Det lokale forbrændingsanlægs filter er gået i stykker, og svovlgasser har blandet sig med regnen over skoven og dannet sur nedbør. Hvis det er muligt, placeres lokaliteten af denne hændelse i nærheden af det lokale forbrændingsanlæg eller kraftvarmeverk, hvor de afbrænder enten træ eller affald. Bevismateriale: En jordprøve, som indeholder en mild svovlsyre.

### **Operation Park**

Hændelsen er et læk fra svømmehallen. Placer denne hændelse på et grønt areal i nærheden af den lokale svømmehal. Bevismateriale: En jordprøve, der indeholder saltsyre.

### **Operation Fulderik**

Kroejeren pumper oxygen ind i kroen, så gæsterne får mere ilt til hjernen og derfor bliver mere friske og festlige – en metode, der går rygter om, de bruger på casinoerne i Las Vegas. Bevismateriale: En urinpose med oxygen.

### **Operation Hjemløs**

Gasflaskerne, som indeholder propangas, har lækket. Den lækkede

gas er blevet antændt, hvorefter gasflaskerne er eksploderede. Vær opmærksom på sikkerheden hos eleverne, når de bruger denne gas. Bevismateriale: En urinpose med gas fra skolens gashaner.

### **Operation Badevinge**

Saltsyren kommer fra den lokale svømmehal, hvor der er hul på et filter og kloakrør. Bevismateriale: En mild koncentration af saltsyre.

### **Operation Bog**

Bevismateriale: Urinpose med helium.

### **Operation Ornitolog**

Stakkels brutus er død af kulilteforgiftning, fordi Gitte har brændt for mange af sine stearinlys af. Bevismateriale: En urinpose med kuldioxid.

### **Operation Glashus**

Den stakkels praktikant har vandet med syre i stedet for gødning. Bevismateriale: En jordprøve, der indeholder svovlsyre.

### **Operation Stank**

Forvalteren er død af kvælning på grund af et ualmindeligt alvorligt nitrogenudslip fra rensningsanlægget. Bevismateriale: En urinpose med nitrogen.

### **Operation Elon**

Jens har prøvet at lave brændstof med hydrogen. Bevismateriale: En urinpose med hydrogen.

### Operation Åkande

Flere borgere i kommunen, og specielt folk fra [lokal by], har kontaktet kommunens Center for Teknik og Miljø. Centerchefen Dorthe Pedersen udtaler, at de mange henvendelser alle vedrører [Lokalt område med sø], og mere specifikt, at der er observeret mange døde dyr i [Søen].

Dorthe Pedersen ønsker at komme til bunds i den chokerende sag i det folkekære naturområde. Hun beder efterforskerne undersøge, hvad der kan være årsag til de døde vanddyr. Kommunen har sørget for at tage en vandprøve fra søen. Prøven er sendt til undersøgelse.

### Operation Fluesvamp

"Der er problemer i skoven," sådan begynder skovfoged Hans Hansen sit oplæg til lokalbefolkningen i [lokal by]. Et stort område, der plejer at fungere som spisekammer for mange af skovens dyr, er nu næsten totalt øde. Planterne er væk, og svampe dækker skovbunden. Jordprøver viser utrolig sur jord på stedet. Skovfogeden har brug for hjælp til at redde skoven og dyrene. Han har sendt jordprøver til undersøgelse, og det er jeres opgave at finde ud af, hvad der har gjort skovbunden så sur.

### Operation Park

Der er taget jordprøver fra det lokale friluftsområde [Park navn], og prøverne er sendt til laboratoriet. Der har de seneste år været flere og flere døde planter, hvorfor kommunen har valgt at undersøge, hvad det skyldes. Rhododendronen har dog aldrig stået i flottere flor, melder Tine Hansen med de grønne fingre.

### Operation Fulderik

Den lokale kro har længe været mistænkt for at have urent mel i posen. På meningsmålinger fra lokalområdet ser man, at den konstant ligger højere end andre kroer i lokalområdet.

Naboerne klager ofte over højroastede stemmer og latter til langt ud på natten. En opmærksom nabo har måske fundet grunden til kroens succes. Gasbeholdere er blevet set leveret til kroen sent om natten, og nu er der slået alarm til myndighederne. Det viser sig, at kroen længe har pumpet gas ind for at gøre gæsterne "glade".

Politiet er på bar bund og har derfor bedt jer om hjælp.

### Operation Hjemlås

Skolelederens bolig brændte natten til fredag ned under et større spektakel i [By].

02:54 - Brandvæsnet ankom så hurtigt de kunne, men deres vurdering var, at boligen ikke stod til at redde. De sikrede sig, at alle boligens beboere kom ud i god behold, og kun enkelte havde behov for iltmaske. Brandvæsnet koncentrerede sig om, at branden ikke spredte sig til skuret på grunden og de omkringliggende huse.

03:03 - Branden vurderedes at være under kontrol, men pludseligt lød der et kæmpe brag; der skete en større eksplosion. De omkringværende gløder blussede kraftigt op, og flere steder antændte træværket på ny.

Husejer og skoleleder [Navn] melder, at en række ens trykflasker var efterladt i kælderen af den tidligere ejer. Under noget nedfaldent gulv fandt brandvæsnet en sådan trykflaske, der havde overlevet branden.

Brandmesteren ønsker en test af trykflaskens indhold for at få klarlagt, om trykflaskerne kunne være årsag til eksplosionen.



### Operation Badevinge

Grethes Jogging Klub for Pensionister, veg i forrige uge bort fra deres faste rute, hvilket tog dem forbi Svømmehallen. Da de løb på vestsiden af svømmehallen, forbi Squash Klubben, lagde de mærke til flere døde småkravl i græsset langs den smalle sti. Klubben fortsatte nordpå til [vejnavn] for, at kunne løbe langs markerne. Her så de flere døde husdyr ligge på marken. Grethe har kontaktet efterforskerne i denne sag, da hun går meget op i miljøet og mener, at der må være noget helt galt, siden dette kan lade sig gøre.

Klubben rapporterede endvidere, at samtlige medlemmer havde haft det dårligt efter, at de havde gjort holdt ved åstedet. Selvom samtlige medlemmer i Grethes Jogging Klub for Pensionister led af forkølelse og tilstoppede næser, mener de ikke, at dette ligger til grund for deres ildebefindende.

Undersøg prøven for at finde ud af, hvad der kan ligge bag hændelsen.

### Operation Bog

Der var uventet action for de tilstedeværende gæster i går aften på byens bibliotek. Under Shubidua-kopibandets koncert til ære for den nye hvaldekoration gik der hul på nogle af ballonerne i lokalet, og fællessangen blev hurtigt noget anderledes at lytte til, inden gæsterne faldt besvimeede om. Bibliotekaren var overbevist om, at eleverne stod bag de sprængte balloner, men det viste sig, at dårlig latex i ballonerne var skyld i "eksplosionerne". Da ballonerne var købt udefra, er der tvivl om, hvilken gas de indeholdt. Politiet har samlet en gasprøve fra en ballon, men kan ikke selv analysere prøverne. De har derfor bedt om hjælp fra jer.

### Operation Ornitolog

Pensionist og ivrig stearinlysmager, Gitta Nielsen, er fortvivlet. Tidlig fredag morgen fandt hun sin undulat, Brutus, død. Gitta meldte straks "mordet" til politiet, der efter ankomst til åstedet meldte tilbage om ekstrem varme og dårlig luftkvalitet. Politiet har taget luftprøver med og har bedt Gitta Nielsen om at lufte ud. Gitta vil vide, hvad der dræbte Brutus, og politiet har derfor sendt jer en luftprøve til undersøgelse.

### Operation Glashus

Planteskolen [navn], som normalt er en værdsat leverandør af økologiske varer til lokalområdet, melder om plantedød i deres drivhuse. Flere kunder har måttet gå skuffede derfra med tomme indkøbsnet. Planteskolen har haft en praktikant i aktivering, som har haft ansvar for at gøde drivhusets planter. Ejeren af planteskolen er fortvivlet.

Efterforskerne har modtaget prøver fra plantemulden til undersøgelse.

### Operation Stank

Anlægsforvalteren på byens rensningsanlæg blev tidligt torsdag morgen fundet død, flydende rundt i rensningstanken. Politiet har bekræftet, at der ikke er tale om mord, men forklarer, at det ser ud til, at forvalteren er blevet kvalt på anden vis.

Luftprøver fra anlægsforvalterens lunger viser en stor mængde fremmed gas. Prøven er blevet sendt til jer.

### Operation Elon

Jens Larsen, der længe har kaldt sig selv for "Den danske Elon Musk", er endnu en gang på forsiden af lokalavisen. Hans forsøg med alternative brændstoffer i biler har skabt stort postyr på villavejen, da noget sent torsdag aften gik galt. "Ekspllosionen kunne høres i hele byen, og naboens kat blev så skræmt, at den stadig ikke er kommet hjem," lyder det fra Jens Larsen, der efter hændelsen mangler begge øjenbryn. Han vil ikke sige, hvilken gas han arbejdede med, men politiet har taget prøver og har sendt dem videre til undersøgelse.

## Påvisning af:

### Materialer:

- Vandbad
- Urinposer
- Træpinde
- Reagensglas
- Pipetter
- Prop til reagensglas
- pH-papir eller elektronisk pH-måler

### Gasser

- Oxygen
- Klor - fås ved elektrolyse af 4M saltsyre
- Hydrogen
- Helium
- Carbondioxid
- Nitrogen
- Ammoniak
- Propan fra gashanen
- \*SO<sub>2</sub> - laves udendørs ved afbrænding af svovl direkte nede i kolben.

### Væsker

- Saltsyre, 1M
- Svovlsyre, 1M
- Saltpetersyre, 1M

### Reagenser

- Kobber(II)Sulfat (CuSO<sub>4</sub>)
- CO<sub>2</sub>-indikator eller mættet kalkvand
- Bariumchlorid (BaCl)
- Søvnitrat (AgNO<sub>3</sub>)
- Lakmusudtræk

## Påvisning af:

### Materialer:

- Reagensglas
- Tændstik
- Helium
- Nitrogen

## gasser og salte

### Fremgangsmåde

Forbered gassen

1. Vælg en af gasserne.
2. Beregn gassens masse ved hjælp af atomvægten, som findes i det periodiske system, og vurder om gassen er lettere eller tungere end atmosfærisk luft, som har gennemsnitsværdien på 14,37 unit.
3. Fyld et vandbad med vand. Fyld Reagensglasset med vand og hold det på hovedet under vandet i vandbadet, så vandet bliver i reagensglasset. Før slangen fra urinposen op i reagensglasset og pres langsomt gassen ud, til glasset er halvt til helt fyldt. Sæt prop på under vandet.

Gassen er nu klar til at blive undersøgt.

### Undersøgelse

NOTER UNDERVEJS, HVAD I OBSERVERER.

1. Undersøg, hvad der sker, når du fører en glødende træpind ned i reagensglasset.
2. Fyld et reagensglas med gassen, og undersøg, hvad der sker, når du fører en brændende træpind ned i reagensglasset.
3. I et rent reagensglas drypper du fem dråber af en af indikatorerne. Tilføj gassen og sæt proppen på. Ryst reagensglasset, og noter, om der sker en ændring af indikatoren. Gentag forsøget med de andre indikatorer (AgNO<sub>3</sub>, BaCl, CO<sub>2</sub>-indikator, CuSO<sub>4</sub>)
4. Reagerer gassen ikke med træpinden eller nogen af reagenserne, laves en sammenlignende test for nitrogen og helium. Fyld to reagensglas med gasserne. Hold en brændende træpind 1-3 cm over reagensglasset og fjern proppen. Observer, om flammen bevæger sig.
5. Lav et flowdiagram over analysen, som I kan bruge som bestemmelsesnøgle, når I skal teste ukendte gasser.

### Påvisning af stærke syrer

Brug 1M salpetersyre, svovlsyre og saltsyre

1. Put en lille smule væske, du vil undersøge, i et reagensglas. Test pH- værdien.
2. Tilsæt den ønskede reagens:
  - a. Sølvnitrat (indhold af chlorioner Cl<sup>-</sup>)
  - b. Bariumchlorid (indhold af sulfationer SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)
  - c. Nitron (indhold af ammoniumioner NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
3. Lav et flowdiagram over analysen, som I kan bruge som bestemmelsesnøgle, når I skal teste ukendte væsker.

## helium eller nitrogen

Hvordan kan man finde ud af om gassen er Helium eller Nitrogen?

### Fremgangsmåde

Fyld et reagensglas op med en af gasserne.  
Tænd en tændstik og hold den over glasset.

