

# STEM

UNDERVISNING



**FAGBLAD FOR NATURFAGSUNDERVISERE I GRUNDSKOLEN**

Nummer 3 - September 2024

ISSN 2794-3313





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

Ansvarshavende redaktør  
Emil Solyst 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

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 december 2024

# STEM

## UNDERVISNING

# Kære læser



Link til Padlet

## Indhold

|    |   |
|----|---|
| 3  | Kære læser                              |
| 4  | Inspiration til Fagteamet               |
| 6  | Herbarium                               |
| 8  | Vandets Vej 2.0                         |
| 10 | Vandrensning                            |
| 12 | Praksisfaglighed i naturfagene          |
| 14 | Jordens Søjler                          |
| 18 | Forforståelse, misforståelse og fakta   |
| 20 | Leon Theremin                           |
| 24 | Højtbegavede elever                     |
| 28 | Ny udgave af 'Når klokken ringer'       |
| 31 | Boganmeldelse                           |
| 32 | Differentiering med AI                  |
| 34 | Lysende natskyer                        |
| 34 | Uddybende spørgsmål til naturfagsprøven |
| 38 | Elevtegninger                           |

I Danmarks Naturfagslærerforening stræber vi efter at være en levende forening, som engagerer naturfagslærere i hele landet. For at vi kan realisere denne vision, har vi i bestyrelsen nedsat et udvalg, som vi kalder "Den levende forening". Vi ønsker at skabe et stærkt netværk af ildsjæle, der brænder for naturfagsundervisning. Derfor inviterer vi dig til at deltage i et dialogmøde med bestyrelsens udvalg. Sammen skal vi diskutere, hvilke tiltag vi som forening kan iværksætte for få en levende forening med masser af medlemsengagement til gavn for naturfagsundervisningen i de danske grundskoler.

Skriv en mail til os på [denlevendeforening@fysik-kemi.dk](mailto:denlevendeforening@fysik-kemi.dk), hvis du er interesseret i at mødes med os.

Et af foreningens første initiativer i ambitionen om at være en levende forening er "Projekt Lærer til Lærer", hvor vi ønsker at oprette et forum på vores hjemmeside, hvor vi – medlemmerne – kan dele vores bedste forløb og ideer. Der foregår så meget spændende derude i landet – lad os dele med hinanden! Vi har udarbejdet en skabelon, som forløb kan skrives ind i. Den ligger på vores hjemmeside under fanebladet "Fra lærer til lærer".

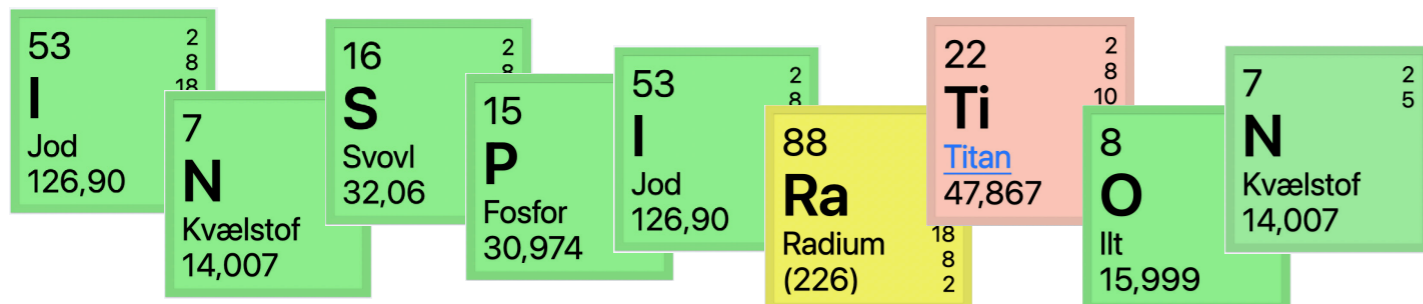
Når skabelonen er udfyldt, sendes den til os på [denlevendeforening@fysik-kemi.dk](mailto:denlevendeforening@fysik-kemi.dk). Vi har lagt et forløb op som eksempel på, hvordan et forløb i skabelonen kan se ud. Ikke alle punkter behøver blive udfyldt. I eksempelforløbet, der kan bruges fra 0.-10. klasse, fandt vi det for eksempel ikke hensigtsmæssigt at formulere stofområder. Vi ønsker at sikre, at forløbene,

som offentliggøres på hjemmesiden, matcher vores koncept og retningslinjer, så vi kan opnå en ensartethed i formatet, og vi er derfor en dedikeret redaktion, der står klar til at gennemgå og tilpasse indholdet. Bidragene kan bringes under navn eller anonymt afhængig af, hvad du foretrækker. Vi belønner det mest nytænkende forløb samt den, der bidrager med flest offentliggjorte forløb, med en julepræmie i december 2024.

Et andet projekt, vi er ved at sætte i søen, er et videndelingsprojekt i videoformat, hvor vi opfordrer alle med noget på hjerte til at optage en kort video, som vi kan dele på foreningens sociale medier. Måske har du arbejdet med noget spændende under din læreruddannelse, måske har du udviklet en genial læringsaktivitet, eller måske kan du bringe et nyt emne eller en ny vinkel på banen. Vi lægger ud med at bringe en video med vores egen Mikkel, som har arbejdet med embodied cognition i sin professionsbachelor. Vi håber, du bliver inspireret til at dele, hvad der optager dig.

Vi opfordrer alle medlemmer til at dele tanker og ideer, uanset om de er store eller små. Dit bidrag er værdifuldt, og vi vil meget gerne høre fra dig! Du kan dele dine inputs via vores padlet (link under forordet) eller ved at sende os en mail. Lad os tage de første skridt sammen mod en mere levende og engagerende forening. Vi ser frem til at høre fra dig!  
De bedste hilsner

Mikkel, Majken og Pia,  
Udvalget "Den levende forening" 🌱



# Inspiration til fagteamet

- Udvikling af naturfaglig skrivning

Af Emil Hjerl

**Husk at invitere læsevejlederen til dette fagteammøde.**

Denne artikel præsenterer konkrete ideer til, hvordan naturfagsfagteamet kan hjælpe hinanden med at udvikle og implementere metoder til at fremme naturfaglig skrivning.

Naturfaglig skrivning er afgørende for elevernes forståelse af faget og deres evne til at formulere sig præcist og kritisk omkring naturfaglige emner.

## 1. Skrivning som en del af faglig tilegnelse

En effektiv måde at støtte elevernes udvikling af det naturfaglige sprog er at integrere skrivning som en central del af læringsprocessen. Det betyder, at eleverne ikke kun skriver for at dokumentere viden, men også for at

forstå og anvende det naturfaglige fagsprog. Fagteamet kan arbejde med at skabe opgaver, hvor eleverne skriver om oplevelser såsom ekskursioner, forsøg eller eksperimenter. Det vigtige er, at skrivningen ikke kun har fokus på fakta, men også på refleksioner og egne iagttagelser.

**Øvelse 1:** Konkrete ideer til implementering

- Lav opgaver, hvor eleverne skal skrive om deres egne eksperimenter og undersøgelser.
- Sæt fokus på refleksioner over oplevelser frem for kun at gengive fakta.
- Del eksempler på skriveopgaver i fagteamet og diskuter, hvordan de kan tilpasses forskellige elevgrupper.

• Elevernes skriftlige produkter skal være korte og præcise.

• De skal bruge få tillægsord og korte sætninger. Lad der kun være et eller to fagord i hver sætning. Brug først bindeord i de større klasser.

## 2. Skrivning til konkrete modtagere

Motiverende skrivning for eleverne involverer ofte en tydelig modtager. Ved at lade eleverne skrive til en specifik målgruppe, såsom forældre eller skolekammerater, bliver deres engagement større. Det kan for eksempel være udarbejdelse af en fagbog, der præsenteres for forældre eller udstilles. Ved at give elevernes skriftlige produkter en konkret form og modtager, styrkes deres lyst til at skrive.

**Øvelse 2:** Konkrete ideer til produkter

- Fagteamet kan samarbejde med danskfaget om at skabe bogprojekter, hvor eleverne laver fagbøger.
- Arranger udstillinger eller præsentationer, hvor elevernes arbejde vises frem.
- Overvej at lade eleverne lave små film eller præsentationer, hvor de formidler deres naturfaglige viden.
- Lav modeller af for eksempel vandets kredsløb, fødenet, geologisk kredsløb, forsøgsopstilling og lignende, hvor der tilknyttes fagbegreber.

## 3. Tidsplan for skriveprocessen og feedback

At give eleverne tid til at fordybe sig i skriveprocessen og løbende modtage feedback er essentielt. Dette kan være udfordrende på grund af den begrænsede tid i naturfagene. Her kan fagteamet samarbejde med danskfaget eller andre relevante fag for at sikre, at eleverne får den nødvendige tid til at arbejde med deres naturfaglige skrivning.

**Øvelse 3:** Strategier til at samarbejde på tværs af fag

- Lav en fælles tidsplan mellem naturfag og dansk, hvor eleverne kan arbejde på deres naturfaglige tekster.
- Aftal faste feedback-runder, hvor eleverne modtager input fra både naturfags- og dans-

klærere. Brug også gerne peer feedback, hvor eleverne ud fra lærerformulerede kriterier forholder sig til hinandens arbejde og giver hinanden feedback.

- Del erfaringer i fagteamet om, hvilke feedbackmetoder der virker bedst for de forskellige elevgrupper.

## 4. Struktur og signalord i opgaver

Opgavebeskrivelser spiller en central rolle i elevernes skrivning. Hvis signalordene i opgaverne ændres, kan det påvirke, hvordan eleverne formulerer sig skriftligt. Ved at fokusere på, hvad signalordene betyder, hjælpes eleverne til at forstå, hvad der forventes af dem i skrivningen. I kan finde en artikel om signalord i STEM 2, 2023.

**Øvelse 4:**

- Fagteamet anvender listerne med signalord og tydeliggør, hvordan eleverne skal strukturere deres besvarelser derefter.
- Diskuter i teamet, hvordan signalordene kan bruges på tværs af klassetrin for at skabe en rød tråd i undervisningen.
- Lav små workshops i fagteamet, hvor I ser på eksisterende opgaver og justerer dem med fokus på signalordene.

## 5. Hypotese- og dokumentations-skrivning

Hypoteser og dokumentation er centrale elementer i naturfaglig skrivning. Fagteamet kan hjælpe

hinanden med at udvikle metoder til at støtte eleverne i at formulere korte, præcise hypoteser, der kan afprøves og falsificeres eller sandsynliggøres.

Derudover kan dokumentationsprocessen styrkes ved at introducere forskellige dokumentationsformer såsom billeder, grafer og notatteknikker.

**Øvelse 5:**

- Lav skabeloner for, hvordan hypoteser kan formuleres kort og præcist.
- Del erfaringer med forskellige dokumentationsformer, eksempelvis hvordan billeder kan bruges i dokumentation.
- Diskuter i teamet, hvordan elevernes dokumentation kan blive mere systematisk og detaljeret. Hav fokus på overgangen mellem hverdagsprog og fagsprog.

Udviklingen af naturfaglig skrivning kræver en koordineret indsats fra fagteamet, hvor ideer, metoder og erfaringer deles. Ved at arbejde sammen om at implementere konkrete skrivestrategier kan vi sikre, at alle elevgrupper understøttes i deres faglige udvikling.

Dette kræver en fælles indsats, men resultatet vil være elever, der i højere grad er i stand til at forstå, formidle og reflektere over naturfaglige emner skriftligt. 🌱

# Herbarium:

En tværfaglig tilgang til skrivning i naturfag



Af Maria Hyttel Meyer Schrøder

I alle skolens fag er der et stigende fokus på autentisk indhold. Den praksisfaglige tilgang i naturfag og fokus på brugstekster i danskundervisningen skaber et oplagt potentiale i forhold til at lave tværfaglige forløb i naturfag og dansk.

I naturfag er skriftligheden et vigtigt element i lærings- og erkendelsesprocessen, og i dansk er et af målene at mestre forskellige skriftlige fremstillingsformer. Ved at planlægge og gennemføre undervisning på tværs af fag, styrker det udbyttet i begge fag.

Et forløb om den danske flora, som udmunder i et fælles herbarium, er et eksempel på et forløb, som kombinerer de to fag. Forløbet er afprøvet i en 7.klasse og var inddelt i tre faser: Indsamling og kategorisering af plan-

ter, undersøgelser og kildesøgning og tekstproduktion.

## Indsamling

I den første fase introduceredes eleverne kort for, hvad flora er, og hvad opgaven gik ud på. Relativt hurtigt derefter skulle eleverne gå ud på skolens område og orientere sig i, hvilke planter der var på området. Derefter skulle de vælge én art og indsamle to eksemplarer af planten.

Hvis det var en plante med blomster, skulle der være både blad og blomster. Bagefter lagde de planten i pres mellem gamle aviser og med bøger ovenpå. Imens planterne lå i pres til næste uge, fortsatte eleverne med næste fase.

## Undersøgelser

I den midterste fase skulle eleverne først arbejde med modeltekster for at komme frem til kendetegn ved beskrivende tekster. Eleverne læste en tekst om dyr på Den Store Danske: mink - Udseende, udbredelse, levevis, og minkavl - Lex og beskrev indhold, opsætning, rækkefølge og sprog. Derefter lavede klassen en fælles definition og analysemodel til teksttypen. Derefter skulle de selv analysere en tekst om en plante ud fra de opstillede kriterier (det skulle ikke være om deres egen plante). Til sidst i denne fase planlagde de deres egen tekst ved hjælp af underrubrikker, som f.eks. "Udseende", "Historie og anvendelse" mm. Ud fra dem vidste de, hvilke informationer, de skulle søge frem på nettet.