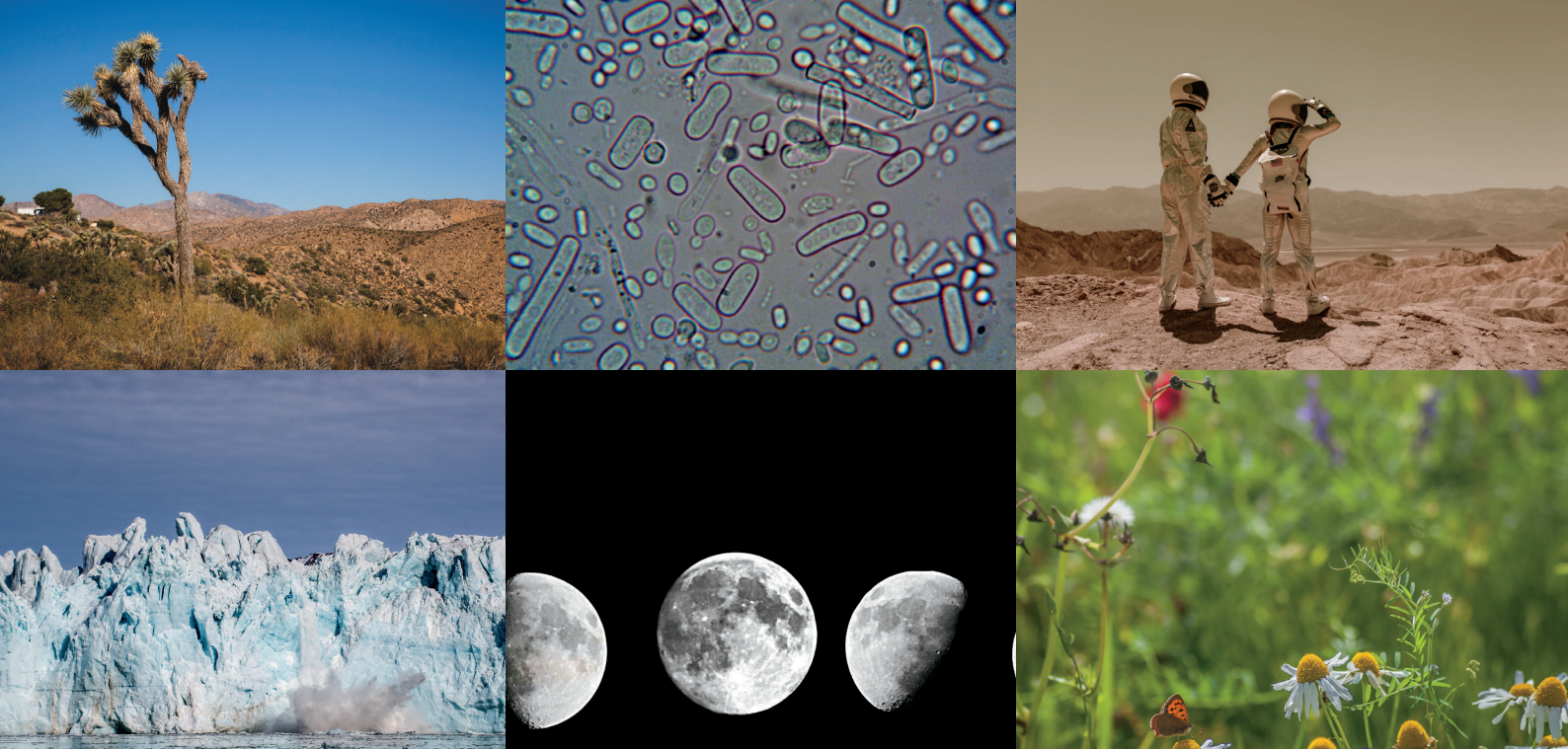
Massefylde af Atmosfærisk luft	1,2 g/L
Massefylde af Helium	_____
Massefylde af Nitrogen	_____

Hvad sker der når det er Helium?

Hvad sker der når det er Nitrogen?

Hvordan kan det være?





Byg videre på din læreruddannelse

# BLIV EKSPERT I STEM-UNDERVISNING

Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning (Science, Technology, Engineering & Mathematics) giver dig nye kompetencer og nye muligheder. Du bliver ekspert i at bringe den nyeste naturvidenskabelige forskning i øjenhøjde med børn og unge – både i din undervisning som lærer og i helt nye roller.

Du kan tage uddannelsen uanset hvor i landet du bor. Uddannelsen er gratis, SU-berettiget og kan læses både som kandidat og erhvervskandidat.

Find mere information på  
<https://bit.ly/stemundervisning>.

## Er du uddannet lærer?

Tag uddannelsen som en erhvervskandidat og få fornyet din faglighed og din undervisning fra dag et. Som erhvervskandidat kan du undervise ved siden af uddannelsen og afprøve dine nye værktøjer med det samme. Du har et kursus per semester i fire år.

## Er du lærerstuderende?

Byg videre på din professionsbachelor og giv dig selv flere karrieremuligheder. Hvis du læser kandidaten på fuld tid over to år, har du to kurser per semester.



*Kandidaten har givet mig en helt anden åben tilgang til fagene. Jeg har lært at se ting på andre måder og prøve nye ting af.*

- Simon, færdiguddannet i 2022



*Det har givet mig venskaber og netværk på tværs af landet, og det kan jeg helt sikkert bruge.*

- Anja, færdiguddannet i 2022



*Jeg har fået rigtig meget med mig, som jeg kan bruge i praksis og som beriger min professionelle hverdag.*

- Pia, færdiguddannet i 2022



# Fascination under linsen

Af Emil Hjerl

Mikroskoper kan åbenbare en fascinerende verden, der ellers er usynlig for det blotte øje. Uanset om du er hobbyist, forsker eller underviser, er mikroskoper et uundværligt værktøj til at udforske mikroorganismer, cellestrukturer og endda almindelige genstande fra hverdagen. Denne artikel guider dig i, hvordan du vælger den rette forstørrelse til dine observationer, samt hvordan du vælger de rigtige objektglas til forskellige materialer, så du får den bedst mulige oplevelse ud af dine mikroskopieksp eksperimenter.

## Valg af forstørrelse: Hvad skal du kigge på?

Når du bruger et mikroskop, er en af de første ting, du skal overveje, hvilken forstørrelse du har brug for til det, du vil observere. Mikroskoper kommer normalt med flere objektiver, som giver forskellige forstørrelsesniveauer – for eksempel 4x, 10x, 40x og 100x. Disse objektiver bruges sammen med okularer, der typisk har en forstørrelse på 10x eller 20x, hvilket giver et bredt spektrum af forstørrelsesmuligheder. Valget af forstørrelse afhænger af størrelsen og detaljegraden af det, du ønsker at observere.

## 10x - 40x: "Større" objekter og materialer fra hverdagen

Med en lav forstørrelse – mellem 10x og 40x – kan du se "større" objekter og materialer, der kræver en vis forstørrelse, men ikke på mikroskopisk niveau. Eksempler på dette er:

- Salt og peber: Krystallerne bliver synlige, og du kan se forskelle i størrelse og form.
- Sandkorn: Forskellige former og farver, der kan være usynlige for det blotte øje, afsløres.
- Plantefrø: Det bliver muligt at se detaljer som overfladetekstur og lagdeling i frøet.
- Insektdele som vinger, ben og antenner: Deres fine strukturer kan observeres ved denne forstørrelse.

Disse objekter er relativt store sammenlignet med mikroskopiske organismer og kræver derfor kun en lav forstørrelse.

Her er det tilstrækkeligt at anvende standard objektglas og dækglass, da de fleste af disse materialer er store nok til at kunne placeres direkte på objektglasset uden behov for yderligere forberedelse.

## 40x - 80x: Planteceller og biologisk materiale

Når du bevæger dig op i mellemområdet, mellem 40x og 80x, kan du begynde at observere mere komplekse biologiske prøver, såsom planteceller. Dette interval er ideelt til at se cellestrukturer, herunder cellevægge, cellekerner og kloroplaster. Eksempler på materialer, du kan undersøge inden for dette forstørrelsesinterval, inkluderer:

- Løgskind: Løgcellerne er tydelige ved denne forstørrelse, og deres aflange form og placering kan ses.
- Blomsterdele som stilke, blade og kronblade: Detaljer i cellevægge og væv bliver synlige.
- Mosser: Cellestrukturen og de små kloroplaster i mossens blade kan observeres.

Ved denne forstørrelse kan du stadig bruge et standard objektglas med dækglass. Materialer som løgskind og kronblade kan skæres i meget tynde skiver og placeres på et objektglas med en dråbe vand og dækkes med et dækglass. Det er vigtigt at sikre, at prøven er tilstrækkeligt tynd for at opnå et klart billede.

## 100x - 400x: Mindre organismer og celler

Når du kommer op på en forstørrelse mellem 100x og 400x, begynder du at kunne observere mindre celler og mikroorganismer. Dette niveau er velegnet til at undersøge:

- Tyresæd: Ved denne forstørrelse kan du observere sædcellernes bevægelse og karakteristiske form. Sæden kan for eksempel købes ved Herefordforeningen fra 110 kr. (hereford.dk)
- Blodceller: Røde og hvide blodlegemer ses tydeligt, ligesom deres struktur og eventuelle abnormiteter.
- Svampe og skimmelsvamp: Skimmelsvampe, som du kan finde på gammelt brød, afslører deres sporer og trådformede strukturer ved denne forstørrelse. Svampe kan findes på blade og i skovbunden.
- Støv og skæl: Du kan observere små partikler som skæl og støv, som indeholder interessante former og materialer.

For disse typer materialer er det vigtigt at bruge objektglas med dækglasser for at sikre, at prøven forbliver flad og intakt under observationen. Blod, svampe, sæd og lignende præpareres bedst ved at placere dem i en dråbe vand på objektglasset. Dette hjælper med at holde materialet på plads og forhindrer, at det tørrer ud under længerevarende observationer.

## 1000x - 2000x: Bakterier og kromosomer

Når du når op på den højeste forstørrelse, mellem 1000x og 2000x, kan du begynde at se de mindste strukturer såsom bakterier og kromosomer. På dette niveau fremstår de mikroskopiske detaljer mest tydelige.

Eksempler på, hvad du kan observere ved denne forstørrelse, inkluderer:

- Bakterier: Her kan du se forskellige former for bakterier, som kokker (runde), baciller (stavformede) og spiriller (spiralformede).
- Kromosomer: Under celledeling kan du observere kromosomer i faste præparater.

Ved denne forstørrelse er det nødvendigt at anvende specielle præparationsmetoder, herunder olieimmersion.

Olieimmersion er en teknik, hvor der bruges en speciel olie mellem objektivet og objektglasset for at reducere lysbrydningen og forbedre billedkvaliteten. Det kræver desuden, at du anvender objektglas af høj kvalitet og sikrer, at prøven er ordentligt forberedt.

Det er ganske vanskeligt at arbejde med dette med elever, så et godt tip er at tjekke i skolens gemmere, om I har præparater liggende, som kan få nyt liv i undervisningen.

## Valg af objektglas til forskellige materialer

Når du skal vælge det rigtige objektglas, er det vigtigt at overveje både materialet, du vil observere, og den forstørrelse, du vil bruge. Her er nogle generelle anbefalinger:

**Standard objektglas:** Disse glasplader er de mest almindelige og anvendes til de fleste materialer, især når det kommer til større prøver som sand, hår, eller insektdele. De bruges sammen med et dækglasser for at holde prøven på plads og beskytte objektivet.



## Objektglas med fordybning:

Disse objektglas har en lille fordybning i midten og er nyttige, når du ønsker at observere væskedråber, såsom vand fra en dam eller et akvarium, hvor der kan være mikroorganismer som bakterier og protozoer.

## Husholdningsartikler: Sjove og nemme prøver til mikroskopet

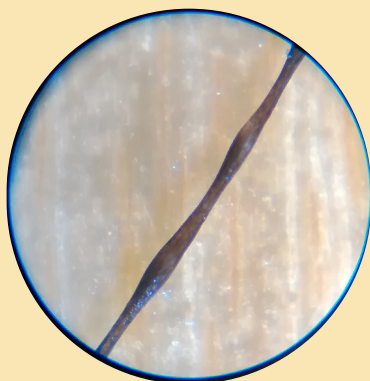
Hvis du underviser i de yngre klasser, kan mikroskopering være en sjov måde at lære om verden på ved at eksperimentere med ting fra elevernes hverdag.

Her er en liste over lettilgængelige materialer, som ser virkelig interessante ud under mikroskopet:

- Salt & peber
- Sukker
- Sand
- Plantefrø
- Løgskind
- Hår eller pels
- Jord
- Skæl
- Tråd
- Tørretumblerfnuller
- Skimmelsvamp
- Tandbørstehår
- Græs
- Mad (eksempelvis banan eller kage)



## Forsøgs- vejledning:



### Materialer:

- Mikroskop
- Objektglas
- Dækglas
- Pincet
- Saks
- Hårprøver fra mindst tre personer (kan være fra dig selv, familie eller venner)
- Balsam
- Shampoo

## Hår under Mikroskop

### Formål

At undersøge hår fra forskellige mennesker under mikroskop og sammenligne deres udseende. Vi vil kigge på ting som hårets struktur, tykkelse og farve for at lære, hvordan hår kan være forskelligt fra person til person.