## Tekstproduktion

Den sidste del var selve tekstproduktionen, hvor eleverne skulle bruge viden fra kilder til at skrive deres tekst om deres plante. I dansk er der et udvidet tekstbegreb, som også indbefatter billeder og illustrationer, så det var en del af opgaven, at deres layout skulle passe til den samlede kommunikation. I denne del af processen indgik også en praktisk opgave med at laminere og udstille deres planter.

Til sidst blev klassens laminerede planter hængt op i klassen sammen med de beskrivende tekster som en fælles udstilling. Det krævede blot en lamineringsmaskine og farvet karton i A3-format.

## Erfaringer

Den beskrivende teksttype er velkendt for eleverne fra for eksempel Wikipedia, og de oplevede det som en overkommelig opgave. Opgaven var også relativt simpel, men dermed var der plads til at udfordre på flere niveauer i begge fag. Omfanget var begrænset til en A4-side, hvor det ensartede slutprodukt skabte kort vej til mestring.

Sværhedsgraden i det naturfaglige indhold var overkommeligt for dansklæreren, og ligeledes var det teoretiske omkring teksttypen overkommeligt naturfagslæreren. Dermed blev elevernes proces mere dynamisk og mindre bundet af, hvilket fag eller hvilken lærer, der var til stede.

## Idéer til videre arbejde

Samme opbygning og kombinationen af tekst og noget visuelt kan sagtens bruges i andre dele af naturfagsundervisningen i et tværfagligt forløb med dansk.

For eksempel kan eleverne tegne en cellediagram og skrive en beskrivende tekst om dens funktioner, hvor man bruger en faglig tekst som modeltekst.

Det kan også være en opgave i argumentation, hvor det danskfaglige mål er at skrive argumenterende ved brug af både tekst og illustration, mens det i naturfag kan være målet at undersøge et problemfelt, som for eksempel fordele og ulemper ved atomkraft. ☸

# Vandets vej 2.0

Når besøget på vandværket og rensningsanlægget bliver en integreret del af undervisningen

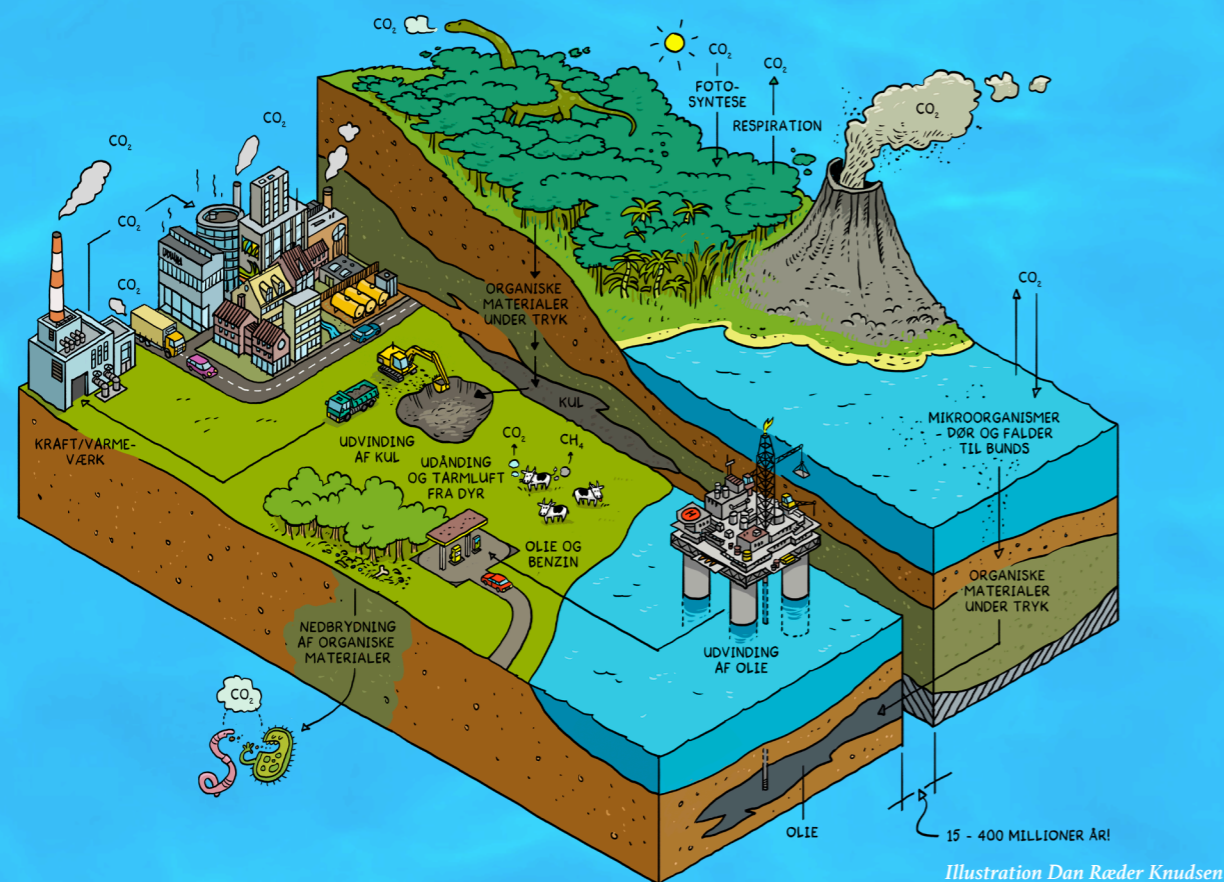


Illustration Dan Ræder Knudsen

Af Emil Hjerl

På årets Big Bang konference var interessen for vandetsvej.dk's nye materialer og opgraderingen af hjemmesiden stor.

Hvert år besøger tusindvis af elever vandværker og rensningsanlæg i hele landet for at lære om drikkevandsforsyning og spildevandsrensning. For mange naturfagslærere er disse besøge en fast del af undervisningen, og mange benytter hjemmesiden Vandetsvej.dk, som er en af de mest anvendte gratis ressour-

cer i naturfagsundervisningen i Danmark. Besøgene og undervisningsmaterialerne bruges ofte i forbindelse med de fællesfaglige fokusområder. Et af de mest populære temaer fra læseplanen er "Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer", da alle naturfagene har en meget direkte relation til emnet. Det er

ligeledes velegnet til at opfylde de tre centrale krav til fællesfaglige forløb:

1. Elevstyring: Elevernes egne undersøgelser i lokalområdet.
2. Autentiske problemstillinger: Elevernes arbejde med teknologi, og problembaseret

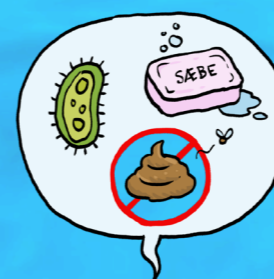


Illustration Dan Ræder Knudsen

3. Elevernes inddragelse i interessekonflikter, hvilket giver dem mulighed for at tage stilling.

Læs mere på <https://astra.dk/undervisning/faellesfaglig-naturfagsundervisning/faellesfaglige-fokusomrader/>

Undervisning, der inddrager besøg i eksterne læringsmiljøer, er motiverende for eleverne, og det autentiske møde med steder og engagerede formidlere øger læringspotentialet. En stor del af forsyningsselskaberne har etableret egentlige skoletjenester med professionelle undervisere. Her er det typisk muligt at booke undervisningsforløb, der er tilpasset det faglige niveau for forskellige elevgrupper. Hos de mindre forsyningsselskaber vil det også ofte være muligt at booke et besøg, så elever overalt i landet kan inddrage lokale vandværker og rensningsanlæg i deres undersøgelser.

En række af de største forsyningsselskaber har udviklet og driver Vandetsvej.dk. I samarbejde med skoletjenestens faglige konsulenter har de nu skabt et nyt fællesfagligt forløb samt to tværfaglige forløb. Til disse forløb er der udarbejdet en række

nye tekster samt undersøgelses- og modelleringsopgaver, så eleverne i højere grad kan være aktive og deltagende.

Der er blandt andet nye materialer, der omhandler damptørring og pyrolyse af slam fra rensningsanlæg, og eleverne vil i skolens laboratorier kunne undersøge, hvordan restproduktet biokoks kan forbedre jordkvaliteten og tilbageholde vand. Der er også forslag til mere traditionelle undersøgelser af fordampning, fortætning og vandets kredsløb, samt undersøgelser af nedsligningshastighed og forskellige jordtypers renssevne.

I alle undersøgelsesopgaverne er fokus på, at eleverne selv deltager i at designe undersøgelserne og indsamle data, som kan anvendes i undervisningen og til den fællesfaglige prøve. Derudover er der som noget helt nyt en omfattende modelleringsopgave, hvor eleverne skal arbejde med modellering af vandets kredsløb samt sammenhængene med kulstof-, kvælstof- og fosforkredsløbene.

Slutteligt er der mulighed for at arbejde med drikkevand og vandrensning i fattige lande, hvor der inddrages viden om

infektionssygdomme og lavteknologiske løsningsmuligheder for at udnytte energien i restprodukterne.

På Big Bang-konferencen var tilbagemeldingerne fra lærere, der har afprøvet de nye materialer og forløb, meget positive.

En lærer bemærkede: "Det fungerede rigtig godt at tage udgangspunkt i nogle historiske begivenheder, da det gjorde det mere konkret for eleverne at arbejde med drikkevand og kloakker."

En anden lærer tilføjede: "Eleverne har været meget engagerede, og de var særlig glade for de aktiviteter, hvor de selv kunne designe deres undersøgelser." Denne lærer nævnte også: "Jeg blev kontaktet af både elever og forældre efterfølgende, som spurgte, hvornår de skulle prøve det igen, fordi det havde været virkelig sjovt og interessant at arbejde på den måde."

Materialerne kan findes på <https://vandetsvej.dk/>

# Vandrensning

## - praktiske eksempler til klasseværelset

Af Emil Hjerl

Det kan være udfordrende at vejlede elever i at designe modelforsøg og undersøgelser, der rækker ud over rensning af saltvand til ferskvand eller spildevand til drikkevand.

### Rensning af vand med udgangspunkt i to forskellige former for forurening

Den første case beskæftiger sig med biologisk forurening. I Sierra Leone bruger lokalbefolkningen floden som drikkevandskilde. Landsbyen anvender flodens vand i fire faser i strømretningen:

Først til drikkevand og madlavning, derefter til vask, så til opvask og til sidst til toiletbesøg. På den måde undgår de at bade i deres egen afføring, hvilket er ganske smart. Ud over at landsbyen længere oppe af floden har samme system.

Den anden case omhandler Citarum-floden i Indonesien, som længe har været verdens mest forurenede flod på grund af kemisk forurening fra tøjfabrikker, der udleder farlige affaldsstoffer direkte i floden, hæver koncentrationen af tungmetaller og ændrer pH-værdien.

Eleverne kan sammenligne forureningsgraderne og rensningsmetoder til de to typer forurening. Her kommer der et par eksempler.

**1)** Dyrk græs i tre forskellige bakker. Den første bakke vandes med gødning for at illustrere den biologiske forurening, og den anden bakke vandes med en stærk syre på pH4 eller lave-re som model for det kemisk forurenede vand. Den tredje bakke er en kontrol og vandes med rent vand. Lav en kvalitativ dataopsamling ved at beskrive og fotografere planternes vækst. Udvid forsøget ved at have samme forsøgsopstilling med flere typer planter eller udvid antallet af bakker med andre typer forurenede vand.

**2)** Sammenlign forskellige former for forurening og deres betydning med blåmuslinger. Hæld kunstgødning som model for biologisk forurenede vand i ét akvarium og kobbersulfat som model for kemisk forurenede vand i et andet. Læg fem blåmuslinger i hvert akvarium. Analyser det forurenede vand, så der etableres et udgangspunkt. Analyser vandet igen efter fire uger. Kobber er et tungmetal, og dræber derfor

blåmuslingerne, mens muslingerne renser vandet for gødningen. Husk en stærk pumpe. Udvid forsøget ved at undersøge, hvordan blåmuslinger ser ud, inden de udsættes for det forurenede vand, og hvordan de ser ud efter at have levet i det forurenede vand. Opstil flere akvarier med andre former for forurenede vand.

**3)** Lav et modelforsøg, der viser rensning af forurenede vand ved hjælp af kemisk udfældning. Fremstil en model af forurenede vand ved at blande NPK-gødning, kobbersulfat og vand. Lav en kemisk analyse af det forurenede vand for at etablere et udgangspunkt. N og P kan udfældes ét stof ad gangen. Nitrat kan udfældes med  $\text{AgCl}$ , hvorefter bundfaldet filtreres fra. Fosfat udfældes med  $\text{FeCl}_3$  med samme fremgangsmåde. Kalium fjerner man ikke. Udfældning af kobber kan foretages ved at tilføje et zinkklip eller et jernsøm. Fordi kobber står til højre for både zink og jern i spændingsrækken, vil kobberet sætte sig på zinkklippet eller jernsømmet.

Følgende er inspiration til lærerstillede spørgsmål med fokus på kommunikations- og perspektivkompetencen:



## Førstehjælp til Østersøen

16 marts 2018 er forskere fra landene, der omkranser Østersøen, samlet til konference i den polske havneby Gdansk. Ifølge Jens Christian Refsgaard er problemet kort fortalt, at der bliver udledt store mængder næringsstoffer i vandet, særligt kvælstof og fosfor. Det giver gode vækstforhold for alger, og de vokser derfor i stor stil.

Hvilke konsekvenser har den store mængde af næringsstoffer for Østersøen, og hvorfor er forskerne så ivrige efter at løse problemet? Hvilke konsekvenser har problemet, og hvordan kan de løses?

## Coca Cola sparer på vandet

Coca Cola er hoppet med på bølgen af etisk ansvarlige virksomheder. Hvert år bruger sodavandsfirmaet knap 300 milliarder liter vand på at producere læskekodrikke, hvilket svarer til fem gange så meget vand, som hele London bruger på et år.

Som det er nu, går der mellem 175 og 250 liter vand alene til at producere sukker nok til én liter cola. "Det kan vi godt gøre bedre", siger Coca Colas direktør i 2007. Hvorfor er virksomheden interesseret i, at mindske vandforbruget? Og hvor i deres produktionskæde vil det være muligt? - Har de andre muligheder for at mindske virksomhedens vandforbrugsregnskab, dvs. hvad forbruger virksomheden, og hvad giver virksomheden tilbage til omgivelserne?



## Cape Town og "Day Zero" 2018

Læs nedenstående tekst om Cape Town, og kom med forslag til, hvordan de kan fremtidssikre deres vandforsyning. Giv også et bud på, hvordan Cape Town kan lave anbefaling til, hvordan man kan mindske vandforbruget i krisesituationer.

*Den 22. april 2018 var dagen, hvor Cape Town løb tør for vand. Byen, med fire millioner indbyggere, blev den første storby i verden, der stod uden vandforsyning. Efter tre års tørke stod vandreservoirer og dæmninger næsten tomme. For at sikre vanddistributionen blev der etableret 200 uddelingssteder rundt om i byen, hvor borgerne kunne hente op til 25 liter vand om dagen. Byplanlæggere erkendte, at byen ikke var gearet til befolkningstilvæksten, der næsten var fordoblet de sidste 20 år. Klimaforskere påpegede dog, at en tørke af tre års varighed kun forekommer én gang hvert tusinde år.*

*Den 23. april faldt de første 40 mm regn, hvilket udløste stor jubel blandt befolkningen.*

I Danmark bruger vi hver dag omkring 100 liter vand pr. person. Heraf går 33 liter til toiletskyl, mens 44 liter bruges til personlig hygiejne såsom brusebad og tandbørstning.



# Praksisfaglighed i Naturfagene

Af Emil Hjerl

I en tid præget af klimaforandringer, digitalisering og globalisering er det vigtigt, at eleverne lærer at forholde sig kritisk og problemløsende til deres omverden. Praksisfaglighed i naturfagene er en tilgang, som kan imødekomme netop dette behov. Gennem praksisfaglighed lærer de ikke blot at forstå verden teoretisk, men også at tage stilling og handle ud fra både små og store problemstillinger.

## Praksisfaglighed i naturfagene

I naturfagene er praksisfaglighed afgørende for at skabe motiverende, meningsfuld og relevant undervisning tæt på elevernes livsverden. Ved at arbejde med virkelige problemstillinger og ved at gennemføre praktiske aktiviteter får eleverne en dybere forståelse af, hvordan de faglige begreber spiller sammen med deres hverdags erfaringer.

## Hvordan skaber vi praksisfaglighed i naturfagsundervisningen?

Store temaer inden for naturfagene som klima, energi, teknologi eller sundhed kan alle perspektiveres til elevernes eget liv, og dermed ligger der et stort potentiale i naturfagernes didaktik.

Gennem undersøgelsesbaserede arbejdsmetoder, hvor eleverne selv er med til at formulere spørgsmål og undersøge mulige svar, bliver undervisningen mere nærværende og vedkommende. Eleverne skal selv være med til at formulere problemstillinger, indsamle data, lave eksperimenter og analysere resultaterne.

Denne tilgang giver eleverne ejerskab over deres egen læring og mulighed for at tænke kreativt og kritisk. I hele processen fra at identificere en problematik til at præsentere deres konklusioner lærer eleverne at arbejde struktureret og videnskabeligt, hvilket både er relevant i en naturfaglig sammenhæng og i andre aspekter af deres liv.

I undervisningen bør der derfor være fokus på autentiske problemstillinger, som er aktuelle og interesserer eleverne. Det kan for eksempel være spørgsmål om, hvordan vi kan reducere CO<sub>2</sub>-udledning, eller hvordan ny teknologi kan være med til at forbedre vores sundhed. Når eleverne arbejder med emner, som de kan relatere til deres eget liv, vil de opleve, at deres faglige viden har en direkte anvendelse i verden omkring dem.

Et andet vigtigt element i praksisfagligheden er skabelsen af konkrete produkter. Dette kan for eksempel være i form af illustrationer eller modeller, der danner bro mellem hverdagserfaringer og teori. Ved at arbejde med fysiske eller visuelle produkter kan eleverne bedre forstå de abstrakte begreber, de møder i naturfagsundervisningen. Desuden er kropslige aktiviteter også en vigtig del af praksisfagligheden, da de giver eleverne mulighed for at koble deres handlinger og sansninger til den læring, der tilstræbes. Når eleverne for eksempel bygger en model af et kredsløb eller udfører en kemisk reaktion, bliver teorien håndgribelig og konkret.

## Design af undervisningsaktiviteter

For at skabe en praksisfaglig undervisning i naturfagene kræver det en velovervejet tilgang til undervisningsdesignet. Her er nogle centrale punkter til, hvordan læreren kan tilrettelægge undervisningen, så den understøtter praksisfaglighed:

1. Præsentation af observationer og fænomener: Læreren starter med at præsentere en observation eller et fænomen, som eleverne

kan undersøge nærmere. Det kan være alt fra biologiske fænomener til fysiske eller kemiske reaktioner. Eleverne formulerer selv hypoteser og laver arbejdsspørgsmål, som de kan undersøge. Det bliver derfor arbejdsprocessen, der er i fokus frem for reproduktion af en bestemt model eller forsøg. På dette stadie er det en god idé at få eleverne til at identificere, hvordan fænomenet er relevant for dem selv, hvis det er muligt.

2. Åben spørgsmålsformulering: Spørgsmålene formuleres åbent, så eleverne opfordres til at tænke kreativt og udforske forskellige mulige forklaringer. Denne tilgang skaber nysgerrighed og lyst til at undersøge emnet dybere.

3. Dataindsamling: Eleverne opfordres til selv at samle data gennem observationer, eksperimenter eller undersøgelser. Det er vigtigt, at de lærer at arbejde systematisk og kritisk med dataindsamlingen, og at der lægges vægt på nøjagtighed og pålidelighed i processen.

4. Hypoteseformulering: Eleverne skal lære at formulere hypoteser på baggrund af deres observationer og data. Dette hjælper dem til at

strukturere deres undersøgelser og få en bedre forståelse af de naturvidenskabelige arbejdsmetoder og materialevalg.

5. Årsagssammenhænge: Eleverne opfordres til at anvende deres viden og erfaringer til at udforske årsagssammenhænge. Her kan læreren hjælpe dem med at introducere begreber som variabler og kontrol, som kan bruges til at strukturere og systematisere deres undersøgelser.

6. Kritisk refleksion: Eleverne lærer at være opmærksomme på alternative forklaringer og mulige fejlkilder. Det er også vigtigt, at de reflekterer over egne forforståelser, og hvordan disse kan påvirke deres observationer og konklusioner. Denne kritiske refleksion er en vigtig del af den naturvidenskabelige arbejdsmetode.

7. Præsentation af resultater: Elevernes mulighed for at præsentere deres resultater og konklusioner på en klar og overbevisende måde. Dette kan for eksempel ske gennem skriftlige rapporter, mundtlige præsentationer eller visuelle produkter som modeller eller illustrationer.

8. Relevante ressourcer: Læreren

kan inkludere relevante ressourcer såsom videoer, artikler eller eksperter, som eleverne kan hente inspiration fra. Disse ressourcer kan bidrage til en dybere forståelse af emnet og give eleverne nye perspektiver på de problemstillinger, de arbejder med.

## Sammenhæng mellem teori og praksis

Praksisfaglighed handler ikke blot om at udføre praktiske aktiviteter, men om at skabe en meningsfuld sammenhæng mellem teori og praksis. I naturfagene er det derfor vigtigt, at eleverne får mulighed for at afprøve, hvordan de teoretiske modeller og love spiller sammen med omverdenen.

Gennem praksisfaglig naturfagsundervisning får eleverne mulighed for at udvikle både deres faglige og personlige kompetencer. De lærer at arbejde struktureret og systematisk, samtidig med at de udvikler deres evne til at tænke kritisk og kreativt. Samtidig ligger der også et element af livsduelighed. Eleverne rustes til at kunne løse de problemer, de møder i deres hverdag og fremtidige liv, og kunne navigere i en verden i konstant forandring. 🌍



# Jordens Søjler

## En Praktisk Tilgang til Danmarks Geologiske Dannelser

Af Holger Elme Nielsen, Naturfaglærer på Albertslund Ungecenter

Som lærer har jeg altid været fascineret af den jord, vi står på. På en tidligere arbejdsplads havde vi et rådgivende ingeniørfirma som nabo, og de havde ofte en jordboremaskine parkeret udenfor. Jeg drømte om at få dem til at lave en boreprop på 12 meter, som kunne hænge vandret i vores naturfagslokale. Denne boreprop ville give eleverne en unik mulighed for at se, hvad der gemmer sig under fliser og asfalt – en rejse ned gennem jordens lag. Desværre blev det aldrig til noget.

Senere blev jeg introduceret til databasen Jupiter af min gode ven, Henrik Granat, der arbejder som geolog ved GEUS. Jupiter er en landsdækkende database, der registrerer alle borede huller i Danmark, og som afslører de geologiske lag i forskellige dybder. Denne ressource åbnede nye muligheder for undervisningen.

### At udforske jordens historie med eleverne

I 2023 underviste jeg fire 9. klasser i naturfag, og jeg besluttede at bringe ideen om jordens lag til live. Hver klasse fik til opgave at lave to modeller af forskellige boringer fra rundt omkring i Danmark. Formålet

var at give eleverne en forståelse af, hvad der gemmer sig i undergrunden i forskellige dele af landet.

Vi lavede modeller for følgende lokaliteter:

- Dover, Lintrup i vestlige Sønderjylland
- Nørre Alslev på Falster
- Frederiksberg Forsyning, Frederiksberg
- Finsensvej, Frederiksberg
- Karup, Midtjylland
- Gistrup, Ålborg
- Ørbæk, Østfyn
- Bording nær Ikast, Midtjylland

Denne samling af lokaliteter gav os et bredt udsnit af Danmarks geologiske mangfoldighed. Vi inkluderede områder, der ikke var dækket af is under den sidste istid, samt morænelandskaber og steder med hævet havbund.

De to modeller fra Frederiksberg var særligt interessante, da de viste, at byen hviler på en stabil kalkformation kaldet københavnerkalk. Den elevfremstillede model fra Frederiksberg Forsyning gav vi efterfølgende til Frederiksberg Forsynings Klimaskole, hvor den nu informerer besøgende om drikkevand og geologi.

### Fra Jordens Dyb til Klasselokalet

Denne tilgang giver en god mulighed for at integrere teoretisk viden med praktisk arbejde.

Eleverne kan understøtte deres læring med ressourcer fra undervisningsportaler som Danmark og istiderne samt Danmark på overfladen af Gyldendal.

Andre materialer jeg brugte som supplerede undervisningen var:

- GO atlas til at identificere landskabstyper og hvad der gemmer sig i undergrunden.
- Udforsk geologiske lag og deres alder, f.eks. hvornår dinosaurerne uddøde.
- Introduktion til boringsdatabasen Jupiter – find de tre boringer, der ligger tættest på din skole.
- Sammenlign boringer fra forskellige landskabstyper i Danmark.
- Lav forsøg med vands nedsivning i forskellige materialer.
- Hvorfor er der forskel på kalkindholdet i grundvand fra forskellige steder i Danmark.
- Metrobyggeriet i København – hvilke lag har man boret tunnelen i?

### Råstoffer i Danmarks Undergrund

Eleverne får også mulighed for at udforske de mange ressourcer, der findes i Danmarks undergrund, såsom vand, ler, sand, grus, kalk, salt og meget mere.

### Besøgssteder i Østlige Danmark

For at supplere undervisningen kan besøg på steder som Karlstrup Kalkgrav ved Solrød, Faxe Kalkbrud, Stevns Klint eller Møns Klint med besøgscentre give eleverne en dybere forståelse af geologien i praksis. Besøg en grusgrav, for eksempel Hedeland ved Taastrup og et lergravningsområde ved Nivaagaards Ringovn.

Denne hands-on tilgang til geologi i undervisningen engagerer eleverne og giver dem en konkret forståelse af de geologiske processer, der har formet det landskab, vi i dag lever i.

Model af 80 meters undergrund af p-areal ved Linde Alle, Herstedlund Skole, Albertslund



## Forsøgs-vejledning:

## Jordens Søjler

### Formål

At skabe en fysisk model af jordlagene fra en specifik lokalitet i Danmark, baseret på data fra Jupiter-databasen. Modellen skal give indsigt i de geologiske lag, der findes under vores fødder og skabe en praktisk forståelse af geologi.

### Fremgangsmåde

#### 1. Forberedelse af Geologisk Data:

Brug Jupiter-databasen til at hente geologiske data fra udvalgte borer i forskellige områder i Danmark. Vælg en lokalitet, der passer til klassens behov, f.eks. Frederiksberg eller Karup.