### Hypotese

Hår fra forskellige mennesker vil se forskelligt ud under mikroskopet. Vi forventer at finde forskelle i hårets struktur, tykkelse, farve og eventuelle skader.

### Fremgangsmåde

#### 1. Forberedelse af prøver:

- Find hår fra tre personer. Husk at spørge om lov, hvis du tager hår fra andre!
- Klip håret i stykker på en centimeter.
- Læg et stykke hår på en objektglas og dæk forsigtigt med et dækglas.
- Indstil mikroskopet ved først at bruge grov indstillingen, til det billedet står lidt skarpt, og brug derefter fin justeringen til at få billedet til at stå helt skarpt.

#### 2. Observation af hår under mikroskopet:

- Kig først på hårets yderlag, som hedder "kutikula". Det ligner små flager eller skæl, der ligger oven på hinanden som tagsten.
- Kig derefter dybere ind i håret, hvor du kan se "cortex". Dette lag bestemmer hårets farve og består af mange fibre.
- Se om du kan finde en lille "kerne" i midten af håret, kaldet "medulla". Ikke alle hår har medulla.
- Tegn en skitse af håret.

#### 3. Sammenligning af hårets tykkelse og form:

- Se, om de forskellige hårprøver har forskellig tykkelse. Er nogle hår tykke, mens andre er tynde?
- Prøv at lægge mærke til formen af håret. Er det rundt, fladt eller noget midt imellem? Formen kan fortælle, om håret er glat, bølget eller krøllet.
- Tag notater og lav skitser af dine observationer.

#### 4. Undersøgelse af hårfarve og pigmentering:

- Kig på, hvordan hårfarven ser ud under mikroskopet. Er der små mørke pletter? Disse kaldes pigmenter og bestemmer farven.
- Se, om der er forskelle i farvens styrke mellem de forskellige prøver.
- Tag notater og lav skitser af dine observationer.

#### 5. Se efter skader og behandlinger:

- Kig nøje efter skader som f.eks. spaltede spidser eller knækkede hårstrå. Nogle gange kan man også se, hvis håret er blevet farvet eller behandlet.
- Vask noget af håret og sammenlign med tidligere
- Put balsam i noget af håret og sammenlign med det du har set før.

### Dataopsamling

- Skriv ned, hvad du ser for hver hårprøve. Lav små tegninger eller beskrivelser af, hvordan hårene ser ud.
- Sammenlign de forskellige hårprøver. Hvad er forskellene i struktur, tykkelse, farve og eventuelle skader?

### Analyse og Konklusion

Når du har sammenlignet alle hårprøverne, kan du begynde at drage konklusioner. Tænk over følgende spørgsmål:

- Hvordan adskiller hårene sig fra hinanden?
- Er der forskelle, der kan skyldes personens alder, køn eller måske hårbehandlinger?
- Passede resultaterne med dine forventninger?

### Diskussion

Til sidst kan I i klassen diskutere jeres resultater. Var der nogen hårtyper, der overraskede jer? Hvilke forskelle kunne I se, og hvad kunne have forårsaget dem?



Bryd  
komplekse  
begreber  
til **tiny**,  
forståelige  
brikker

“Helt sikkert et redskab,  
der fremover skal  
udnyttes i den daglige  
naturfagsundervisning.”

Anna Jensen

Lærer, Kokkedal Skole



Book en **tinyfarm** demo på [🌐 tiny.science](https://www.tiny.science) ,

📞 +45 22 55 79 89 eller ✉ [contact@tiny.science](mailto:contact@tiny.science) .

# Showkemi

## Rygende fingre

### Materialer

Tændstik  
Tændstiksæske  
Brandsikkert underlag  
Saks



### Fremgangsmåde

- Klip strygestykket af en tændstiksæske.
- Antænd det afklippede strygestykke på et brandsikkert underlag.
- Gnid din pege- og tommelfinger i soden.
- Gnid de to fingre hårdt mod hinanden.



## Levervulkan

### OBS: Lærerforsøg

### Materialer

Hydrogenperoxid 30%  
100 g frisk Lever  
250 ml konisk kolbe  
Blender

### Fremgangsmåde

- Blend leveren.
- Fyld kolben halvt op med den blendede levermasse.
- Hæld 50-100 ml hydrogenperoxid i kolben.
- Træd tilbage og se reaktionen ske.
- Hold en flamme til skummet og konstater, at den dannede gas er oxygen.

## Blevulkan

### Materialer

To bleer  
250 ml konisk kolbe  
Bægerglas  
Saks  
Vand  
Gul frugtfarve



### Fremgangsmåde

- Klip bleerne op og tag fyldet ud.
- Fyld kolben op med blefyld.
- Hæld 200 ml vand op i et bægerglas.
- Tilføj gul frugtfarve til vandet.
- Hæld vandet op i den koniske kolbe og vent på at vulkanen går i udbrud.

## Aktivitet:

## Farverige bordbomber



Af Holger Elme Nielsen

### Materialer:

- Plakatrør med to med propper
- Nitrovat (skydebomuld)
- Papir i forskellige farver, gerne silkepapir, til konfetti
- Lunte
- Sandpapir
- Rulle med alufolie som skubber til at få propper på plads.
- Tape
- Bor eller søm til at lave luntehul i paprøret
- Sakse
- Farver til at dekorere

Når elever starter på fysik/kemi i 7. klasse, vil mange gerne lave bomber – og det kan de godt få lov til.

Dette store ønske kan opfyldes ved at lade dem lave festlige bordbomber.

Inden vi går i gang, snakker vi om, hvordan bomber virker – hvordan stof kan udvikle en masse hurtig luft ved antændelse – samt sikkerhed.

Bordbomberne kan fremstilles på en dobbeltlektion.

### En lille anekdote

Min datter blev student, og jeg lavede bordbomber for at gøre det mere festligt. Jeg var sent ude og kunne ikke nå at skaffe plakatrør. I supermarkedet så jeg, de havde Pringles i flotte farvede paprør. Så jeg lavede "Pringleskanonen". Studenterne var med på legen og stod i pænt i rundkreds parat til at gribe chipsene med munden.

### Fremgangsmåde

1. Slib den ene prop, så den kan skubbes ned i røret, men bliver siddende i den ønskede højde.
2. Dekorér bomberøret.
3. Lav et hul i siden af røret 1-2 cm over bunden. Sæt lunten ind.
4. Placer den slebne prop i røret, så den er cirka 3 cm over bunden.
5. Fyld klippet konfetti i den store del af røret.
6. Læg skydebomuld på bundproppen, sæt røret ovenpå og tape til, så kraften fra detonationen skubber den slebne prop op gennem røret.
7. Lav en fælles affyring af bordbomberne.

### Hvor får man materialer fra?

Skydebomuld kan for eksempel købes på Skolebutik.dk.

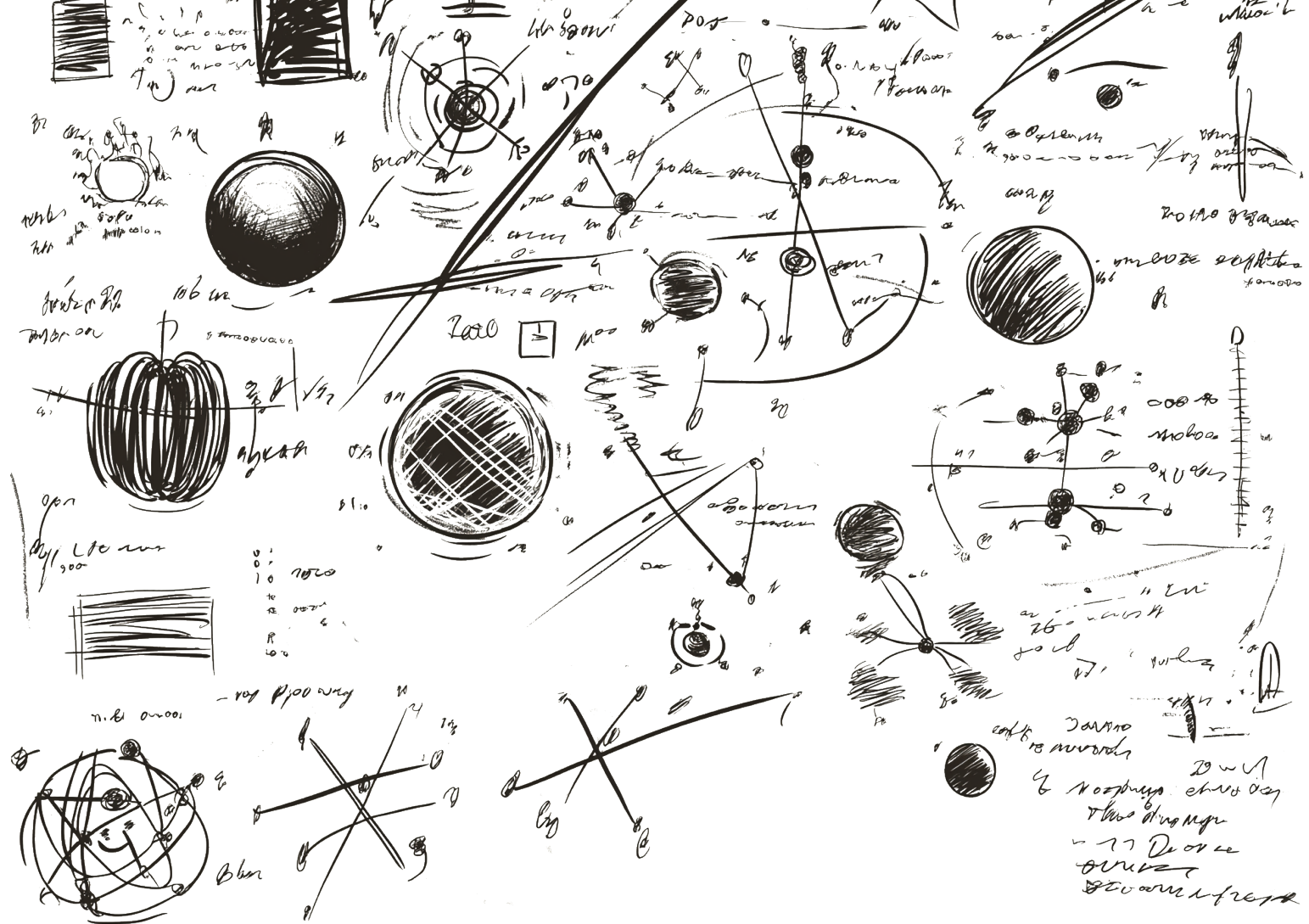
Plakatrør med propper og lunter kan købes flere steder på nettet.

### Gode råd

Papiret til konfetti klippes i cirka kvadratcentimeterstore stykker.

Pak ikke konfettien for hårdt.

Placer bordbomberne på en tallerken ved affyring.



# FORMLER OG OPSTILLINGER: VARIABELSAMMENHÆNG

af Emil Hjerl

At få elever til at forstå, hvordan praktiske eksperimenter og formler hænger sammen, er ofte en hård nød at knække. Et godt udgangspunkt er de mere simple formler inden for mekanikken.

Ved at arbejde med forsøgsopstillinger skal eleverne prøve at identificere, hvilke variable der er i spil og derefter finde den passende formel og forklaring til opstillingerne. Det kan evt. laves som firekort, hvor der på ét kort er et billede af opstillingen, et andet kort har formelen, det tredje kort har forklaringen og fjerde kort har titlen.

Giv eleverne følgende arbejdsplan:

1. Byg en forsøgsopstilling
2. Indsaml data
3. Analyser data
4. Identificer den tilhørende titel, formel og forklaring
5. Brug jeres data til at skrive en begrundelse for jeres valg af formel og forklaring, samt hvad der sker, når man ændrer på variable i forsøgene. ☺

Denne formel beregner arbejdet, som en konstant kraft udfører på en partikel, der bevæger sig en strækning  $\Delta s$  i kraftens retning. Arbejdet er produktet af kraftens størrelse og strækningen.

$$A = F \cdot \Delta s$$

A: Arbejde udført af en konstant kraft.  
F: Konstant kraft.  
 $\Delta s$ : Strækningen i kraftens retning.

Gnidningsmodstanden mellem to faste flader, der bevæger sig i forhold til hinanden, afhænger af gnidningskoefficienten og normalkraften. Denne formel gælder især for vandrette overflader, hvor vinkel påvirkning undgås.

$$F = \mu \cdot F_n$$

F: Gnidningskraft.  
 $\mu$ : Gnidningskoefficient.  
 $F_n$ : Normalkraft.

Opdriften på et legeme, der fortrænger et rumfang V af en væske eller gas, er produktet af rumfanget, densiteten af væsken/gassen og tyngdeaccelerationen.

$$F = V \cdot d \cdot g$$

F: Opdrift.  
V: Rumfanget af væsken eller gassen, der fortrænges.  
d: Densiteten af væsken eller gassen.  
g: Tyngdeaccelerationen.