Undersøg hvilke jordlag, der findes, og hvor dybt hvert lag strækker sig. Notér de vigtigste materialer som sand, ler, kalk osv.

#### 2. Planlægning af Modellen:

Modellen skal være i skala 1:100, hvor 1 meter i jorden svarer til 1 cm i modellen. Udregn tykkelsen af hvert jordlag i modellen baseret på de faktiske dybder fra Jupiter-databasen.

#### 3. Konstruktion af Modellen:

Skær plexiglasrøret til i en passende længde, f.eks. 1 meter, hvilket svarer til 100 meter i jorden.

Fastgør plexiglasrøret til en træplade ved hjælp af silikonefugemasse, så det står oprejst. Brug rundstokken til at stabilisere modellen, hvis det er nødvendigt.

#### 4. Fyldning af Lagene:

Start med at fylde de forskellige lag af materialer i plexiglasrøret, så de repræsenterer de geologiske data. Brug forskellige farver sand, grus, ler og kalk for at adskille lagene visuelt.

Sørg for, at tykkelsen på hvert lag svarer til de geologiske dybder (f.eks. 3 cm ler for et 3 meter dybt lag).

#### 5. Mærkning og Farvning:

Mærk hvert jordlag med en lille label eller skilt, der angiver materialet (f.eks. sand, ler, kalk) og dybden.

Hvis det ønskes, kan I male lagene for yderligere at fremhæve forskellene og gøre dem tydelige.

#### 6. Afslutning:

Afslut modellen ved at tætte toppen af plexiglasrøret med silikonefugemasse for at sikre, at materialerne bliver på plads.

### Diskussionsemner og videre arbejde:

- Hvilke typer materialer findes typisk i danske jordlag?
- Hvorfor varierer jordlagene afhængigt af geografien?
- Hvordan påvirker de geologiske lag menneskeskabte projekter som metrobyggeri og vandforsyning?
- Eleverne kan sammenligne deres model med virkelige boredata fra andre lokaliteter i Danmark.

### Supplerende Aktiviteter:

- Lav forsøg med vand nedsivning i de forskellige lag.
- Diskuter råstoffer i undergrunden og deres betydning for Danmarks økonomi og miljø



### Materialer:

- Plexiglasrør (1 meter langt, diameter ca. 10 cm)
- Rundstok i træ (til montering af plexiglasrøret)
- Plexiglasplade (til bund)
- Silikonefugemasse (til tætning)
- Jordmateriale fra boreprøver (hvis muligt, ellers bruges simulerede lagmaterialer som sand, grus, ler, kalk og jord)
- Maling eller farvet ler til at vise de forskellige lag tydeligt
- Geologiske data fra Jupiter-databasen

### Værktøjer:

- Boremaskine
- Sav til plexiglas og træ
- Lige vaterpas og lineal
- Lim og pensler til maling

Xplore

# Skærm/skærm ikke?

Xplore: GO Forlag tror på, at vi både skal bruge digitale og analoge læremidler i naturfagene – og nogle gange tage helt ud i naturen.

Debatten om skærme i skolen fylder meget i uddannelsesdebatten. Efter at portaler i en årrække har gået deres sejrsgang i klasseværelserne landet over, svinger pendulet nu den anden vej.

I stedet for enten/eller tror vi dog, at det er både og: Der er fordele ved begge formater. Vælg det rigtige til din undervisning.

Xplore-systemet findes både som opdaterede portaler med interaktive elementer, simuleringer og film og som smukt illustrerede grundbøger i nye udgaver. Et overflødhorn af øvelser og gode lærevejledninger støtter undervisningen og gør livet lettere for læreren.

Med cases i både starten og slutningen af temaerne inviterer Xplore eleverne ind i stoffet ved at rejse helt ud i naturen. Uanset om du arbejder i et digitalt eller analogt univers, er den virkelige verden med andre ord lige ved hånden.



Læs mere om Xplores bøger og portaler her:





# Forforståelse, misforståelse og fakta

Af Emil Hjerl

Denne artikel er blevet til, efter at bestyrelsen brugte tid på at diskutere forskellige hverdagspåstande og deres potentiale for at skabe misforståelser om, hvordan naturvidenskabelige fænomener hænger sammen. Nedenfor præsenteres en række udsagn, der kan føre til misforståelser hos eleverne, eller hvor eleverne har en forforståelse af, hvordan fænomenerne relaterer til hinanden. Det kan derfor være en fordel at have dette i tankerne, når eleverne arbejder med naturvidenskabelige emner, samt at få italesat eller undersøgt, hvordan fænomenerne i virkeligheden hænger sammen.

## Det er varmere om sommeren, fordi Jorden er tættere på Solen

- Faktum: Årstiderne skyldes Jordens aksehældning, ikke afstanden til Solen. Om sommeren hælder den nordlige halvkugle mod Solen, hvilket giver mere direkte sollys.

## Mennesker bruger kun 10% af deres hjerne

- Faktum: Neurovidenskabelige studier viser, at næsten alle dele af hjernen har en kendt funktion, og mennesker bruger forskellige dele af hjernen på forskellige tidspunkter.

## Vand hvirvler i modsat retning på den sydlige halvkugle på grund af Coriolis-effekten

- Faktum: Coriolis-effekten påvirker store systemer som storme og havstrømme, men den er for svag til at påvirke små systemer som afløb og toiletter.

## Tunge genstande falder hurtigere end lette

- Faktum: Uden luftmodstand falder alle genstande med samme acceleration på grund af tyngdekraften – som Galileo demonstrerede. Luftmodstand kan dog få lettere genstande til at falde langsommere.

## Lyn slår aldrig ned samme sted to gange

- Faktum: Lyn kan og slår ofte ned på samme sted flere gange, især på høje bygninger og strukturer som for eksempel skyskrabere.

## Evolution handler om "den stærkeste overlever"

- Faktum: Evolution handler om overlevelse af dem, der er bedst tilpasset deres miljø. Det handler ikke nødvendigvis om fysisk styrke, men om at have de egenskaber, der bedst tillader en art at overleve og reproducere sig i et givent miljø.

## Mennesket stammer fra aber

- Faktum: Mennesker og aber deler en fælles forfader, men vi udviklede os i forskellige retninger. Mennesker er ikke direkte efterkommere af de moderne aber.

## Sort er ikke en farve, men fraværet af farve

- Faktum: I teknisk forstand, når vi taler om lys, er sort fraværet af lys. Men i maler- og pigmentteori er sort en farve, fordi det opnås ved at blande mange farver sammen.

## Et år er præcis 365 dage

- Faktum: Et gennemsnitligt kalenderår er 365,24 dage langt, hvilket fører til skudår hvert fjerde år for at udligne den forskel.

## Planeter bevæger sig i cirkulære baner

- Faktum: Planeter bevæger sig i elliptiske (ovale) baner omkring Solen, som beskrevet af Keplers love om planetbevægelse.

## Mennesker har kun fem sanser

- Faktum: De mest kendte sanser er syn, hørelse, smag, lugt og berøring. Mennesker har dog mange flere sanser, som for eksempel balance (vestibulærsans), smerte (nociception), temperatur (termoception) og kropsfornemmelse (proprioception).

## Vand leder elektricitet

- Faktum: Rent, destilleret vand leder ikke elektricitet godt. Det er urenheder som salte og mineraler, der gør vand elektrisk ledende.

## 5- eller 10-sekundersreglen: Hvis du taber mad på gulvet, er det stadig sikkert at spise efter 5 eller 10 sekunder

- Faktum: Bakterier kan overføres til mad næsten øjeblikkeligt, og derfor er der ingen garanti for, at maden er sikker.

## Regnbuer er halvcirkler

- Faktum: Regnbuer er faktisk fulde cirkler, men vi ser normalt kun halvdelen, fordi jorden blokerer for den anden halvdel. Fra højere vinkler, som fra et fly, kan hele cirklen ses.

## Vakuumsuger suger ting ind

- Faktum: Vakuumsuger "suger" ikke noget. Det er forskellen i tryk mellem vakuumsuger og det omgivende område, der får luft eller andre stoffer til at bevæge sig ind i lavtryksområdet.

## Den kinesiske mur er synlig fra Rummet

- Faktum: Muren er næsten umulig at se fra lav jordkredsløb uden hjælpemidler, fordi den er smal og har en lignende farve som det omgivende landskab.

## Solen er gul

- Faktum: Set fra rummet er Solen hvid. Den ser gul ud fra Jorden på grund af atmosfærens spredning af lyset.

## Jordens magnetiske poler er permanente

- Faktum: Jordens magnetpoler skifter faktisk over lange tidsperioder, og der er tegn på, at en vending kan ske igen i fremtiden.

## Astronauter bliver vægtløse i rummet

- Faktum: Nogle tror, at astronauter oplever vægtløshed, fordi der ikke er nogen tyngdekraft i rummet, men i virkeligheden er det fordi, de er i konstant frit fald omkring Jorden. Tyngdekraften er stadig til stede, men den er i balance med bevægelsen af rumskibet.

## Hår og negle fortsætter med at vokse efter døden

- Faktum: Dette er en visuel illusion. Efter døden dehydrerer kroppen, hvilket får huden til at trække sig tilbage og få hår og negle til at se længere ud.

## Barbering gør håret tykkere

- Faktum: Barbering ændrer ikke hårets tykkelse. Det kan dog føles tykkere, fordi den skarpe spids fra barberingen gør håret mere stift, men hårets vækstcyklus påvirkes ikke af barbering.



LÆR OM BØLGETEORI MED

# LÉON THEREMIN

af Kathrine Segel

I 1938 forsvandt opfinder og musiker Léon Theremin (1896-1993) under mystiske omstændigheder fra sit hjem i New York og efterlod familie og venner i sorg og uvished. Léon var nemlig en højt-skattet personlighed i storbyens videnskabs- og kulturelite. I mange år formodede man i Vesten, at Léon var blevet kidnappet af den sovjetiske efterretningstjeneste og efterfølgende omkommet i den berygtede sibiriske arbejdslejr Magadan. Men hans forsvinden forblev en gåde indtil langt oppe i 1980'erne.

Léon var født i Rusland. Som ung læste han fysik på Universitetet i Skt. Petersborg, samtidig med at han studerede cello på musikkonservatoriet. Derudover blev Léon i krigsårene oplært som elektroingeniør i hæren. Kombinationen af de tre vidt





Demonstration af en moderne theremin.

forskellige fagligheder blev afgørende for hans karriere, for da Léon i 1920 arbejdede med at udvikle et alarmsystem baseret på radiobølger, erfarede den musikkyndige videnskabsmand, at man kunne spille musik ved at interagere med elektromagnetiske bølger. Verdens første elektroniske instrument, thereminen, så dermed dagens lys.

Instrumentet består af en kontrolboks med to antenner. Elektronikken i kontrolboksen producerer en kontinuerlig tone, hvis lydstyrke og tonehøjde moduleres af hændernes afstand til antennerne og dermed ændrer det elektromagnetiske felt. Den vandrette antenne regulerer amplituden, mens den lodrette styrer frekvensen.

Thereminen blev Léons adgangsbillet ud af den nyerkærede Sovjetunion. Efter en optræden i Kreml for Vladimir Lenin i 1922 blev Léon del af en delegation, som skulle vise omverdenen unionens teknologiske fremskridt. I Berlin overværede Albert Einstein Léon spille, og han udtalte efterfølgende, at thereminen var

lige så betydningsfuld, som da mennesket for første gang frembragte lyd med en bue.

Léon bosatte sig i New York i 1927, hvor han udover at stifte familie med balletdanseren Lavina Williams fortsatte med at give koncerter og frembringe opfindelser af mere eller mindre betydningsfulde karakter, for eksempel roterende lagkager, automatiske døre og farvefjernsyn. Lige indtil den dag i 1938, hvor han forsvandt. Selvom omverdenen fejlagtigt antog, at Léon var gået bort under kummerlige forhold, levede hans opfindelse videre. I efterkrigsårene blev thereminen især brugt som lydeffekt i skræk- og science fiction-film.

Men hvad var der hændt Léon? Ja, faktisk havde han kortvarigt opholdt sig i Magadan, men efter at have forbedret arbejdslejrens madudleveringssystem, blev han forflyttet til KGB's hovedkontor i Moskva, hvor han var hjernen bag The Great Seal Bug - en passiv aflytningsanordning, som var placeret i et segl, der i 1945 blev givet til USA's ambassadør i Moskva og først afsløret ved et tilfælde i 1951.

I dag kendes thereminen nok bedst fra temaet til tv-serien Kriminalkommissær Barnaby. Til dem som har lyst til at vide mere - eller se Léon spille - anbefales dokumentarfilmen Theremin: an Electronic Odyssey (1993), som ligger frit tilgængeligt på nettet.

### Byg en lys-theremin

Når vi underviser i bølgeteori på Skramloteket, bruger vi historien om Léon Theremin til at levendegøre emnet. Undervejs skal eleverne bygge deres egen udgave af det oprindelige instrument, en lys-theremin, så de selv kan

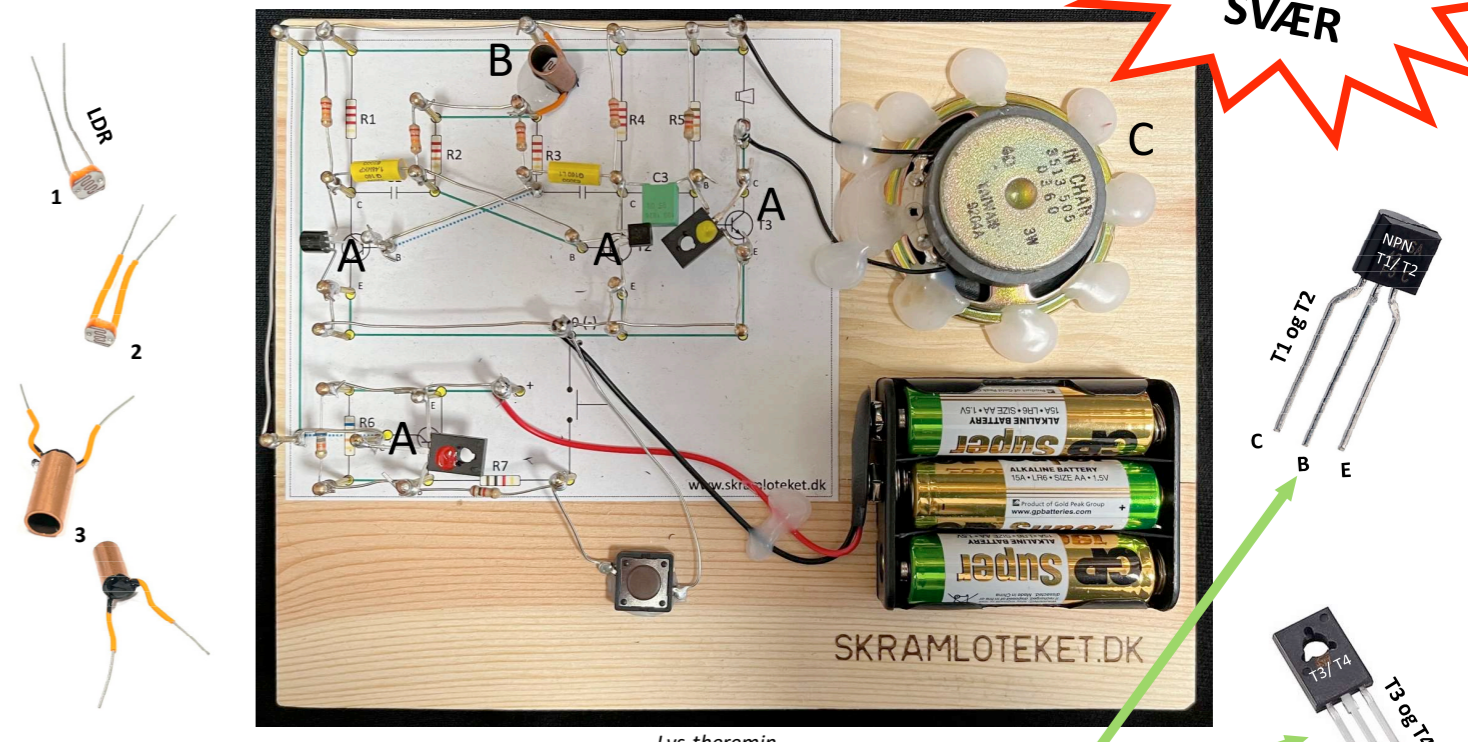


Koncentreret dreng fra 7. klasse som lodder en lys-theremin.

erfare instrumentets sammenhæng mellem lys og lyd. I lys-thereminen afhænger lydens frekvens af den mængde lys, som rammer apparatets LDR-modstand.

På skramloteket.dk/byg-en-amv findes instruktionsvideoer målrettet børn på mellemtrinnet og i udskoling, som viser, hvordan man monterer og fastlodder elektroniske komponenter i en astabil multivibrator. Sammen med vejledningen her i bladet, kan disse film bruges til at understøtte lys-thereminens opbygning. 🎧

## BYG EN LYS-THEREMIN



Lys-theremin.

### FORKLARING

**A:** T1, T2, T3 og T4 skal vende rigtigt under montage. Se angivelse af collector (C), base (B) og emitter (E). Montér på diagramsøm markeret med hhv. C, B og E.

**B:** Beklæd ben på LDR (1) med krympeflex for at isolere (2).

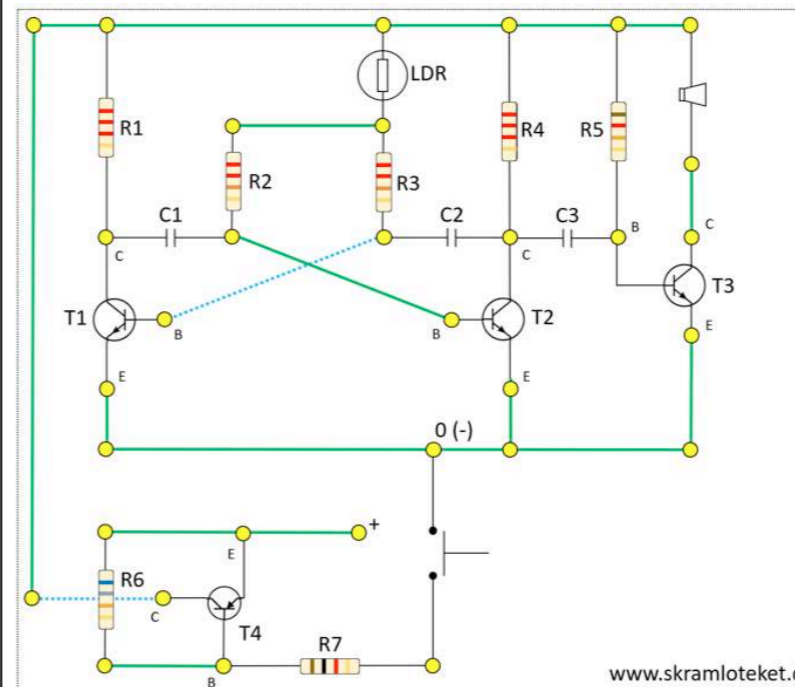
Montér LDR i bunden af et kobberør med smeltelim. Når limen er størknet males bunden af røret med sort maling, for at skærme for lysindfald (3). LDR forbindes til kredsløbet.

**C:** En højttaler limes fast henover træpladens forborede hul med smeltelim. Højttaleren forbindes til kredsløbet.

### VÆRKTØJ OG APPARATUR

- Loddestation inkl. udsug
- Blyfrit loddetin (Ø: 0,7mm)
- Sikkerhedsbriller

### KREDSLØBSDIAGRAM



### SØMBRÆTOPSTILLING

- Træplade 19cm x 15cm m. højttalerhul (Ø: 5cm)
- Diagramtegning med theremin-kredsløb
- Messingsøm (l: 25mm, Ø: 1,4mm)
- Monteringsråd (fortinnet kobbertråd)
- 2 stk. 2.2kΩ kulfilm-modstande (R1, R4)
- 2 stk. 22kΩ kulfilm-modstande (R2, R3)
- 1 stk. 12kΩ kulfilm-modstand (R5)
- 1 stk. 68kΩ kulfilm-modstand (R6)
- 1 stk. 1kΩ kulfilm-modstand (R7)
- 2 stk. 100nF kondensatorer (C1, C2)
- 1 stk. 220nF/ 100nF kondensator (C3)
- 2 stk. NPN BC547C transistorer (T1, T2)
- 1 stk. NPN BD139 transistorer (T3)
- 1 stk. PNP BD140 transistorer (T4)
- 1 stk. LDR lysfølsom modstand (LDR)
- Kobberør (l: 15mm; indvending Ø: 5mm)
- Trykknop-switch (12mm x 12mm x 4,3mm)
- 4Ω højttaler
- Batteriholder til 3 x AA batterier

# Udfordringer for HØJT BEGAVEDE ELEVER i fællesfaglige fokusområder

Af Emil Hjerl og Gifted institute

Undervisning af højt begavede elever kræver ofte et unikt fokus, der går ud over det traditionelle pensum. For at imødekomme deres intellektuelle nysgerrighed og evne til dyb tænkning, kan man vælge at dykke ned i komplekse og tankevækkende temaer, der udfordrer både deres forståelse og kritiske sans. Her præsenteres nogle eksempler på sådanne temaer inden for de fællesfaglige fokusområder, der kan tilbyde en dybdegående udfordring. Temaerne er filosofiske diskussioner, kompleks systemanalyse og fremtidige teknologier og innovationer.

## Produktion med Bæredygtig Udnyttelse af Naturgrundlaget

### Filosofiske diskussioner:

- Rettigheder og etik i naturressourceudnyttelse: Er det etisk forsvarligt at udnytte naturressourcer for menneskelige behov, og hvordan kan vi balancere disse behov med miljømæssige rettigheder?
- Bæredygtighedens begrebsdefinition: Hvordan defineres bæredygtighed på tværs af forskellige kulturer, og hvordan anvendes dette

begreb forskelligt?

- Økonomisk vækst vs. miljøbeskyttelse: Kan vi opretholde økonomisk vækst uden at skade miljøet, eller er der en iboende konflikt mellem de to?
- Klimaretfærdighed: Hvordan skal byrden ved at tilpasse sig klimaforandringerne fordeles retfærdigt mellem udviklede og udviklingslande?

### Kompleks systemanalyse:

- Kredsløbsøkonomi: Hvordan kan kredsløbsøkonomiske principper implementeres i



landbrug og industri for at minimere affald og optimere ressourceudnyttelse?

- Bæredygtighedsindikatorer: Hvilke indikatorer kan måle bæredygtigheden af produktionssystemer, og hvordan interagerer de?
- Global leverandørkæde: Hvordan påvirker globale leverandørkæder lokale økosystemer og samfunds bæredygtighed?
- Kollaps af økosystemer: Hvilke konsekvenser kan et økosystemkollaps have for lokale og globale produktionssystemer?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Bioteknologi i landbrug: Hvordan kan bioteknologiske innovationer som genetisk modificerede organismer forbedre bæredygtigheden i landbrug?
- Automatisering og ressourceforvaltning: Hvordan kan automatiseringsteknologi og AI optimere ressourceforvaltning i produktionen?
- 3D-printede materialer: Hvordan kan 3D-printede materialer bidrage til at reducere affald og forbedre bæredygtigheden i produktionen?
- Cirkulær økonomi: Hvordan kan nye teknologier understøtte implementeringen af cirkulære økonomiprincipper?

## Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan

### Filosofiske diskussioner:

- Energirettigheder: Er bæredygtig energi en grundlæggende rettighed, og hvordan bør den fordeles?
- Intergenerationel retfærdighed: Hvordan skal energibeslutninger træffes for at sikre, at kommende generationer ikke lider under nutidens energivalg?

- Global energiulighed: Hvordan skal ansvaret for bæredygtig energiuudvikling fordeles mellem rige og fattige lande?
- Energiforbrug som livsstilvalg: Hvordan påvirker kulturelle og personlige valg vores energiforbrug og dermed vores bidrag til bæredygtighed?

### Kompleks systemanalyse:

- Energinetværk: Hvordan integreres forskellige energiformer (sol, vind, fossile brændstoffer) i nationale og globale energinetværk?
- Energilagring: Hvordan påvirker energilagringsteknologier som batterier og pumped storage energiforsyningens stabilitet?
- Energiøkonomi: Hvordan påvirker forskellige energikilder økonomier lokalt og globalt, og hvordan kan økonomiske incitamenter fremme bæredygtig energiuudvikling?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Smart grid teknologi: Hvordan kan smart grid teknologi optimere energidistribution og forbrug for at støtte bæredygtige energikilder?
- Hydrogenenergi: Hvordan kan brint som energikilde ændre fremtidens energilandskab?
- Energineutral byggeri: Hvordan kan nye byggematerialer og teknologier bidrage til at gøre bygninger energineutrale?

## Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer

### Filosofiske diskussioner:

- Vand som ressource: Hvordan skal vi vurdere vandets værdi i forhold til andre ressourcer, og hvordan påvirker dette vores forvaltning af vand?

- Globale vs. lokale løsninger: Hvordan skal ansvaret for vandforvaltning fordeles mellem lokale og globale aktører?
- Kulturel betydning af vand: Hvordan varierer opfattelsen og værdien af vand på tværs af kulturer, og hvordan påvirker dette vandforvaltning?
- Vandretfærdighed: Hvordan skal samfundet balancere behovene hos forskellige befolkningsgrupper for vandressourcer?

### Kompleks systemanalyse:

- Vandforsyningsinfrastruktur: Hvordan kan vandforsyningssystemer designes til at være både effektive og modstandsdygtige over for klimaændringer?
- Bæredygtig vandforvaltning: Hvordan kan integrerede vandforvaltningsstrategier optimere vandforbrug og -beskyttelse?
- Krisestyring i vandmangel: Hvordan påvirker kriser som tørke eller oversvømmelser vandforsyning, og hvordan kan samfund tilpasse sig?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Regnvandsopsamling: Hvordan kan moderne teknologier forbedre opsamling og genanvendelse af regnvand?
- Desalination: Hvilke fremskridt gør vi indenfor desalination af havvand, og hvordan kan dette bidrage til vandforsyning?
- Smart vandforvaltning: Hvordan kan Internet of Things (IoT) og smart teknologi forbedre overvågning og styring af vandforsyning?
- Genbrug af spildevand: Hvordan kan nye teknologier forbedre genbrug af spildevand og dermed sikre vandforsyning, hvilke etiske dilemmaer ligger der i dette valg?