Den resulterende kraft på en partikel er produktet af dens masse og dens acceleration. Denne formel hjælper med at forstå, hvordan kræfter påvirker en partikel i bevægelse.

$$F_{res} = m \cdot a$$

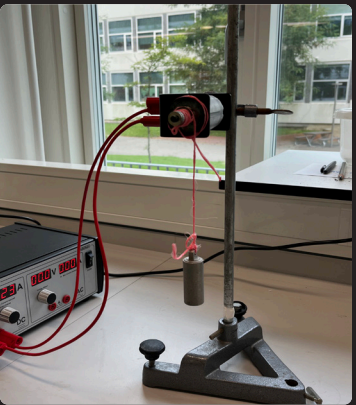
$F_{res}$ : Resulterende kraft.  
m: Partiklens masse.  
a: Acceleration.

Tyngdekraften er den kraft, som trækker en partikel ned mod Jordens overflade. Den beregnes som produktet af partiklens masse og tyngdeaccelerationen.

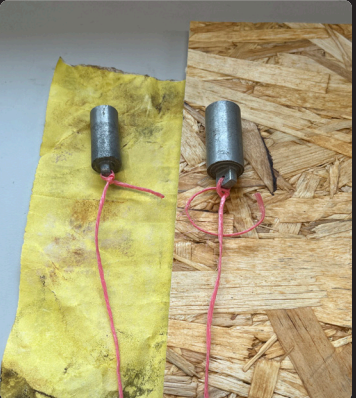
$$F_t = m \cdot g$$

$F_t$ : Tyngdekraft.  
m: Partiklens masse.  
g: Tyngdeaccelerationen (typisk  $9,81 \text{ m/s}^2$  på Jorden).

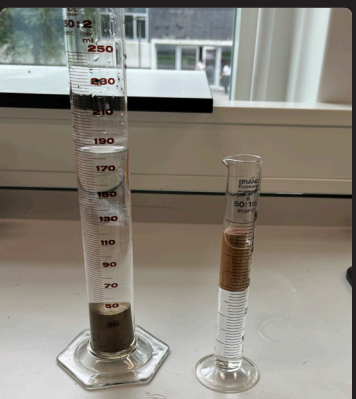
## ARBEJDE



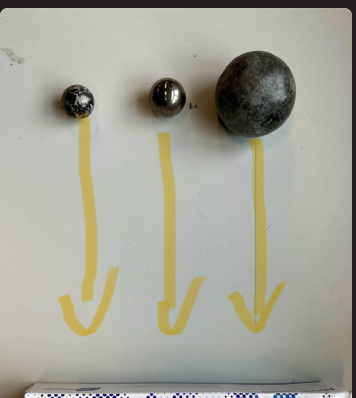
## GNIDNINGSMODSTAND



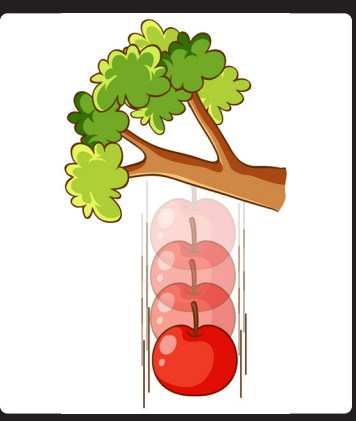
## OPDRIFT



## RESULTERENDE KRAFT



## TYNGDEKRAFT







# Kort er et sprog der skal læres



Kort er mere end et redskab til at finde vej. Det er også et kommunikationsværktøj og en måde at forestille sig og forstå verden. Det fortæller underviser og forfatter på GO Forlag, Poul Kristensen.

”Kortet er i virkeligheden et slags sprog, og det sprog består af de signaturer og den målestok, som man bruger, og som man skal vide, hvordan hænger sammen. Det er blandt andet derfor kortlære er vigtigt at tilegne sig, da det er mere end et middel til at finde vej. Det er også et kommunikationsredskab.”



Kort er forbundet med at rejse og at forestille sig, hvordan verden ser ud. I min undervisning snakker vi ofte om, hvad det egentligt er der gør, at nogle kort fascinerer. Igennem dem kan man forestille sig, hvordan det er ude i verden.

*Poul Kristensen, forfatter på GO Atlas og lektor i geografi på læreruddannelsen.*

## Lær kortets sprog med GO Atlas portaler

Gør det spændende for dine elever at læse og forstå kort med Danmarks største atlasportal. GO Atlas indeholder et væld af kort, temaer, opgaver, test og kortlærematerialer til hele grundskolen.



## Bestil et prøveabonnement

Er du blevet nysgerrig på portalerne, så kan du bestille et prøveabonnement på [goforlag.dk](http://goforlag.dk)



# Fowlertesten som læringsværktøj for HØJT BEGAVEDE ELEVER i naturfag

Af Emil Hjerl og Gifted Institute

I undervisningen af højtbegavede elever inden for naturfag er det afgørende at udvikle aktiviteter, der udfordrer deres analytiske evner og kreativitet. Fowlertesten er en test til at vurdere eksperimentelle færdigheder og er et redskab, som kan fremme dybere læring og videnskabelig tænkning hos disse elever.

Testen kræver, at eleverne designer deres eget eksperiment ud fra et simpelt spørgsmål som eksempelvis "Er regnorme tiltrukket af lys?" Formålet er ikke blot at finde et ja-eller-nej-svar, men at engagere eleverne i en systematisk proces, hvor de anvender videnskabelige principper til at undersøge og konkludere. Da interesse og motivation ofte er båret af mening, kan den helt åbne tilgang for nogle elever være relevant. Da vil spørgsmålene starte med

"Hvad interesserer du dig for?" efterfulgt af "Hvilke tre spørgsmål inden for emnet vil du gerne have svar på?" og til sidst: "Hvis du skulle vælge det mest spændende af de tre, hvilket er så tilbage?" På dem måde får vi ekstra engagement og interesse ind i opgaven.

I den videnskabelige verden er eksperimentelt design en nøglerkompetence, og for højtbegavede elever bliver det hurtigt en kilde til udforskning og fordybelse. Når eleverne selv får lov til at planlægge eksperimenter, kommer de tættere på autentisk videnskab. De lærer at opstille hypoteser, udvælge variabler og kontrollere for ydre påvirkninger. Det giver eleverne ejerskab og engagement i læringsprocessen. Ved at lade eleverne arbejde med et spørgsmål som "Er regnorme tiltrukket af lys?", eller

"kan bier bedre lide sukkerfri sodavand?" fremmes en række vigtige færdigheder:

1. Kritisk tænkning: Eleverne kan overveje, hvilke faktorer der kan påvirke regnormenes adfærd, som for eksempel lysstyrke og temperatur. De lærer at analysere komplekse situationer og skelne mellem relevante og irrelevante oplysninger.
2. Hypoteseopstilling og variabelkontrol: For at besvare spørgsmålet skal eleverne formulere en hypotese, for eksempel "Regnorme foretrækker mørke frem for lys." Herefter må de udpege både den afhængige og uafhængige variabel, som de ønsker at måle, og kontrollere for kontrolvariabler.

3. Dokumentation og kommunikation: Testen opfordrer eleverne til at forklare deres design skriftligt, hvilket hjælper dem med at strukturere deres tanker og kommunikere klart. Den skriftlige forklaring tvinger eleverne til at præcisere deres tanker og styrker deres formidlings-evner.

En anden styrke ved Fowlertesten er dens fleksibilitet. Eleverne kan vælge at supplere deres tekstbeskrivelser med tegninger af deres eksperimenter. For højtbegavede elever, som ofte tænker i visuelle og komplekse baner, er denne mulighed særdeles værdifuld. Billedliggørelse hjælper eleverne med at organisere og visualisere deres idéer, hvilket kan fremme en mere kreativ tilgang til eksperimentelt design.

Et yderligere skridt i individualiseringen af opgaven/projektet kan formidlingen af eksperiment og resultat gøres helt valgfri: Video, podcast eller noget helt tredje kan yderligere skærpe formidlingslyst og -evne. Det er derudover imødekomme de elever, der har Dysleksi eller andre udfordringer med at skrive.

Fowlertesten er en værdifuld tilgang til at stimulere højtbegavede elevers læring i naturfag. Den fremmer selvstændighed,

analytiske evner og eksperimentel forståelse, som alle er væsentlige i naturvidenskabelig tænkning.

Se et eksempel på et Fowler-skema på næste side.

### Andre ideer til spørgsmål

Trækker planter mod lyset?

- Hvordan kan du teste, om planter vokser mod lys, og hvilke faktorer vil du kontrollere?

Hvordan påvirker temperaturen væksten af bakterier?

- Forklar, hvordan du ville teste, om temperaturændringer påvirker bakterievækst.

Bliver metal varmere end træ under sollys?

- Beskriv, hvordan du kan undersøge, om metal bliver varmere end træ, når det udsættes for sollys.

Tiltrækker bestemte farver flere bier?

- Hvordan ville du designe et eksperiment for at teste, om bier foretrækker bestemte farver på blomster?

Hvordan reagerer fisk på forskellige lyde?

- Fortæl, hvordan du kunne teste, om fisk reagerer forskelligt på lyde og stønveauer.

Fordamper vand hurtigere, når det er spredt ud over en større overflade?

- Forklar, hvordan du vil teste, om overfladeareal påvirker fordampningshastigheden.

Hvilken jordtype absorberer vand bedst?

- Beskriv, hvordan du ville undersøge, hvilken type jord, for eksempel sand, ler eller muldjord, der absorberer mest vand.

Reagerer snegle på sure og basiske overflader?

- Hvordan ville du teste, om snegle foretrækker neutrale overflader frem for sure eller basiske?

Kan gær vokse bedre under forskellige typer lys?

- Forklar, hvordan du kan finde ud af, om gærvækst påvirkes af forskellige lyskilder, for eksempel sollys, LED eller mørke.

Hvordan påvirker vindstyrken planters vækstretning?

- Beskriv, hvordan du ville teste, om vind påvirker planters vækstretning, og hvilke forhold du ville kontrollere.



**Eksperiment:** \_\_\_\_\_

	<i>Point</i>
<i>Har eleven overvejet og forholdt sig til sikkerhed i planlægningen af eksperimentet?</i>	
<i>Har eleven formuleret et klart forskningsspørgsmål eller en problemstilling?</i>	
<i>Opstiller eleven en hypotese eller formulerer på anden måde sine forventninger til resultatet?</i>	
<i>Beskriver eleven fremgangsmåden trinvis?</i>	
<i>Strukturerer eleven trinene i en logisk orden?</i>	
<i>Har eleven identificeret kontrolvariabler og beskrevet, hvordan de håndteres?</i>	
<i>Har eleven lavet en materialeliste?</i>	
<i>Planlægger gentagelse af eksperimentet og giver begrundelse</i>	
<i>Definerer eleven vigtige begreber knyttet til eksperimentet?</i>	
<i>Har eleven planlagt at foretage observationer?</i>	
<i>Har eleven fastlagt en metode for dataindsamling i form af måling?</i>	
<i>Har eleven specificeret, hvordan data organiseres?</i>	
<i>Har eleven beskrevet, hvordan data vil blive analyseret for mønstre eller sammenhænge?</i>	
<i>Har eleven beskrevet, hvordan konklusioner vil blive draget på baggrund af data?</i>	

**Pointssystem**

<i>Slet ikke</i>	<i>1</i>
<i>I nogen grad</i>	<i>2</i>
<i>I tilfredsstillende grad</i>	<i>3</i>
<i>I høj grad</i>	<i>4</i>
<i>I meget høj grad</i>	<i>5</i>

# KidWind PROJECT

# Sol & vind



**KidWind vindmøllerne kan bygges og adskilles igen...**

## BASIC vindenergiset

Udforsk avancerede koncepter for vindmøllteknologi - og lad eleverne teste en række forskellige vingedesign til at generere elektricitet, løfte vægte og pumpe vand.

Best.nr. KW-BWX **Kr. 1.876,-**

## Klassesæt BASIC

Basic fås også som klassesæt til 8 grupper af 2-4 elever. Klassesættet indeholder 3 mølletårne med fødder, 3 navceller, 3 generatorer, 8 nav samt vingematerialer til 8 grupper á 2-4 elever.

Best.nr. KW-BWXC **Kr. 4.956,-**

## MINI turbine

Lille turbine som er nem at bygge! Kan drive en LED-pære samt afspille en lille melodi. Kan producere strøm selv i en let brise...

Best.nr. KW-MWTBD **Kr. 967,-**

## Trådløs energi-sensor

Go Direct energisensor måler strøm, spænding, effekt og energi fra vindmøller og solpaneler

Best.nr. GDX-NRG **Kr. 1.372,-**

## Trådløst vejr-system

Måler en lang række vejrdata med én og samme sensor. Vindhastighed, vindretning, chill-faktor, temperatur, varmeindeks, dugpunkt, relativ- og absolut fugtighed, stations- og barometertryk samt højde over jordoverfladen. Anbefales montering på tripod (ikke inkluderet).