## Den enkeltes og samfundets udledning af stoffer

### Filosofiske diskussioner:

- Etik ved udledning af kuldioxid: Hvilke forpligtelser påhviler henholdsvis den enkelte og samfundet i forhold til at opføre sig etisk omkring udledningen af kuldioxid?
- Affaldsstoffers sociale indvirkninger: Hvordan påvirker samfundets accept og regulering af affaldsstoffer, individets adfærd?
- Rettigheder vs. kontrol: Hvordan balancerer man individets ret til privatliv med samfundets behov for at regulere udledningen af affaldsstoffer?
- Ansvar for globalt udledningsmisbrug: Hvem bærer ansvaret for problemerne relateret til udledning af kuldioxid på verdensplan – individet, samfundet eller begge?

### Kompleks systemanalyse:

- Stoffers livscyklus: Hvordan produceres, distribueres, anvendes og destrueres stoffer, og hvilke miljøpåvirkninger har hver fase?
- Forurening fra medicin: Hvordan påvirker udledning af medicinrester via spildevand økosystemer og menneskers sundhed?
- Reguleringens effekt: Hvordan påvirker forskellige reguleringspolitikker samfundets

- brug af kemiske stoffer?
- Forebyggelsesstrategier: Hvordan kan strategier til forebyggelse af stofmisbrug implementeres effektivt, og hvilke systemiske faktorer påvirker deres succes?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Stofforbrugsmonitorering: Hvordan kan teknologi som sensorbaserede systemer hjælpe med at overvåge og regulere brug af kemiske stoffer hos i for eksempel tekstilvirksomheder?
- Bioteknologi i rensning: Hvordan kan bioteknologiske løsninger forbedre rensning af forurenede miljø forårsaget af stoffer?
- Spildevandsanalyse: Hvordan kan avanceret analyse af spildevand hjælpe med at overvåge og styre samfundets stofudledning?
- Forebyggelsesværktøjer: Hvordan kan teknologi understøtte udviklingen af effektive værktøjer til at forebygge misbrug af kemiske stoffer?

## 5. Strålings indvirkning på levende organismers levevilkår

### Filosofiske diskussioner:

- Etik ved strålingsudforskning: Hvilke etiske overvejelser er forbundet med forskning og anvendelse af stråling på levende organismer?

- Menneskelig eksponering: Hvordan skal vi etisk vurdere risikoen ved menneskers eksponering for stråling i forskellige miljøer?
- Forholdet mellem risiko og teknologi: Hvordan balancerer vi risiciene ved strålingsanvendelse med de teknologiske fordele, den giver?

### Kompleks systemanalyse:

- Biologisk virkning af stråling: Hvordan påvirker forskellige typer stråling (ioniserende, ikkeioniserende) biologiske systemer?
- Økosystemer og stråling: Hvordan påvirker stråling komplekse økosystemer og deres stabilitet over tid?
- Kollateral skade: Hvordan påvirker stråling ikkemålrettede organismer og systemer i nærheden af strålingskilder?
- Langtidseffekter: Hvilke langvarige effekter kan strålingsudslip have på miljøet og menneskers sundhed?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Strålingsdetektion: Hvordan kan avanceret teknologi forbedre detektion og overvågning af stråling i miljøet?
- Rehabiliteringsteknologier: Hvordan kan teknologi anvendes til at rehabilitere miljøer og organismer påvirket af stråling?
- Strålingsminimering: Hvordan kan innovative teknologier

- bidrage til at minimere strålingsudslip og eksponering?
- Strålesikre materialer: Hvordan kan nye materialer udvikles til at forbedre sikkerheden i strålingsrelaterede applikationer?

## 6. Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår

### Filosofiske diskussioner:

- Teknologi og menneskelige rettigheder: Hvordan påvirker teknologiske fremskridt grundlæggende menneskelige rettigheder som privatliv og sikkerhed?
- Teknologisk ulighed: Hvilke etiske spørgsmål opstår omkring adgang til sundhedsteknologi mellem forskellige socioøkonomiske grupper?
- Teknologiens rolle i livskvalitet: Hvordan balancerer vi teknologisk udvikling med bevarelse af menneskelig livskvalitet og værdighed?
- Menneskelig afhængighed af teknologi: Hvordan påvirker afhængighed af teknologi menneskers velbefindende og sociale relationer?
- Teknologisk optimisme vs. skepsis: Hvordan håndterer vi de etiske dilemmaer mellem de positive og negative konsekvenser af teknologi?

### Kompleks systemanalyse:

- Sundhedsdataanalyse: Hvordan kan store datasæt og

avanceret analyse bidrage til forbedret diagnosticering og behandling af sygdomme?

- Telemedicin: Hvordan kan teknologiens integration i telemedicin forbedre sundhedspleje og adgang til medicinske tjenester?
- E-Health systemer: Hvordan påvirker elektroniske sundhedssystemer effektiviteten og kvaliteten af sundhedspleje?
- Bioinformatik: Hvordan bidrager bioinformatik til forståelsen af genetiske sygdomme og udviklingen af nye behandlingsmetoder?
- Teknologisk intervention: Hvordan påvirker teknologiske interventioner patientens helbred og behandlingsresultater?

### Fremtidige teknologier og innovationer:

- Wearable health tech: Hvordan kan bærbare teknologier forbedre personlig sundhedsovervågning og tidlig opdagelse af sygdomme?
- AI i sundhedssektoren: Hvilke fremskridt gør vi med kunstig intelligens for

- at forbedre diagnostik og behandling?
- Genredigeringsteknologier: Hvordan kan genredigeringsteknologier som CRISPR revolutionere behandlingen af genetiske sygdomme?
- Robotkirurgi: Hvordan vil robotkirurgi forbedre præcision og resultater i kirurgiske procedurer?

Disse temaer tilbyder en dybdegående og kompleks udfordring for højt begavede elever, da de kræver både kritisk tænkning og avanceret forståelse af mange tværfaglige aspekter. Ved at dykke ned i disse emner kan eleverne udvikle en større indsigt i, hvordan teknologiske og samfundsmæssige faktorer påvirker vores verden, og hvordan vi kan navigere i de udfordringer, de medfører. 🌐





# Ny udgave af "Når klokken ringer"

Af Lektor Rasmus Høiby

Efter at være udskudt adskillige gange udkom den nye udgave af "Når klokken ringer" i juli 2024. Der er desværre ikke tale om en gennemrevideret udgave, men der er dog flere vigtige ændringer, der har relevans for naturfagsundervisningen.

Siden branchevejledningen "Når klokken ringer" om det fysiske arbejdsmiljø på skoler udkom første gang i 2001, er gymnasieundervisningen blevet inkluderet, og vejledningen er revideret adskillige gange. Dette har ført til knopskydninger, redundans og – for grundskolen – overflødige informationer i en grad, så publikationen er vanskelig at læse. Her kommer de vigtigste ændringer – set med naturfagsbriller:

## El-installationer (alle naturfag)

I "Når klokken ringer" fandtes

tidligere et afsnit, der var så klunget formuleret, at det kunne give anledning til alvorlige uheld. Nu er den (under alle naturfag) erstattet med en formulering, der indledes således:

**Elever må ikke kunne risikere at få et potentielt farligt elektrisk stød. Dette sikres hovedsageligt på en af disse to måder** (Når klokken ringer, 2024, s.19):

1. **Spændinger på max 25V (evt. 60 V jævnstrøm), der kommer fra en sikkerhedstransformator, der opfylder standarden EN 60 742.**

2. **Anden spænding må ikke anvendes i åbne forsøgsopstillinger.**

Det vil altså sige:

1. Eleverne må altså gerne arbejde med åbne forsøgsopstillinger fra strømforsyninger der kan skrues op til max 25V (evt. 60 V jævnstrøm). Hvis de er købt i en skoleudstudsbutik i et EU-land, overholder de EN 60 742.
2. Eleverne må gerne sætte almindelige, lovlige og forholdsvis ufarlige 230V apparater til netspændingen på almindelig, lovlig vis.

Desuden pointeres det, at man stadig ikke må have uisolerede (blanke) 4 mm bananstik liggende.

## Flugtveje (alle fag)

Her fremgik det tidligere, at "begge døre skal åbne i flugtretningen". Dette er rettet til en anbefaling, dog påbud hvis døren er flugtvej for over 150 personer, da den åbne dør ikke må spærre en primær flugtvej for eksempel på en gang.

## Kemikalier

Både i kapitlet om faget kemi og bagerst under "Kemikalier og radioaktive materialer" er tilføjet et afsnit om, at det nu er obligatorisk at lave kemiske risikovurderinger, hvis man arbejder med farlige kemikalier. Men derpå følger et interessant afsnit, der giver mulighed for en vis frihed til fortolkning:

**Det er ikke nødvendigt at udføre en kemisk risikovurdering, hvis den måde og det omfang, man bliver udsat for kemikaliet, er ubetydelig. Det er heller ikke nødvendigt at udføre en kemisk risikovurdering, hvis I bruger farlige**

**husholdningskemikalier på samme måde, som de bliver brugt i en almindelig husholdning.** (Når klokken ringer, 2024 s. 115)

Under "Kemikalier og radioaktive materialer" er nu tilføjet sætningen AT-vejledning 4.01.

**Da undervisningen i fag som fx fysik/kemi involverer praktiske øvelser, vil det ikke altid være muligt at gennemføre undervisningen uden at anvende farlige stoffer og materialer.** (Når klokken ringer, 2024 s.116)

Dette understreger, at der er forskel på alderstrin og lærernes forudsætninger for risikovurdering. Men det er stadig noget uklart, hvilke situationer dette afsnit skal adressere. Og hvad er "fag som fx fysik/kemi"?

## Natur/teknologi

Faget har langt om længe også skiftet navn i "Når klokken ringer", og der er tilføjet

en henvisning til afsnittene om lodning og støbning i kapitlet om faget håndværk og design, så man ikke skal lede efter den.

Så må vi håbe, at man om nogle år skriver den grundlæggende om og sletter overflødig tekst, herunder indskærpelser, der kun angår gymnasieskolen. 🐼



# En helt almindelig dag i skolen

Gyldendals fagportaler. Alt kan ske



## En oplevelende, undersøgende og producerende skoletid

Gyldendals fagportaler engagerer dine elever gennem differentierede forløb med valgfrihed, variation og støtte i undervisningen. Forløbene bliver udviklet til at aktivere eleverne, og for at du kan frigøre tid til at være nærværende i din undervisning – uanset fag eller emne. Det skaber mulighed for et læringsmiljø og et fællesskab, hvor der er plads til at udvikle sig på sit eget niveau.

Lær mere på [gyldendal-uddannelse.dk/fagportaler](https://gyldendal-uddannelse.dk/fagportaler)



GYLDENDAL

## Boganmeldelse: *'Mødet med Mælkevejen'*



Anmeldt af Emil Hjerl

**Mødet med Mælkevejen**  
af Jakob A. Andersen  
Muusmann Forlag

Mødet med Mælkevejen er en imponerende visuel rejse for dem, der værdsætter smukke billeder af nattehimmelen. Jakob A. Andersen formår med denne bog at kombinere sine astrofotografiske evner med en pædagogisk tilgang, der formidler fascinerende viden om Rummet og dets fænomener. Bogen er opdelt i tre tydelige sektioner, som på hver deres måde tager læseren med på en opdagelsesrejse gennem vores galakse – og videre.

Første del fokuserer på billeder af Mælkevejen og dykker ned i dens rumfænomener såsom stjernetaget, kæmpestjerner og galakser. Andersen bringer os tættere på de objekter, der normalt kun synes tilgængelige gennem teleskoper. Hans evne til at indfange detaljerne i disse fjerne himmellegemer er enestående.

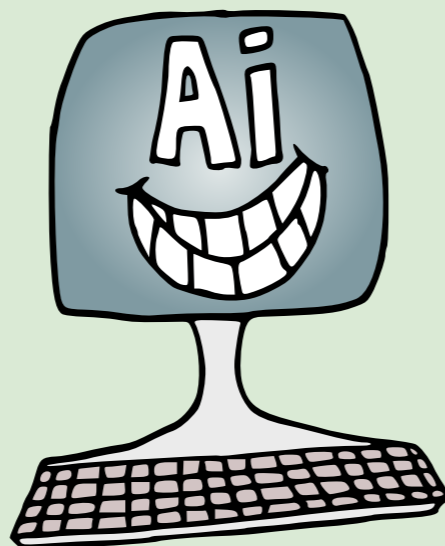
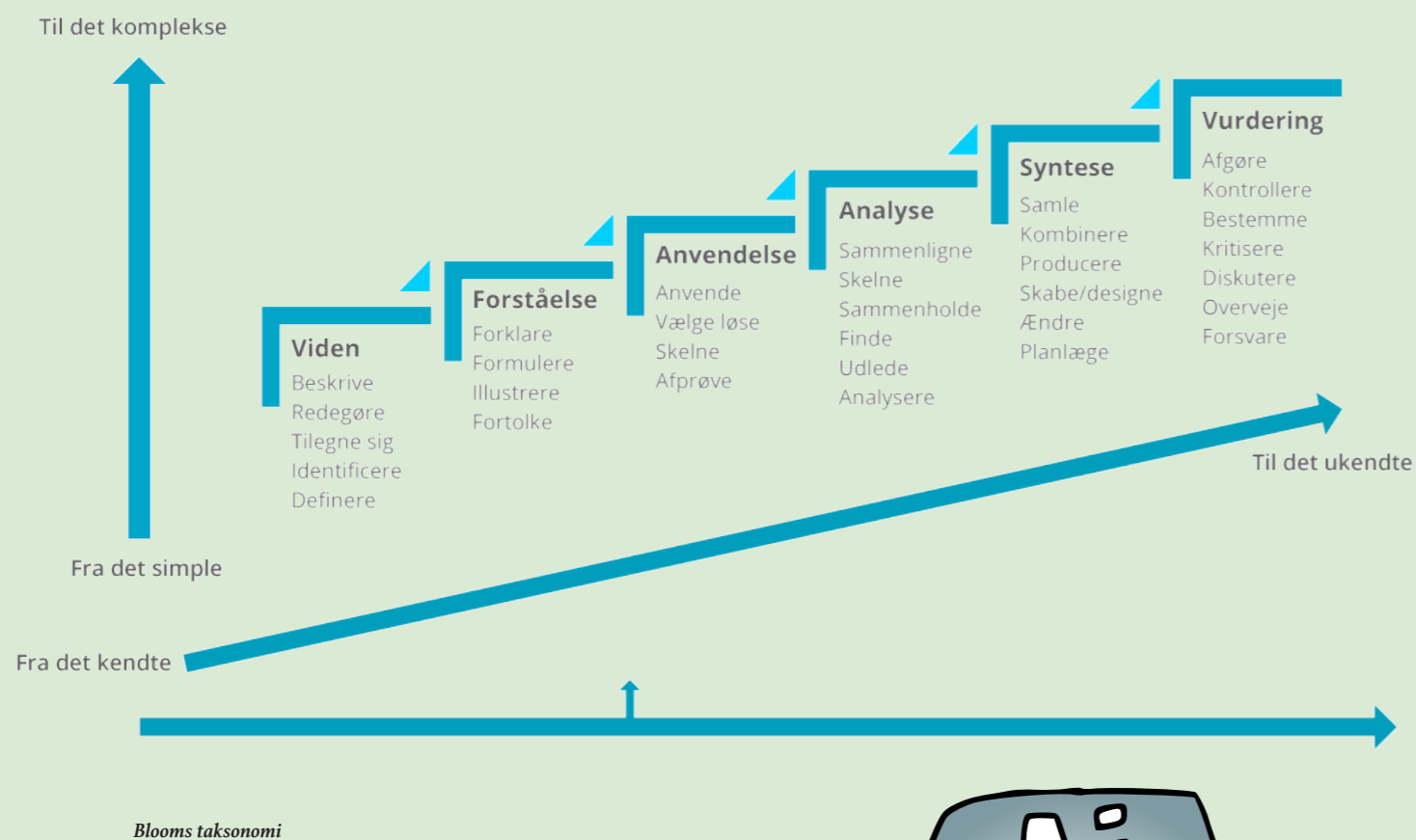
Den anden del af bogen viser Mælkevejen set fra forskellige steder på jorden. Her formår Andersen at forbinde nattehimmelen med jordens landskaber, og billederne giver et smukt samspil mellem himmel og natur. Især billederne taget fra mørke himmelområder som Møn og Falster giver en uforglemmelig oplevelse af, hvor spek-

takulær Mælkevejen kan se ud.

I tredje del flyttes fokus væk fra Mælkevejen og mod andre himmelfænomener som nordlys, lyn og regnbuer. Her tager Andersen læseren på en visuel opdagelsesrejse, hvor naturens kræfter bliver præsenteret med en detaljegrad, der gør selv de mest kendte fænomener forbløffende.

Bogen er en perfekt blanding af videnskab og kunst, der kombinerer astrofotografi med letforståelige forklaringer. De korte beskrivelser giver nok information til at vække læserens nysgerrighed, uden at det bliver for teknisk. Det visuelle aspekt er i højsædet, og man kan ikke undgå at blive betaget af de mange flotte billeder. "Mødet med Mælkevejen" er en bog, der kan anbefales til alle med en interesse for astronomi og fotografi, men også til dem, der blot ønsker en visuel rejse gennem universets og himmelens underer. 🌌

# DIFFERENTIERING I NATURFAG MED AI-VÆRKTØJER



Undervisningsdifferentiering kan være en forberedelsestung og tidskrævende del af undervisningsforberedelsen, men den er også yderst relevant. Her kan kunstig intelligens (AI) spille en vigtig rolle i at lette processen. En af AI's største styrker er dens evne til at tilbyde skræddersyede aktiviteter og opgaver, der matcher elevernes niveau og tilpasses det emne eller tema, man arbejder med. I denne artikel præsenteres konkrete prompts, der kan hjælpe lærere med at udforske forskellige former for undervisningsdifferentiering

Af Emil Hjerl

## Blooms taksonomi som differentieringsværktøj

Blooms taksonomi er en klassisk model, der opdeler læringsmål i seks niveauer: huske, forstå, anvende, analysere, evaluere og vurdere. Taksonomien kan derfor bruges som redskab til undervisningsdifferentiering, da læreren kan skabe opgaver, der rammer elever på forskellige niveauer af forståelse.

analysere information og formulere velbegrundede argumenter. Gennem debatter kan eleverne samtidig lære at forstå modstridende synspunkter, hvilket styrker deres kritiske tænkning. Det kræver tid at finde ud af, hvilke roller eleverne skal have, hvilke temaer der skal diskuteres, og hvordan debatørerne bedst klædes på til deres opgave. Her kan AI være en nyttig hjælp til at understøtte alle disse aspekter.

et værdifuldt værktøj til undervisningsdifferentiering, når de er designet korrekt. Med AI kan lærere skabe komplekse multiple-choice spørgsmål, der går ud over simple fakta og udfordrer eleverne til at anvende deres viden i nye sammenhænge.

Du kan også lave spørgsmål til en given tekst ved at henvise til hjemmesiden, pdf-filen eller kopiere teksten ind i promptet.

### Blooms taksonomi: Kopier og indsæt dette prompt

Du skal formulere en aktivitet for hvert trin af Blooms taksonomi (viden, forståelse, anvendelse, analyse, syntese og vurdering) om [EMNE] for elever på [KLASSETRIN]. Giv instruktioner til eleverne om, hvordan aktiviteten skal udføres.

### Blooms taksonomi: Kopier og indsæt derefter underprompt efter svaret

Giv detaljerede undervisningsnoter til aktiviteten [AKTIVITET]. Giv eleverne pædagogiske noter, der inkluderer relevante termer og deres definitioner, statistik og kilder.

### Paneldebatter som differentieret læring

Paneldebatter er en fremragende måde at træne elever i at se flere perspektiver på komplekse emner. Debatter tvinger eleverne til at dykke dybere ned i emnerne,

### Paneldebat: Kopier og indsæt dette prompt

Angiv 5 debattemner inden for [EMNE], som har en positiv og en negativ synsvinkel.

### Paneldebat: Kopier og indsæt derefter underprompt efter svaret

Skriv detaljerede debatnoter om emnet [EMNE]. Giv noter til [DEBATEMNE] [Vælg positiv/negativ] talerne til debatten. Lav en sætningsopsummering for hver talers hovedargument. Angiv vigtige begreber med deres definitioner. Giv overbevisende fakta og praktiske eksempler med statistikker. Angiv også mulige modargumenter for disse talere.

### Multiple choice og fritekstbesvarelser

Multiple choice spørgsmål er en af de mest anvendte vurderingsformer i naturfagsundervisningen, men de kan også være

### Multiple choice: Kopier og indsæt dette prompt

Giv mig [X] komplekse multiple-choice spørgsmål om emnet [EMNE]. Hvert spørgsmål skal vurdere forskellige færdigheder inden for dette emne. Giv mindst ét spørgsmål, der vurderer en almindelig misforståelse om dette emne. Giv mindst ét spørgsmål, der er en praktisk anvendelse af teorien inden for dette emne. Sørg for, at hvert spørgsmål har fire svarmuligheder.

### Fritekst: Kopier og indsæt dette prompt

Skriv [X] fuldstændige sætningsopgaver om emnet [EMNE]. Gør hvert spørgsmål bredt nok til at berettigg et svar på mindst 500 ord. Giv mindst ét spørgsmål, der er en praktisk anvendelse af teorien inden for dette emne.

Prompterne, der er brugt i denne artikel, er lavet af CFU konsulenter fra UCL Ture Reimer Mattesen og Ulrich Pedersen Dahl.



## Lysende Natskyer

Sommeren 2024 har budt på flere interessante himmelfænomener, som for eksempel de såkaldt 'lysende natskyer'.

Skyerne lyser egentligt ikke, men ser sådan ud fordi de findes så højt på himlen, at solen lyser op på dem fra under horisonten. Derfor ses de kun i timerne efter solnedgang og i timerne før solopgang. Skyerne består af mikroskopise iskrystaller i 70 - 90 kilometers højde, og kan kun ses i det dybe tusmørke, da de er for tynde til at kunne observeres om dagen.

Fænomenet er relativt sjældent da det stort set kun viser sig mellem breddegraderne 50° og 65°. Danmark giver med sin placering 55° Nord dermed de ideelle muligheder, hvilket kunne ses i juli hvor dette foto er taget nær Helsingør i Nordsjælland. 🌌 -SH

## Ny efteruddannelsespulje skal være med til at styrke undervisningen inden for naturvidenskabelige og teknologiske fag

Med puljen får lærere mulighed for at vælge praksisnære kurser, der passer til deres behov, samt tid til fordybelse.

Novo Nordisk Fonden har åbnet en ny efteruddannelsespulje for lærere, der underviser i fag inden for naturvidenskab, teknologi og matematik i grundskolen og gymnasiet.

Med puljen kan man søge om støtte til at deltage i selvvalgte, kortere efteruddannelseskurser i relation til ens fagområde. Formålet er at introducere konkrete værktøjer og undervisningsressourcer og bringe faglig eller fagdidaktisk inspiration. Puljen skal herudover give den enkelte underviser mulighed for i en ellers travl hverdag at fordybe sig, sparre med kolleger og videreudvikle egne undervisningsforløb.

Således er den overordnede ambition med efteruddannelsespuljen at understøtte faglærere i deres løbende faglige udvikling, til inspiration for deres elever, og på den måde at være med til at styrke undervisningen inden for naturvidenskab, teknologi og bæredygtighed.

Puljen åbner den 3. juni, med deadline for ansøgninger den 9. oktober 2024. Kurserne, der kan søges om støtte til, afholdes i foråret 2025 eller i skoleåret 2025/2026.

### Tid til at omsætte ny læring til praksis

Støtten dækker kursusafgift samt vikardækning/løntimer for op til fem kursusdage. Derudover ydes der vikardækning/løntimer for tre dage, så man efter endt kursus har mulighed for at udvikle egen undervisning eller vidensdele og samarbejde med kolleger på ens uddannelsesinstitution.

Selve ansøgningsprocessen er hurtig og nem at gå til. På fondens opslag kan man vælge blandt de kurser, som udbydes via puljen, og selve ansøgningen udfyldes med få klik. Det eneste krav er, at man har fået sin leders godkendelse til at søge.

Læs mere om efteruddannelsespuljen og ansøgningsprocessen på Novo Nordisk Fondens hjemmeside (klik på "Ansøg om midler" i højre hjørne og vælg "Efteruddannelsespulje 2025/2026"). Efter 3. juni kan de udbudte kurser ses på <https://novonordiskfonden.dk/kursusliste>.

### Om Novo Nordisk Fonden

Novo Nordisk Fonden blev etableret i 1924 som en dansk erhvervsdrivende fond, der støtter videnskabelige, humanitære og sociale formål. Fondens vision er at fremme menneskers sundhed samt samfundets og planetens bæredygtighed. Fonden arbejder for at styrke forskning og innovation inden for forebyggelse og behandling af kardiometaboliske sygdomme samt infektionssygdomme. Derudover søger den at bidrage til udvikling af viden og løsninger, der understøtter den grønne omstilling af samfundet. <https://novonordiskfonden.dk/da/>

Kontakt angående efteruddannelsespuljen  
efteruddannelse@novo.dk

# KidWind PROJECT Sol & vind

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

## BASIC vindenergisæt

Udforsk avancerede koncepter for vindmølle-teknologi - 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 volt, amp, kraft 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).

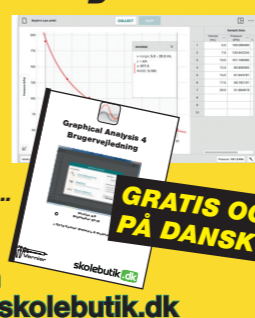
Best.nr. GDX-WTVA **Kr. 2.212,-**

## 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)



**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 variable 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,-**



**ASCELLS**  
**Lydens hastighed**  
Sæt med 2 mikrofoner og 6 m kabel med 3,5mm stereo stik. Placeres med ca. 1 m. afstand fra hinanden... Den ene mikrofon har udgang til millisekund timer. Kan med fordel bruges med en tæller/timer som tidstager...

Best.nr. 83750  
**BESTSELLERPRIS kr. 675,-**

**ASCELLS**  
**Tæller/Timer millisekund**  
Timer til f.eks. frit fald eller lydens hastighed. Måler om kredsløb slutes/åbnes eller om spændingsfald skifter. 4 cifret LED-display på 15 mm... max måletid 9999 sek.

Best.nr. 93300  
**BESTSELLERPRIS kr. 1.150,-**

**ASCELLS**  
**Frit fald apparat**  
Ophæng med holder til stålklugler, 8mm og 12mm medfølger. Stopplade med stoddæmpende gummi materiale og udgang via sikkerhedsbøsninger til timer/millisekund timer. Kugleophæng kan monteres på almindelig stativstang/fod (medfølger ikke) og kan derfor justeres i højden.