Best.nr. GDX-WTVA **Kr. 2.212,-**

## Graphical Analysis™

Graphical Analysis er en gratis app fra Vernier til trådløs og kablet dataopsamling og analyse på iPhone, iPad, Android, Chrome, Windows samt macOS. Med Graphical Analysis kan du dataopsamle, dele og analysere data fra alle Verniers mere end 90 sensorer sammen med LabQuest 2 og 3

- og de mere end 60 Go Direct-sensorer...



**Dansk og helt gratis!**  
Brugervejledning kan downloades på [www.skolebutik.dk](http://www.skolebutik.dk)



Alle priser og tilbud er excl. moms og gældende indtil andet angives

**Giv din STEM-undervisning ny energi med Vernier og KidWind - Gratis software!**

## Gulv-ventilator

3 hastigheder. Ventilator diameter: 50 cm. Mekanisk med justerbar vinkel Effekt: 90W, Vægt: 6 kg

Best.nr. KW-VENT **Kr. 695,-**



## SOLFANGER undersøgelses-kit

Udformet som et almindeligt hus-solfanger-system med variabler som box-farve, lysintensitet og dimensioner

Best.nr. KW-STXK **Kr. 896,-**



## SOL-ENERGI undersøgelses-kit

Undersøger bl.a. solvinklens effekt på outputtet af solceller/solpaneler..

Best.nr. KW-SEEK **Kr. 1.247,-**



## fable GO! robot

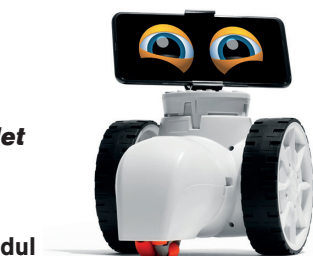
**Dette sæt giver dig alt det grundlæggende til en omfattende start med robotteknologi...**

Det inkluderer et Spin modul med sensorer, lys, sjovt tilbehør og meget mere. Med Fable Go! er du klar til sjov, direkte fra kassen...

Best.nr. 40020025

Normalpris kr. 4.752,-

**BESTSELLERPRIS kr. 4.276,-**



**Spar 10% indtil 31.12.24**

## fable Explore robot

**The Fable Explore Set giver dig mulighed for at lære Fable at kende på en anden måde...**

Den kan bruges af 1-3 brugere i en gruppe

Best.nr. 99002001

Normalpris kr. 4.752,-

**BESTSELLERPRIS kr. 4.276,-**



**Spar 10% indtil 31.12.24**

**skolebutik.dk**

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





# Kemisk risikovurdering i naturfagslokalet

Af Lektor Rasmus Høiby

*De seneste fem år har der været krav om at udarbejde kemiske risikovurderinger, hvis der på en arbejdsplads anvendes eller udvikles farlige kemiske stoffer. Det følgende kan forhåbentligt være med til at gøre opgaven mere overskuelig.*

Næsten hvert år er der mindst et uheld i naturfagsundervisningen, der er alvorligt nok til at opnå omtale i nyhederne. Mange af disse sker under arbejde med brandfarlige væsker, men der har også været flere uheld med ætsende stoffer og endda dannelse af giftige gasser. Der er derfor god grund til også i skolerne at have fokus på kemikaliesikkerhed.

Af "Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer" fremgår det, at hvis der på en arbejdsplads findes farlige (dvs. faremærkede) stoffer, eller hvis der udvikles farlige stoffer

under arbejdet, skal man lave en risikovurdering, inden man må gå i gang med arbejdet.

Kemisk risikovurdering skal foretages for arbejdsprocesser, hvor der anvendes eller udvikles farlige stoffer. I skolesammenhæng betyder det, at der skal tages stilling til de undersøgelser og øvrige praktiske aktiviteter, hvor elever eller lærer arbejder med stoffer, der enten anvendes eller udvikles farlige stoffer.

Det kan virke som en uoverskuelig opgave skriftligt at risikovurdere alle eksperimenter og øvrige praktiske

aktiviteter, man kunne finde på at lave - og det er heldigvis heller ikke nødvendigt.

## **Elever og kemiske risikovurderinger**

Arbejdstilsynet har ikke med forebyggende foranstaltninger for elevernes fysiske arbejdsmiljø at gøre, men det er dem, der rykker ud og giver påbud i tilfælde af ulykker, hvor elever er kommet til skade. Formelt set hører eleverne dog kun ind under arbejdsmiljøloven, hvis deres ageren er til fare for læreren.

## Syv faktorer, der altid skal overvejes

Når man laver den kemiske risikovurdering, skal man altid tage stilling til følgende 7 punkter.

I den skriftlige risikovurdering skal man dog kun medtage det, der er relevant.

- Stoffernes og materialernes farlige egenskaber.
- Eksponeringsgrad, -type og -varighed.
- Omstændighederne ved arbejdet med de farlige stoffer og materialer, herunder mængden.
- Virkningen af forebyggende foranstaltninger, der er truffet eller skal træffes.
- Erfaringer fra arbejdsmedicinske undersøgelser.
- Arbejdstilsynets grænseværdier.
- Leverandørplysninger om sikker og sundhed.

Heldigvis flugter undervisningsmiljølovens ordlyd om, at eleverne "har ret til et godt undervisningsmiljø, således at undervisningen kan foregå sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt" med arbejdsmiljøloven. På samme måde hænger vejledningen "Elevens anvendelse af stoffer og materialer i grundskolen" sammen med "Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer" hvoraf kravet om kemiske risikovurderinger fremgår.

Under alle omstændigheder er sikker omgang med kemikalier en del af skolens almindelige opgave, og undervisningen skal gerne ruste eleverne til forsvarlig brug både i hjemmet og på arbejdet. Det er derfor oplagt ikke blot at medtænke eleverne i de kemiske risikovurderinger, men også at lade eleverne have adgang til dem og inddrage eleverne i arbejdet med at videreudvikle og vedligeholde dem.

### Et brugbart arbejdsredskab

Tidligere var der krav om, at der skulle udformes forholdsvist udførlige arbejdspladsbrugsanvisninger (APB'er). Disse fik man ofte et firma og/eller et computerprogram til at udvikle,

og da de var ret omfattende, generiske og juridisk formulerede, stod de mange steder blot og samlede støv. Den krævede, skriftlige dokumentation kom dermed til i nogle tilfælde at stå i vejen for, at de kunne bruges efter hensigten.

Meningen med kemiske risikovurderinger er, at de skal kunne bruges i hverdagen. De skal derfor medtage de vigtigste opmærksomhedspunkter, men ikke være udtømmende i forhold til alt, der hypotetisk kan gå galt i en situation. De skal være et redskab til uddannelse i og dialog om kemikaliesikkerhed, og de forventes derfor støttet af mundtlig dialog og oplæring.

Hvis skolen vælger at lade et firma facilitere processen med at udarbejde risikovurderinger er det vigtigt, at de relevante naturfagslærere er med i processen: De kender konteksten, lokalet og eleverne.

### To aspekter af risikovurderingen

Ifølge arbejdsmiljøloven er der syv punkter, man altid skal tage stilling til ved kemisk risikovurdering (se faktaboks). I skolesammenhæng kan dette dog

skæres ned til to aspekter; de samme som fremgår af AT-meddelelse 4.01.7:

1. Stoffernes farlighed (punkt 1, 5, 6 og 7)
2. Risikoen for uheld i forbindelse med hele undervisningssituationen (punkt 2, 3 og 4)

### Stoffernes farlighed

Stoffernes farlighed fremgår umiddelbart af faremærkninger på kemikaliebeholderne og i mere udførlig form af sikkerhedsdatabladene. Her er der også hjælp at hente på listen over stoffer, der "normalt ikke bør anvendes af elever". Er kemikaliet på listen, er det et vink med en vognstang om, at her er en nærmere risikovurdering på sin plads - også for læreren.

Bemærk dog, at listen i alt for ringe grad skelner mellem stoffernes farlighed: Selvom der sammen med mere harmløse kemikalier optræder giftmærkede eller eksplosive stoffer, må elever IKKE anvende de to sidstnævnte - heller ikke lejlighedsvis og kortvarigt.

Det må læreren heller ikke uden hhv. gifttilladelse og fyrværkeruddannelse.

## Risikoen for uheld i forbindelse med hele undervisningssituationen

Som det fremgår af AT-meddelelse 4.01.7 er læreren i hver enkelt situation nødt til at foretage en konkret vurdering af "hvilke stoffer og materialer der kan anvendes i den enkelte klasse og af den enkelte elev."

De skriftlige kemiske risikovurderinger kan ikke træde i stedet for denne situationelle vurdering, men de kan medtage overvejelser om, hvilke betingelser for eleverne, læreren og klassen, der oftest bør være opfyldt:

**Elevernes** faglige, psykiske og fysiske forudsætninger, herunder om "eleverne har tilstrækkelig alder, modenhed, indsigt og rutine". Overvejelser om dette kunne fx munde ud i, at der er visse aktiviteter, eleverne oftest først kan lave fra 8. klasse. Men det kan også være en reminder om, hver gang at vurdere på individ eller gruppeniveau, om de pågældende elever kan tillades at udføre den pågældende praktiske øvelse.

**Lærerens** kendskab til og relationer med såvel de enkelte elever og klassen som helhed. Desuden mulighed for "tilstrækkelig instruktion og opsyn i forhold til elevernes forudsætninger." Der kan være lærerforsøg, der kræver lærerens fulde opmærksomhed et par minutter, og som ikke bør udføres, hvis man ikke er sikker på at kunne honorere dette.

**Klassens** samspil, læringskultur og gensidige ansvarlighed. Der kan være tale om en sammenbragt klasse, hvor man i et stykke tid vil holde sig til kemikalier, der ikke er faremærkede, indtil klassedynamikken er faldet på plads.

## Arbejdsprocesser, hvor der kan udvikles farlige stoffer

Det kan ikke lade sig gøre her at

gennemgå alle de processer, hvor igennem der kan udvikles farlige stoffer, men her følger nogle af de vigtigste opmærksomhedspunkter og forholdsregler.

Når der udvikles farlige stoffer i naturfagene, vil det oftest være synligt i form af røg eller støv: Røg fra ellers ufarlige materialer (fx plastik eller madolie) vil ofte være sundhedsskadelig. Ved små mængder kan dette modvirkes af udsugning. På samme måde kan støv fra ellers harmløse materialer (for eksempel træ eller beton) udgøre en betydelig sundhedsrisiko og i større mængder udgøre en alvorlig brandfare. Her kan udsugning og/eller støvmasker være nok, hvis mængderne ikke er for store.

En del væsker kan desuden ved opvarmning udvikle giftige og/eller ætsende gasser. Det gælder eksempelvis klorin, salpetersyre, saltsyre og ammoniakvand. Endelig har mange skoler sulfider, thiocyanater eller cyanidforbindelser stående, og disse kan udvikle giftige gasser ved kontakt med syre. For eksempel kan det ret ufarlige kaliumferricyanid (kaliumhexacyanidoferrat/"rød blodludsalt"), som man kan lave flotte krystaller af, udvikle hydrogencyanid (blåsyre/Zyklon B) ved kontakt med syre.

## Når man anvender farlige stoffer

De fleste arbejdspladser vil anvende et meget begrænset antal faremærkede kemikalier; fx 4-5 rengøringsmidler eller 10-15 faremærkede stoffer, der anvendes i produktionen.

I skolens naturfagsområde har man oftere langt flere stoffer stående, ligesom de anvendes på meget forskellig vis. Eleverne opfordres også til selv at finde nye undersøgelser eller redesigne eksisterende. Dette betyder, at kemikalie-skabe bugner af stoffer, der ikke har været brugt i årevis, men "som det er synd at smide ud". Begrundelsen kan være: "Man ved jo aldrig, om man en dag får brug for det - og så ville det være

ressourcespild at skulle skaffe det igen".

## Ryd op i kemikalie-skabet

Der er dog mange gode grunde til alligevel at skille sig af med faremærkede kemikalier, der ikke har været brugt længe, og hvor man måske ikke engang ved, hvor længe de har stået:

- De fleste organiske stoffer har kun en garanteret holdbarhed på 5 år. Nogle risikerer at danne eksplosive peroxider eller udvikle gasser, der danner overtryk.
- De fleste plastikemballager har en tilsvarende holdbarhed (for aggressive stoffer som fx stærke, koncentrerede syrer måske kun et par år).
- For en del stoffers vedkommende har man måske først de seneste år erkendt, hvilke farer, der er forbundet med dem.
- Pensionering af gamle kemikalier gør jeres risikovurdering mindre omfattende.

## Lav en produktliste, og skaf sikkerhedsdatablade

Det er lovpligtigt at have en produktliste samt sikkerhedsdatablade for alle faremærkede kemikalier samt stoffer mærket med "Sikkerhedsdatablad kan på anmodning rekvireres".

Ligesom risikovurderingerne skal disse være skriftlige og tilgængelige - eventuelt digitalt - for de medarbejdere, der kan komme til at arbejde med kemikalierne.

Hvis kemikaliesamlingen efter oprydning er nogenlunde overskuelig, kan man manuelt lave et excel-ark med kemikalierne og indhente sikkerhedsdatablade fra de forhandlere, hvor man har købt kemikalierne.

Ellers har I måske allerede både en kemikalieliste og sikkerhedsdatablade fra de gamle APB'er, som I kan fjerne irrelevante oplysninger fra og supplere op.

Alternativt findes forskellige IT-løsninger, hvor I sætter flueben ved de kemikalier, I har, og så genereres både liste og sikkerhedsdatablade. Set i forhold til forbrugt arbejdstid kan det måske betale sig at tegne et enkelt års abonnement, så man har et udgangspunkt, man senere kan supplere manuelt.

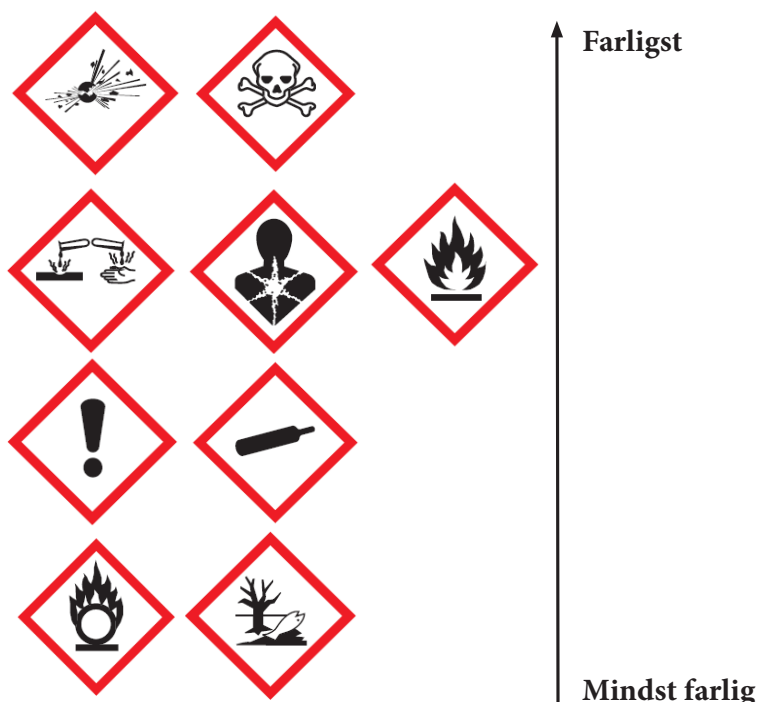
Når I har overblik over jeres kemikalier, skal I danne jer et overblik over, hvordan de bruges: Stoffernes farlighed og risikoen for uheld i forbindelse med undervisningssituationen.

### Tips til udformning af skriftlige, kemiske risikovurderinger

Start med de farligste stoffer: Bare det, at et meget farligt stof er til stede i undervisningslokalet, udgør en risiko. Overvej først, om stoffet kan udskiftes med et mindre farligt stof; herunder om det kan anvendes i en lavere koncentration. Et startsted til vurdering af et stofs farlighed kan være:

1. Kig først på farepiktogrammet. Som tommelfingerregel kan man sige, at de farligste er "Giftig" (dødningshoved) og "Eksplosiv" (eksploderende bombe), derefter følger "Brandfarlig" (ild på flade), "Ætsende" (hånd og stav, der ætser) og "Alvorlig/kronisk sundhedsfare" (stjernemand), så "Sundhedsfare" (udråbstegn) og "Gasser under tryk" (gasflaske) og endelig "Brandnærende" (ild på cirkel) og "Miljøskadelig" (død fisk og udgået træ).
2. For at finde ud af alvorsgraden af fare, kigger man dernæst på H-sætningerne i sikkerhedsdatabladene. Her kan man fx se, om et stof er yderst brandfarligt, meget brandfarligt eller blot brandfarligt.

Gruppér lignende kemikalier og forsøg: Så kan man behandle mange fortyndede syrer/baser eller med brandfarlige væsker samlet, da der ofte vil være tale om sammenlignelige risikomomenter.



Overvej brug af værnemidler: Kan sikkerhedsbriller, kittel, udsug, handsker eller andet kan fjerne eller minimere risikoen? Kig her på P-sætningerne i sikkerhedsdatabladene.

Beskriv eventuelt krav til dem, der udfører forsøget: Beskriv om forsøget primært er et lærerforsøg, at det som tommelfingerregel foretages fra 8. klasse og op, eller at læreren skal have gode muligheder for at overvåge eksperimentet, skal have et rimeligt kendskab til klassen eller andet.

Udførlige vejledninger til visse forsøg: Overvej at vedlægge udførlige vejledninger til visse forsøg, der potentielt kan blive rigtigt farlige, hvis de udføres forkert. Hellere lave "køgebogsforsøg" end komme til skade.

Less is more: Husk, at risikovurderingerne skal være kortfattede nok til, at man rent faktisk bruger dem. De skal kunne bruges til instruktion og ikke indeholde alle overvejelser om alt, hvad der hypotetisk kan gå galt. Hold fokus på det vigtigste.

Ad hoc-risikovurdering for nye forsøg: Hvis elever har noget nyt med

til naturfagsprøven, kan det risikovurderes ad hoc. Man kan bede eleverne lave en skriftlig risikovurdering, som læreren godkender. Denne kan så tages med til fagteamet, der eventuelt kan kvalificere den yderligere.

Hverdagskemikalier kan også være farlige: I branchevejledningen "Når klokken ringer" står der, at man ikke behøver at lave en kemisk risikovurdering, hvis der er tale om en "ubetydelig" udsættelse, eller man bruger kemikalier "som de bliver brugt i en almindelig husholdning".

Husk, at for ætsende stoffer er selv en meget lille mængde i øjet faktisk en betydelig udsættelse, og at både koncentreret natriumhydroxid (afløbsrens/kaustisk soda) og koncentreret saltsyre kan købes i dagligvarebutikker, men nok stadig skal risikovurderes uanset, hvordan man bruger det.

Få tid til sikkerheden: Det er din arbejdsgiver, der har ansvaret for både din og elevernes sikkerhed. Får du og dine kolleger ikke den fornødne tid til arbejdet, er det derfor arbejdsgiveren, der kan komme i en juridisk klemme. ☹️

<b>Risiko for øvelsen ”Øvelsens navn”</b>	
Revideret d. <b>senest vurderet dato</b>	Udarbejdet af <b>oprindelig forfatter (evt elev)</b>
Lærergodkendt af <b>lærernavn</b>	Teamgodkendt af <b>team eller anden sparring</b>
	<b>Dannes farlige stoffer?</b>
<b>Hvilke farlige stoffer anvendes eller udvikles?</b>	
<b>Stof: Navn på farligt stof 1</b>	<b>Stof: Navn på evt. farligt stof 2</b>
<b>Stoffernes farlighed</b>	
<b>Faremærkninger:</b> Kan evt hentes her: <a href="https://unece.org/transport/dangerous-goods/ghs-pictograms">https://unece.org/transport/dangerous-goods/ghs-pictograms</a> <b>Vigtigste H-sætninger:</b> Kig på sikkerhedsdatabladet. Brug evt. også dette til instruktion <b>Andet:</b> Røg og støv kan være farlige stoffer, der udvikles. Respekter din uvidenhed om andet.	<b>Faremærkninger:</b> Kan evt hentes her: <a href="https://unece.org/transport/dangerous-goods/ghs-pictograms">https://unece.org/transport/dangerous-goods/ghs-pictograms</a> <b>Vigtigste H-sætninger:</b> Kig på sikkerhedsdatabladet. Brug evt. også dette til instruktion <b>Andet:</b> Røg og støv kan være farlige stoffer, der udvikles. Respekter din uvidenhed om andet.
<b>Krav til dem, der udfører øvelsen:</b>	
<b>Fx krav til klassetrin, modenhed, koncentrationsevne, rutine med udstyr ...</b>	
<b>Anbefalede værnemidler og andre foranstaltninger:</b>	
Se P-sætningerne ("precaution") på sikkerhedsdatabladet	
<b>Personlige værnemidler:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sikkerhedsbriller</li> <li>● Kitler</li> <li>● Handsker</li> </ul>	<b>Andre værnemidler:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Punktsug</li> <li>● Evt. Sprængskærm</li> <li>● Evt. Stinkskab</li> </ul>
<b>Særlige krav til instruktion, supervision og andet:</b>	
<b>Særlig mundtlig instruktion</b> <b>Særlig skriftlig instruktion</b> <b>Krav til overblik over lokale, antal elever, lærerens mulighed for fokus på gruppen ...</b>	
<b>Forholdsregler ved uheld/eksponering:</b>	
Se sikkerhedsdatabladet	
<b>Hvad er førstehjælp i tilfælde af uheld?</b> <b>Skal der fx være en våd klud i nærheden til brandslukning?</b> <b>Evt. særlig info om det reglementerede brandslukningsudstyr?</b>	

<b>Risiko for øvelsen</b>	
Revideret d.	Udarbejdet af
Lærergodkendt af	Teamgodkendt af
	Dannes farlige stoffer?
<b>Hvilke farlige stoffer anvendes eller udvikles?</b>	
Stof:	Stof:
<b>Stoffernes farlighed</b>	
Faremærkninger:	Faremærkninger:
Vigtigste H-sætninger:	Vigtigste H-sætninger:
Andet:	Andet:
<b>Krav til dem, der udfører øvelsen:</b>	
<b>Anbefalede værnemidler og andre foranstaltninger:</b>	
<b>Særlige krav til instruktion, supervision og andet:</b>	
<b>Forholdsregler ved uheld/eksponering:</b>	

# VERDENS NATURFAG

Fysik/Kemi



## Lær om årsag og virkning

*Verdens naturfag – fysik/kemi* er en del af systemet Verdens naturfag til 7. – 9. klasse, der binder de tre naturfag fysik/kemi, biologi og geografi naturligt sammen. Bogen kan bruges som et selvstændigt system eller integreres på tværs af fagene. Grundbøgerne er bygget identisk op og indeholder elementer til den fællesfaglige prøve.

Læs mere på [gyldendal-uddannelse.dk/verdensnaturfag](http://gyldendal-uddannelse.dk/verdensnaturfag)



# Boganmeldelse:

## 'Gastrofysik & Smagshåndværk'

Anmeldt af Emil Hjerl

### **Gastrofysik og Smagshåndværk**

af Simon Neistskov Sørensen, Louise Beck Brønnum, Morten Christensen, Eva Rymann, Mikael Schneider og Ole G. Mouritsen  
Forlaget Praxis

"Wauw!" kan man ikke lade være med at tænke, når man læser denne bog. Med et fokus på natur/teknologi, madkundskab, biologi, kemi og fysik instruerer og guider denne bog læseren ind i madens fantastiske og fascinerende verden. Bogen byder på mange nye idéer til, hvordan man kan illustrere og forklare naturfaglige begreber, hvilket sker helt naturligt - især med de mange praktiske forslag, som bogen generøst deler. Bogen er dog ikke velegnet som en grundbog for elever i grundskolen.

Forfatterne formår at forklare de videnskabelige processer bag smag og madlavningsteknikker og viser, hvordan fysiske og kemiske principper påvirker vores sanseoplevelser. Med konkrete eksempler og forsøg, der kan udføres i køkkenet, giver de læseren værktøjer til at eksperimentere med smag, teksturer, aromaer, emulgatorer samt brygning af lavalkoholiske drikkevarer i praksis, hvilket gør bogen særligt nyttig i undervisningen. Bogen er koblet op til "Smag for Livet", hvor endnu flere eksperimenter, forklaringer og retter kan hentes.

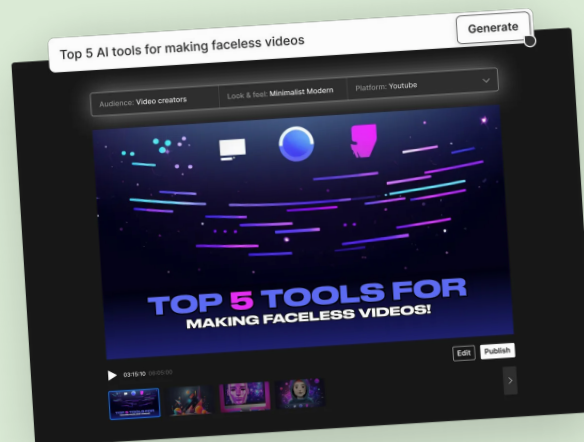


Bogen indeholder desuden en lang række videnskabelige forklaringer samt et leksikon over urter, svampe, oste og meget mere.

Bogen gør et godt stykke arbejde med at gøre komplekse emner tilgængelige, selvom nogle af de mere tekniske afsnit kan kræve en grundlæggende forståelse af kemi og fysik. Designet er visuelt tiltalende med flotte billeder, tegninger og en overskuelig opsætning, som gør den let at læse.

Gastrofysik og smagshåndværk er en meget vellykket fusion af teori og praksis, og med sit fokus på sanser og madoplevelser har den potentiale til at forandre måden, vi tænker på og arbejder med mad i kemi og fysik. En hardcore madentusiast vil uden tvivl også finde en lang række idéer i denne bog. 🍷

# VIDEOGENERERING MED AI



*Dette er den sidste artikel i vores AI-serie, hvor vi har undersøgt forskellige anvendelser af kunstig intelligens i undervisningen. I denne serie har vi set på, hvordan AI-baserede værktøjer kan skabe merværdi i naturfagsundervisningen.*

Af Emil Hjerl

## **Hvad er InVideo, og hvordan virker det?**

InVideo er en online platform, som kombinerer AI-baserede funktioner med et intuitivt brugerinterface. Platformen giver brugerne mulighed for at lave videoer ved hjælp af skabeloner, der kan tilpasses efter behov. Det, der gør InVideo særlig nyttig i undervisningen, er den automatiserede funktion, hvor AI kan generere tekst til tale, billedvalg, undertekster og endda overgangseffekter, der alle kan tilpasses. AI'en analyserer indholdet og kommer med forslag, hvilket gør videoproduktionen mere tilgængelig for brugere uden avancerede tekniske færdigheder.

## **Hvorfor video i naturfagsundervisningen?**

Videoer kan gøre det lettere at forklare og visualisere emner, som normalt kræver en dybere

forståelse. Naturfagene har ofte abstrakte emner, som for eksempel fotosyntese, klimasystemer og kemiske reaktioner, der kan være udfordrende for eleverne at forstå gennem tekst og billeder alene. Videoer skaber en dynamisk dimension, der engagerer flere sanser og støtter forskelligartede læringsstile. Når lærerne bruger videoer i deres undervisning, kan de præsentere emnerne visuelt og interaktivt og dermed øge elevernes interesse og engagement. På samme måde kan eleverne lave videopræsentationer om og fra lokaliteter, som de normalt ikke har adgang til, eksempelvis Eiffeltårnet, Grand Canyon eller CERN – eller måske endda inde i et atom.

## **Anvendelsesmuligheder i naturfagsundervisningen**

Videoproduktion kan hjælpe med at skabe forskellige typer undervisningsmaterialer, der kan

understøtte læringen på tværs af emner og klassetrin. Her er nogle konkrete måder, hvorpå det kan bruges i grundskolens naturfagsundervisning.

### **1. Visualisering af naturfænomener**

Lave korte animationsvideoer, der viser, hvordan naturlige processer som for eksempel vandets kredsløb, fordampning eller forvitring fungerer. Ved at prompte AI'en kan det hjælpe med at vælge relevante billeder og videoklip, der understøtter de begreber, du ønsker at formidle, og AI-styrede skabeloner kan hjælpe med at strukturere indholdet logisk og letforståeligt.

### **2. Simulering af eksperimenter**

Det kan ofte være en udfordring at gennemføre eksperimenter i klasseværelset grundet tidsbegrænsninger eller manglende ressour-

cer. Her kan video bruges til at simulere eksperimenter og give eleverne et visuelt indblik i, hvordan forskellige kemiske reaktioner finder sted, eller hvordan biologiske processer foregår. Videoen kan desuden tilpasses ved at fremhæve sikkerhedsforanstaltninger og beskrive de anvendte materialer.

### 3. Introduktion til emner

Med AI-funktionerne kan man hurtigt skabe videoer, der introducerer et nyt emne eller en ny lektion. Ved brug af billeder, animationer og narrativ tekst kan videoen formidle den nødvendige baggrundsviden på en engagerende måde. Dette kan fungere som en "hook", der fanger elevernes opmærksomhed og øger deres nysgerrighed omkring det emne, de skal arbejde med.

### 4. Opsummering og repetition

Videopræsentationer kan også være et stærkt redskab til at opsummere komplekse emner ved afslutningen af et forløb. Eleverne kan bruge AI til at skabe korte opsummeringsvideoer, der fokuserer på nøglebegreber og hovedpunkter. Disse videoer kan anvendes til repetition før en test og sikre, at eleverne har en let tilgængelig gennemgang af de vigtigste læringsmål.

#### Fordele ved at bruge AI-styrede videoværktøjer i undervisningen

AI'en i InVideo kan hjælpe lærere med at spare tid ved automatisk at foreslå indhold og struktur til videoerne. I stedet for at bruge lang tid på redigering kan lærerne fokusere på undervisningsindholdet. Med InVideo kan lærere desuden let tilpasse

videoindholdet, så det passer til elevernes niveau. AI'en kan hjælpe med at vælge visuelle og sproglige elementer, der passer til aldersgruppen, hvilket sikrer, at videoerne er både forståelige og engagerende.

Når eleverne ser videoer, der er skabt specifikt til deres undervisning, bliver de ofte mere engagerede. AI-genererede videoer kan gøre abstrakte emner mere konkrete, og eleverne får lettere ved at relatere til indholdet. Videoerne kan bruges som en del af en blended learning-tilgang, hvor eleverne kan se videoerne både i undervisningen og derhjemme. Dette giver dem fleksibilitet til at gennemgå materialet i deres eget tempo.

#### Udfordringer og overvejelser

Selvom der er mange fordele ved at bruge AI-videogeneratorer, er der også nogle udfordringer. AI genererer forslag baseret på tilgængelige data og har ikke altid en dyb forståelse af de naturvidenskabelige principper. Dette betyder, at læreren stadig skal have en kritisk tilgang og sikre, at indholdet i videoerne er korrekt og fagligt relevant. Derudover kræver det en vis teknisk forståelse at bruge værktøjet optimalt.

Endelig er der spørgsmålet om databeskyttelse og privatliv, som altid er relevant ved brug af AI. Hvis eleverne deltager i videoproduktionen, er det vigtigt at sikre, at ingen personfølsomme data deles utilsigtet.

#### Fremtiden for AI og videobaseret læring i naturfagene

Efterhånden som teknologien udvikler sig, kan AI-værktøjer som InVideo blive endnu mere avancerede og integrere flere interaktive elementer, der kan sti-

mulere elevernes nysgerrighed og lærelyst. Med mulighed for at kombinere AI-genereret indhold med lærernes egen kreativitet kan grundskolens naturfagsundervisning få endnu større gavn af de pædagogiske potentialer i videoformater.

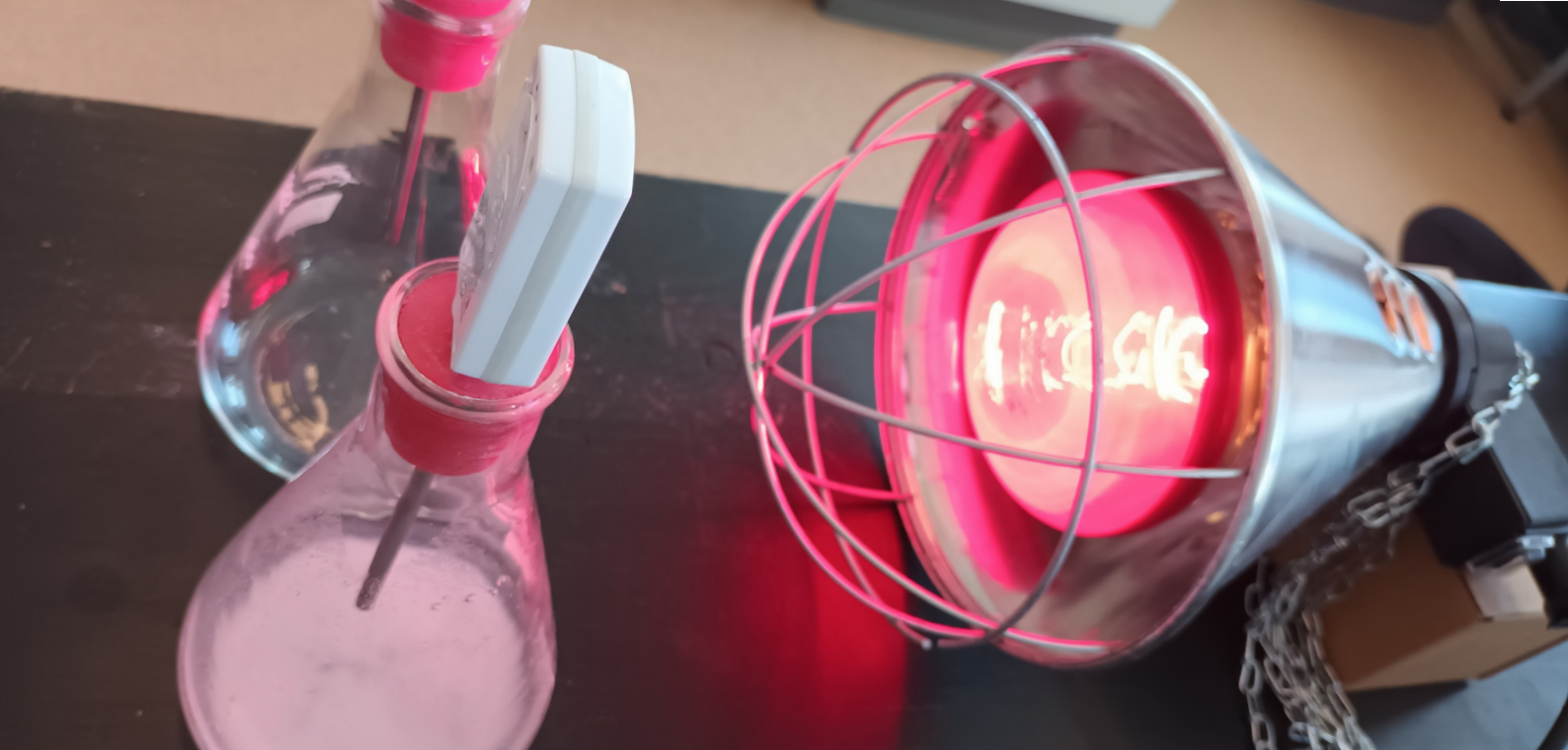
Ved at integrere AI-drevne videogeneratorer i undervisningen kan lærere få et nyt, kraftfuldt værktøj, der både kan effektivisere deres arbejde og give eleverne en mere dynamisk læringsoplevelse. InVideo og lignende platforme tilbyder fleksibilitet, variation og tilpasning, som kan give naturfagsundervisningen i grundskolen et tiltrængt løft.

#### Kritisk tænkning og vurdering af videoer

Når eleverne arbejder med AI-genererede videoer, kan læreren opfordre dem til at tænke kritisk over, hvor godt videoen beskriver det aktuelle fænomen eller emne.

Denne proces hjælper eleverne med at udvikle analytiske færdigheder og refleksionsevne. Eleverne kan for eksempel evaluere, om videoens visuelle og sproglige elementer reelt understøtter en korrekt forståelse af det faglige indhold, eller om der er områder, hvor forklaringen virker forenklet eller upræcis. Ved at diskutere styrker og mangler i videoernes fremstilling af naturvidenskabelige koncepter får eleverne lejlighed til at forholde sig til, hvad der gør en forklaring klar og pålidelig.

Dette giver ikke kun en bedre forståelse af emnet, men skærper også elevernes evne til at vurdere medier og informationskilder kritisk – en vigtig kompetence i en verden, hvor digitale medier og AI-produktioner bliver stadig mere fremtrædende. 🌐



# Undersøgelseskompetence

## fra 1. klasse til 9. klasse i et praksisperspektiv

Undersøgelseskompetence er, som de tre andre naturfaglige kompetenceområder, en rød tråd fra 1. klasse til og med 9. klasse, på langs og på tværs af naturfag i grundskolen.

Af Mette Pawlick Thorsen, Charlotte Clarén og Gitte Christiansen

Ved at lære eleverne at forfølge egne spørgsmål gennem en undersøgende tilgang bidrager alle fire naturfag i grundskolen til elevernes virkelyst, tiltro til egne muligheder og lyst til at lære mere. Fra et samfundsmæssigt perspektiv bidrager undersøgelseskompetence også til at udvikle elevernes evne til at belyse problemstillinger gennem undersøgelser og dermed kvalificere elevernes demokratiske stillingtagen og handling. Endelig åbner undersøgelseskompetence i naturfag op for oplevelse og fordybelse hos eleverne.

Men hvad indeholder undersøgelseskompetence egentlig, når vi taler om grundskolen, og hvor-

dan kan du som naturfaglærer arbejde med netop undersøgelseskompetence i den daglige undervisning i hhv. indskoling, på mellemtrinet og i udskoling? Det giver denne artikel inspiration til.

### **Undersøgelseskompetencens progression kan være en svær størrelse**

Hvis du læser i et af faghæfterne for naturfag på emu.dk, vil du støde på en blå boks, hvor der står følgende:

*”En elev med undersøgelseskompetence vil kunne formulere spørgsmål, som kan undersøges naturvidenskabeligt. I forlængel-*

*se heraf vil eleven kunne vælge faglige undersøgelsesmåder, designe egne undersøgelser og indsamle data på naturvidenskabelig vis. Hvor det er relevant, vil eleven kunne medtænke og vurdere kvaliteten af undersøgelser, fx i form af undersøgelsessystematik, variabelkontrol og væsentlige fejlkilder.*

*Undersøgelseskompetence indbefatter også evnen til at finde mønstre i, fortolke og konkludere på data. Derudover er det en del af undersøgelseskompetencen at kunne forbinde egne undersøgelsesresultater med fagets forklaringer, modeller og måder at udvikle viden på.”*

I arbejdet med undersøgelseskompetence er der en progression, så undervisningen gradvist bliver mere komplekst i forhold til:

- hvad der undersøges
- hvordan der undersøges
- hvilke krav der stilles til elevernes analyse, fortolkning
- hvor store frihedsgrader eleverne forventes at kunne håndtere i deres undersøgelser

Med voksende frihedsgrader gennem indskolingen, mellemtrinnet og udskolingen kan eleverne undervises, så de slutteligt selv kan formulere og undersøge en naturfaglig problemstilling med naturvidenskabelige metoder og undersøgelsesteknikker.

Nedenstående er en tabel fra faghæfterne for de fire naturfag, som viser dels progressionen i forhold til kompetencemål og en kort beskrivelse af, hvordan du kan arbejde med målet på de forskellige klassetrin.

### Eksempler på, hvordan du kan arbejde med undersøgelseskompetence i indskolingen

I indskolingen lærer eleverne at observere i deres nære erfaringsverden og at stille naturfaglige spørgsmål, som de forsøger at besvare gennem enkle undersøgelser.

Med fordel kan eleverne derfor i indskolingen starte med at lære at udføre enkle undersøgelser på baggrund af egne og andres spørgsmål. Det kunne være, at du gav eleverne i indskolingen et spørgsmål som lød:

- "Hvilken form er bedst, når en raket skal flyve så langt som muligt?"

Du kan starte i plenum med en fælles brainstorm på forskellige former, som en raket kan have. På den måde hører eleverne andres ideer, og de første trædesten til hypotesedannelse kan blive lagt. Derefter bygger eleverne selv en raket, og afprøver, hvor langt

den kan flyve. Lektionen efter kan du som lærer vælge at tage en snak i plenum om, hvilken raket, som kom længst – det vil sige be- eller afkræfte en hypotese.

Du kan også arbejde med, hvordan eleverne kan være med til at bygge undersøgelsen op:

1. "Hvor tror I, at det er nemmest at finde en bænkebidder?"
2. En efterfølgende plenumsnak kredser måske om rådden træ eller våde blade efter en skovtur med familien. Måske har nogen set et tv-program, de kan referere til – og måske kommer der også helt urealistiske gæt, men de er også vigtige. En hypotese behøver jo ikke at være korrekt.
3. Så beslutter de forskellige grupper sig for tre steder, som de vil lede efter bænkebidere og fortæller, hvorfor de tror, at de kan finde bænkebidere der, så hypotesedannelse bliver trænet.
4. Det kan være, at du har lavet en simpel tabel til dem, hvor de skal skrive/tegne de tre undersøgelsessteder og en kolonne, hvor de skal skrive, hvor mange bænkebidere, de fandt, eller tage et billede.
5. Til sidst skal de tegne et kort (evt. præ-fabrikeret, hvor de skal sætte tre krydser – et for hvert undersøgelsessted). De skal også notere dagen og tidspunktet på kortet.

Undersøgelsen gentages efter 4-5 måneder her arbejder eleverne med variabelkontrol. I kan sammen være nysgerrige på, om resultatet bliver det samme – hvorfor/hvorfor ikke?

### Oversigt over kompetencemålene for kompetenceområdet undersøgelse

Trinforløb	Kompetencemål	Arbejdet med undersøgelse på trinnet
1.-2. klassetrin	Eleven kan udføre enkle undersøgelser på baggrund af egne og andres spørgsmål.	Eleverne lærer at observere i deres nære erfaringsverden og at stille naturfaglige spørgsmål, som de forsøger at besvare gennem enkle undersøgelser.
3.-4. klassetrin	Eleven kan gennemføre enkle undersøgelser på baggrund af egne forventninger.	Eleverne undersøger fænomener i deres nære erfaringsverden og efterprøver egne forestillinger om sammenhænge: hvad sker der mon, hvis jeg ændrer noget her..?
5.-6. klassetrin	Eleven kan designe undersøgelser på baggrund af begyndende hypotesedannelse.	Eleverne udfører undersøgelser med udgangspunkt i faglige begreber, bl.a. til efterprøvning af faglige hypoteser. I simple tilfælde designer eleverne selv naturfaglige undersøgelser med fokus på at gøre disse kontrollerede, systematiske og pålidelige.
7.-9. klassetrin	Eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i fysik/kemi.	Eleverne undersøger både faglige og fællesfaglige problemstillinger. Eleverne skal kunne udforme og diskutere undersøgelser. De skal tillige kunne sammenholde deres resultater med faglige modeller.

## Eksempler på, hvordan du kan arbejde med undersøgelseskompetence på mellemtrinnet

På mellemtrinnet kan eleverne udføre undersøgelser med udgangspunkt i faglige begreber, bl.a. til efterprøvning af faglige hypoteser. I simple tilfælde designer eleverne selv naturfaglige undersøgelser med fokus på at gøre disse kontrollerede, systematiske og pålidelige.

En måde at arbejde med efterprøvning af faglige begreber, systematik og validitet kunne være at bygge en lufttraket, hvor eleverne arbejder med at undersøge, hvordan man får raketten til at flyve. De kan undersøge begrebet "fart". Eleverne skal prøve at ændre raketens fart ved hjælp af forskellige variabler, som de undersøger systematisk. Variablerne kan f.eks. være:

- Flaskens størrelse
- Flaskens materiale
- Antal ben på raketten
- Spidsens form

Overvejelsen kan være at lade alle elever starte med den samme raket, og derfra lade eleverne selv re-designe en undersøgelse med en af de ovenstående variabler.

En anden måde kunne være, at du bad eleverne i makkerpar at undre sig over, hvad der fik planter til at vokse med fokus på jordbundsforhold og næringsstoffer, og derved arbejde med efterprøvning af faglige begreber, systematik og validitet. Det kunne være, at eleverne fik udleveret forskellige hypoteser, som kunne lade sig gøre:

- "En solsikke vokser hurtigere, jo mere vand den får"
- "En solsikke vokser hurtigere, jo mindre vand den får"
- "En solsikke vokser hurtigere, jo mere sol den får"

Skal eleverne lave forsøgene på samme måde? Hvad er variabler? Mulige fejlkilder?

Til sidst kan klassen i fællesskab prøve at designe en undersøgelse, som fx kan afgøre om solmængde, vandmængde, næringsstoffer osv. har den største påvirkning af størrelsen? Kan man overhovedet afgøre det? Hvorfor/hvorfor ikke?

## Eksempler på, hvordan du kan arbejde med undersøgelseskompetence i udskolingen

I udskolingen skal eleverne undersøge både faglige og fællesfaglige problemstillinger. Eleverne skal kunne udforme og diskutere undersøgelser. De skal tillige kunne sammenholde deres resultater med faglige modeller.

Eleverne skal derfor i slutningen af 9. klasse kunne undersøge en problemstilling eller hypotese, vælge/designe undersøgelsesmetode, hvor der også tages højde for variabler og fejlkilder, udføre undersøgelsen, konkludere og perspektivere på undersøgelsen.

En måde at arbejde med undersøgelseskompetence i udskolingen kan være:

- At der i klassen bliver talt om, hvilke variable, der kan have indflydelse på, hvor langt en raket flyver.
- Herefter vælger eleverne de variable, de mener har indflydelse på, hvor langt en raket flyver og opstiller en hypotese.
- De tegner en skitse af deres forsøgsdesign og får formativ feedback af læreren.
- Sluttelig be- eller afkræfter de deres hypotese, identificerer evt. fejlkilder og kommer med et forslag til en model, som viser, hvad deres

nye viden kan bruges til, i forhold til raketbygning af fx en tur til Mars.

På den måde får eleverne både perspektivering med samt får koblet model og undersøgelse sammen.

Det kunne også være, at eleverne har arbejdet med, hvilken påvirkning pH har på planter. De laver derfor en hypotese om, hvilken pH-værdi, der skal være i en sø, hvis der skal findes mange planter. Eleverne indsamler data i form af vandprøver fra forskellige søer og måler pH-værdier på de forskellige vandprøver. De klassificerer også vandplanter fra de forskellige søer. Til sidst sammenholder deres hypotese med deres resultater og teori, hvorefter de konkluderer på deres undersøgelse.

## Undersøgelseskompetence og den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi

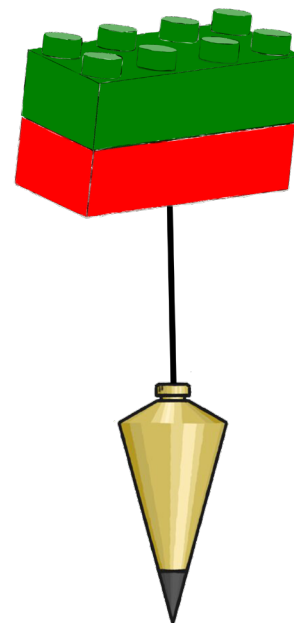
I forhold til undersøgelseskompetence bliver eleverne til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi vurderet på baggrund af følgende vurderingskriterier:

- Kan forklare og begrunde valg af undersøgelser.
- Kan designe, udføre og drage konklusioner af naturfaglige undersøgelser i sammenhæng med relevante modeller og perspektiver.

Ved at arbejde kontinuerligt med for eksempel hypotesedannelse, variabelkontrol, systematik osv. fra 1. klasse og til 9. klasse vil eleven være i stand til bedre at håndtere kravene til den fælles faglige prøve. 🌱



## Undersøgelse: LEGO-kræfter



Materialer:

- LEGO klodser
- DUPLO klodser
- Snor
- Lodder med forskellig masse
- Newtonmeter

Newton beskrev flere typer kræfter, som vi arbejder med i skolen, heriblandt friktion, som er den kraft, der modarbejder bevægelse mellem to overflader, der er i kontakt med hinanden – det er delvist denne kraft, der får LEGO-klodser til at sidde sammen. Men hvordan virker de kræfter, der holder klodserne sammen? Er der for eksempel forskel på LEGO- og DUPLO-klodser?

I naturfag arbejder vi ofte hypotetisk-deduktivt, hvor vi formulerer hypoteser og tester dem. I denne aktivitet skal I arbejde empirisk-induktivt, hvor I skal indsamle data og se, hvad I kan udlede af dem

### Formål

I denne aktivitet er formålet at undersøge “LEGO-kraften” empirisk-induktivt.

### Fremgangsmåde

1. Sæt to LEGO-klodser med samme størrelse sammen. Gentag med forskellige størrelser, så I har en samling af LEGO- og DUPLO-par.
2. Fastgør en LEGO-klods til en snor og hæng lodder af forskellig vægt i snoren, til klodserne skilles ad. Noter vægten i et skema.  
Hvis I har kraftmålere, newtonmetre, kan I bruge dem. Fastgør Newtonmetret til snoren mellem LEGO-klodserne og træk forsigtigt, til klodserne skilles ad. Noter i et skema, hvor mange newton, det krævede.
3. Gentag med de forskellige størrelser af LEGO-klodser og DUPLO-klodser.
4. Analyser jeres indsamlede data for at se, hvordan størrelsen på og typen af klodserne – LEGO eller DUPLO – påvirker den kraft, der kræves for at skille klodserne.
5. Skriv en konklusion på, hvad jeres undersøgelse viste.
6. Sammenlign jeres resultater i klassen. Kan I formulere nogle regler?

**Ekstra:** Overvej at undersøge, hvordan andre faktorer som eksempelvis klodsernes slid påvirker kraften.

# Danmarks Naturfagslærerforening tilbyder udover fagbladet STEM:

## *Arrangementer:*

Foreningen arrangerer studieture, virksomhedsbesøg og foredrag med fagligt indhold. De seneste år har foreningen besøgt f.eks:

CERN, ITER, DTU, NBI, Terma, Copenhagen Suborbitals, Svalbard, Tromsø, Japan, Chernobyl, Oskarshamn, Seaborg og mange flere...

## *Samarbejdspartnere:*

Foreningen har indgået aftaler med en række museer og virksomheder, der tilbyder vores medlemmer forskellige fordele:

Danmarks Tekniske Museum  
Energimuseet  
Steno Museet  
Observatoriet i Brorfelde  
Planetarium  
Universe Science Park  
skolebutik.dk

scandidact.dk  
klasserumsspil.dk  
podconsultsbutik.dk  
forlagetkrabat.dk  
ST Skoleinventar  
Kidsprint  
SmartSteps2Learn.dk

Se hvad vores samarbejdspartnere tilbyder og tilmeld dig vores aktuelle studieture, virksomhedsbesøg og foredrag på [www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)