Best.nr. 80473  
**BESTSELLERPRIS kr. 595,-**

**Go Direct™**  
**trådløse sensorer**

**NYHED**  
**Kraftplatform**  
Måler de udviklede kræfter under stepping, hop, korsel i elevator m.v.  
Best.nr. GDX-FP  
**GO DIRECT PRIS kr. 5.499,-**

**GM-sensor**  
Måler alpha, beta, gamma og røntgenstråling. Med lyd-indikator (kan slås fra) samt LED-indikator.  
Best.nr. GDX-RAD  
**GO DIRECT PRIS kr. 2.799,-**

**Lys/UV og farvesensor**  
Lys: 0-150.000 lux.  
Bølgelængde: 400-800nm  
UVA: 365nm +/-10 nm  
Oplosning: 11 mW/m<sup>2</sup>  
UVB: 330nm +/-10 nm  
Oplosning: 4,8 mW/m<sup>2</sup>  
RGB: Rød 650nm, Grøn 550nm, Blå 450nm  
Best.nr. GDX-LC  
**GO DIRECT PRIS kr. 1.387,-**

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

**skolebutik.dk**

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





# Elevtegninger

– en formativ evalueringsmetode, der giver syn for sagen

*Denne artikel har til formål at give læseren et konkret bud på, hvordan elevtegninger kan bruges som formativ evaluering i naturfag i grundskolen. Konkrete evalueringværktøjer eftersøges blandt andet af N/T-lærere, så de kan leve op til regeringens ønskede fokus på formativ evaluering inden for naturfag. Målet er desuden at præsentere en evalueringsform, der ikke fokuserer på elevpræstationer, men i stedet åbner for elevernes indre billeder, forforståelser og misforståelser, så det bliver muligt at tilrettelægge og løbende justere undervisningen, så den rammer netop dine elever.*

*Af Line Mogensen (lærer på Kirstinebjergskolen i Fredericia) og Kathrine Møller (lærer på Fjordbakkeskolen i Taulov)*

Hvordan ser det ud inde i kroppen, når du løber?

Det bad vi 3.klasse om at tegne. Tegningerne var en af flere tegneaktiviteter i et forløb om hjerte-/lungekredsløbet. Alle tegningerne gav os et indblik i elevernes forståelser og misforståelser gennem hele forløbet, og vi kunne pludselig SE, hvor vi måtte sætte ekstra ind.

Vi vil i denne artikel give læseren indblik i en lagdelt formativ evalueringstilgang, inspireret af Kelsie Fowler, Mark Windschitl og Claus Auning. Lagene består af

1. Essentielle spørgsmål, som læreren stiller eleverne,
2. Tegneaktiviteter og
3. Lærer/elevsamtaler med elevtegninger som et fælles tredje.

## Det essentielle spørgsmål

Når vi planlægger undervisning i naturfag, er vi forpligtet til at forholde os til elevernes nysgerrighed og forståelse. Af samme grund må de overordnede spørgsmål, vi stiller eleverne løbende justeres, ikke kun ud fra taksonomisk stigning, men også

ud fra en forståelse af, at elevernes akkumulerede viden også bidrager til nye nysgerrigheder og forundringer. Vi mener, det er givtigt for både lærere og elever, at eleverne skal tegne ud fra essentielle spørgsmål. De essentielle spørgsmål afspejler dermed forløbets delmål, men bør løbende justeres efter elevernes læringsforståelse af forløbets faglige emne. I vores forløb om hjerte-/lungekredsløbet bad vi eleverne om at tegne tre gange gennem forløbet.

Hver gang tilpassede vi spørgsmålet, så det passede til, hvad vi ville evaluere eleverne på i forhold til deres faglige progression.

De tre essentielle spørgsmål blev følgende:

- I starten af forløbet: Hvordan ser det ud inde i en menneskekrop?
- Halvvejs gennem forløbet: Hvordan er sammenhængen mellem hjertet og lungerne inde i dig?
- I slutningen af forløbet: Hvordan ser det ud inde i kroppen, når du løber?

## Elevtegninger

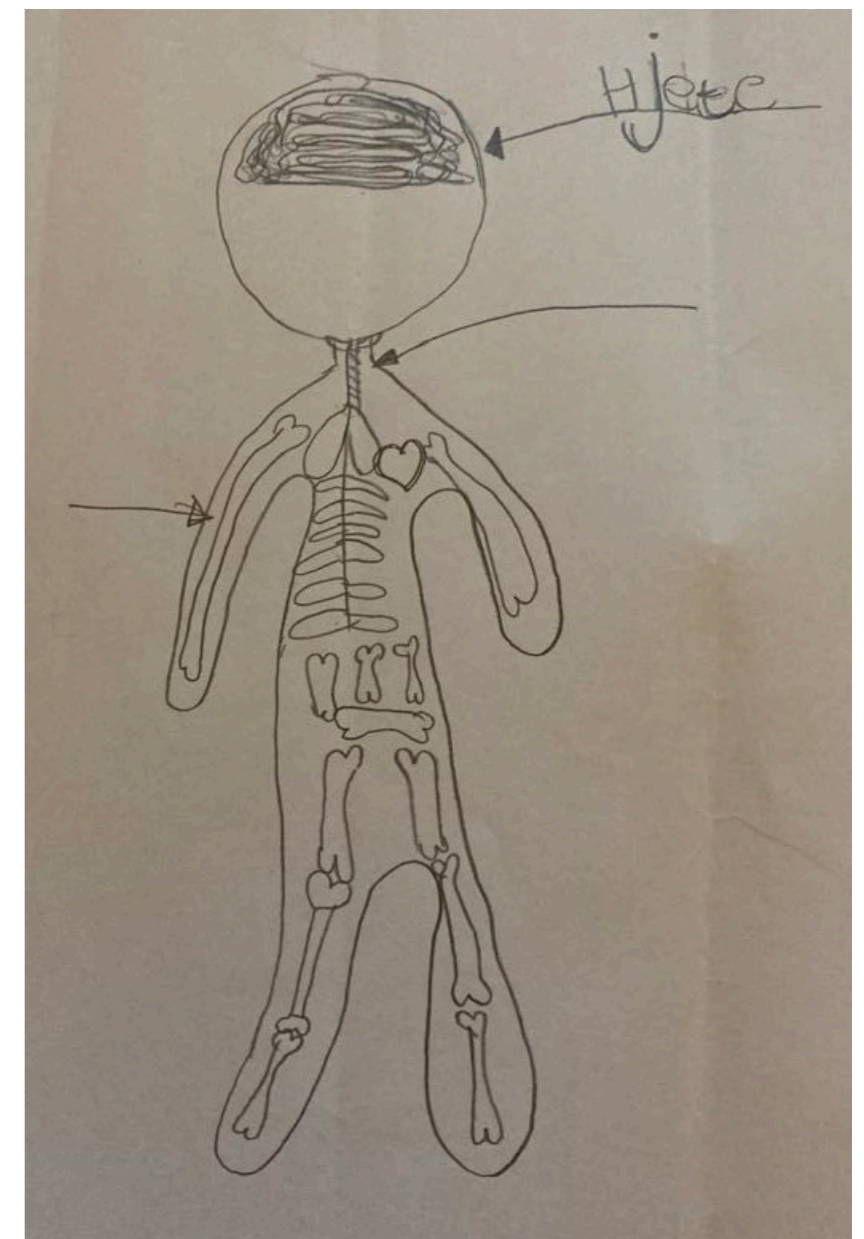
Inden man i sit forløb gør brug af elevtegninger som formativ evalueringsmetode, skal man overveje, hvordan elevtegninger skal indgå i forløbet. Hertil skal det overvejes, hvor mange gange og hvornår eleverne skal tegne, samt hvor lang tid de skal have til at tegne. I vores gennemførte forløb om kroppen gjorde vi brug af tre tegnegange. Den første tegnegang foregik som en gruppetegning, hvor elever i tremandsgrupper tegnede en menneskekrop med indre kropsdele på gulvet med kridt. Tegningen gav et indblik i elevernes forforståelser, som blev en del af den formative evaluering.

Denne tegning (billede 1) brugte vi som et afsæt i forløbet, da vi valgte at gå videre med elevernes hverdagsmisforståelse om, at hjertet i menneskekroppen er formet som hjertesymbolet. Den første tegnegang på gulvet blev ikke stilladseret med en tegneskabelon. Elevernes tegneskabeloner kan opstilles på A3-papir med et visuelt element, der kan understøtte elevernes udfoldelsesmuligheder inden for det essentielle spørgsmål. Overvejelserne omkring det visuelle element har til hensigt at gøre tegneprocessen nemmere for eleverne. Til anden og tredje tegnegang gjorde vi brug af det visuelle element i form af en tegneskabelonen.

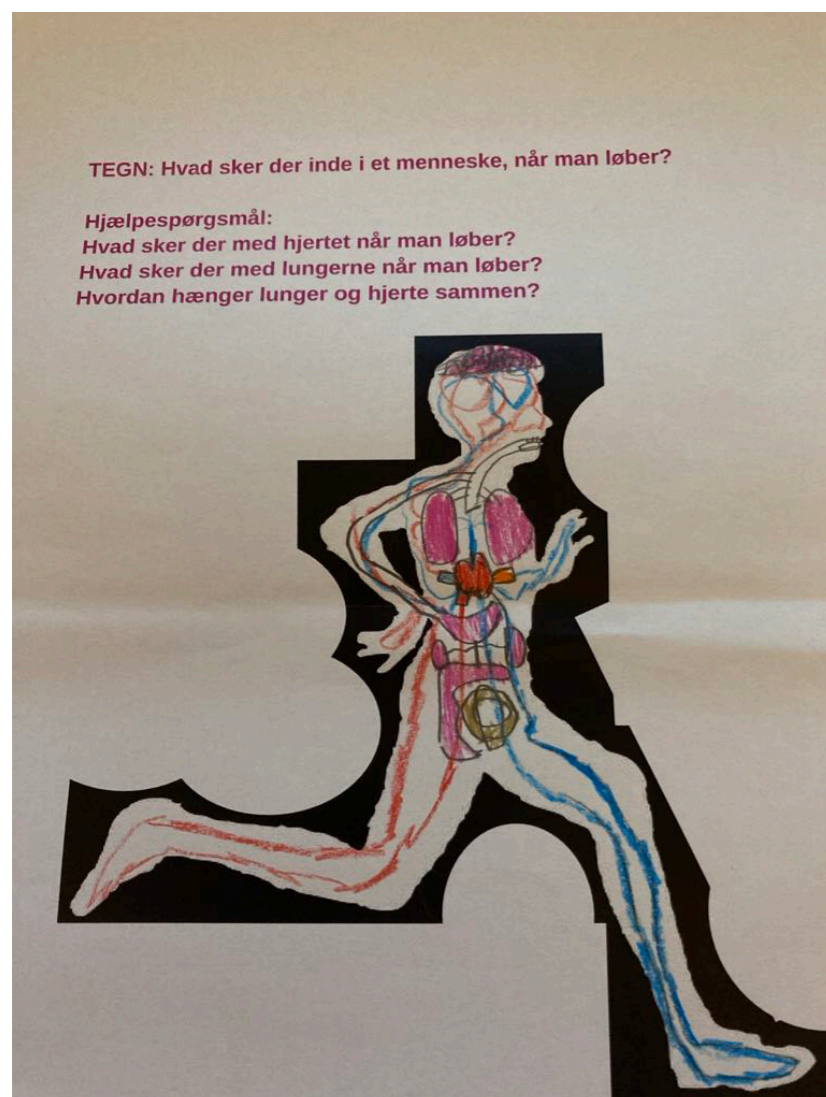
Den anden tegnegang udarbejdede eleverne en foldebog med en tegning af deres egen krop udenpå og indeni. Formatet var dermed givet på forhånd, men eleven var selvbestemmende i tegningernes udformning. Den tredje tegnegang måtte eleverne vælge mellem at tegne frit på et A3-papir eller på en fortrykt skabelon af et menneske, der løber. Det er vigtigt at tage højde for, at det visuelle element både kan hæmme og styrke elevernes udfoldelsesmuligheder i tegningen.

Vi havde løbende flere oplevelser, hvor elever gav udtryk for, at det var svært at tegne, derfor bør man som underviser gøre sig klar, hvilke elementer der er vigtige for evalueringen i tegningen.

For os var det ikke afgørende, om eleverne kunne tegne et menneske, der løb. Det var derimod afgørende, at en sådan tegning var stor nok til, at vi kunne se de elementer, eleven ønskede at tegne i menneskekroppen.



Billede 1



Billede 2

### Samtalen

Forståelser og misforståelser er ikke kun noget eleverne har. På billedet (2) ses en elevtegnning, der viser hjerte-/lungekredsløbet. Tegningen viser, at eleven har opnået rigtig meget viden og forståelse om hjerte-/lungekredsløbet - særligt imponeret var vi af elevens brug af rød og blå farve til at markere vener og arterier. En efterfølgende samtale viste, at eleven havde lagt mærke til, at blodårer i bøger ofte var malet røde og blå. Eleven havde derfor ikke fået en faglig forståelse af baggrunden for dette, men havde blot registreret det. Samtalen om tegningen var derfor essentiel for, at vi ikke misforstod elevens faglige niveau.

Samtaledelen er det sidste lag i evalueringsmetoden. Formålet er som vist ovenfor at blive klogere på lærerens misforståelser, som kan forekomme i afkodningen af elevens tegning, men som bliver minimeret ved samtalen. Samtaledelen er vigtig, men også tidskrævende. Vi foreslår at læreren arbejder med samtalen på forskellige måder.

- **Lærer/elevsamtale:** Læreren har samtaler med udvalgte elever. Vi har registreret, at det ofte er de samme misforståelser mange elever sidder tilbage med indenfor naturfaglige emner, derfor vil man som lærer ofte kunne danne sig et overordnet indtryk ved at tale

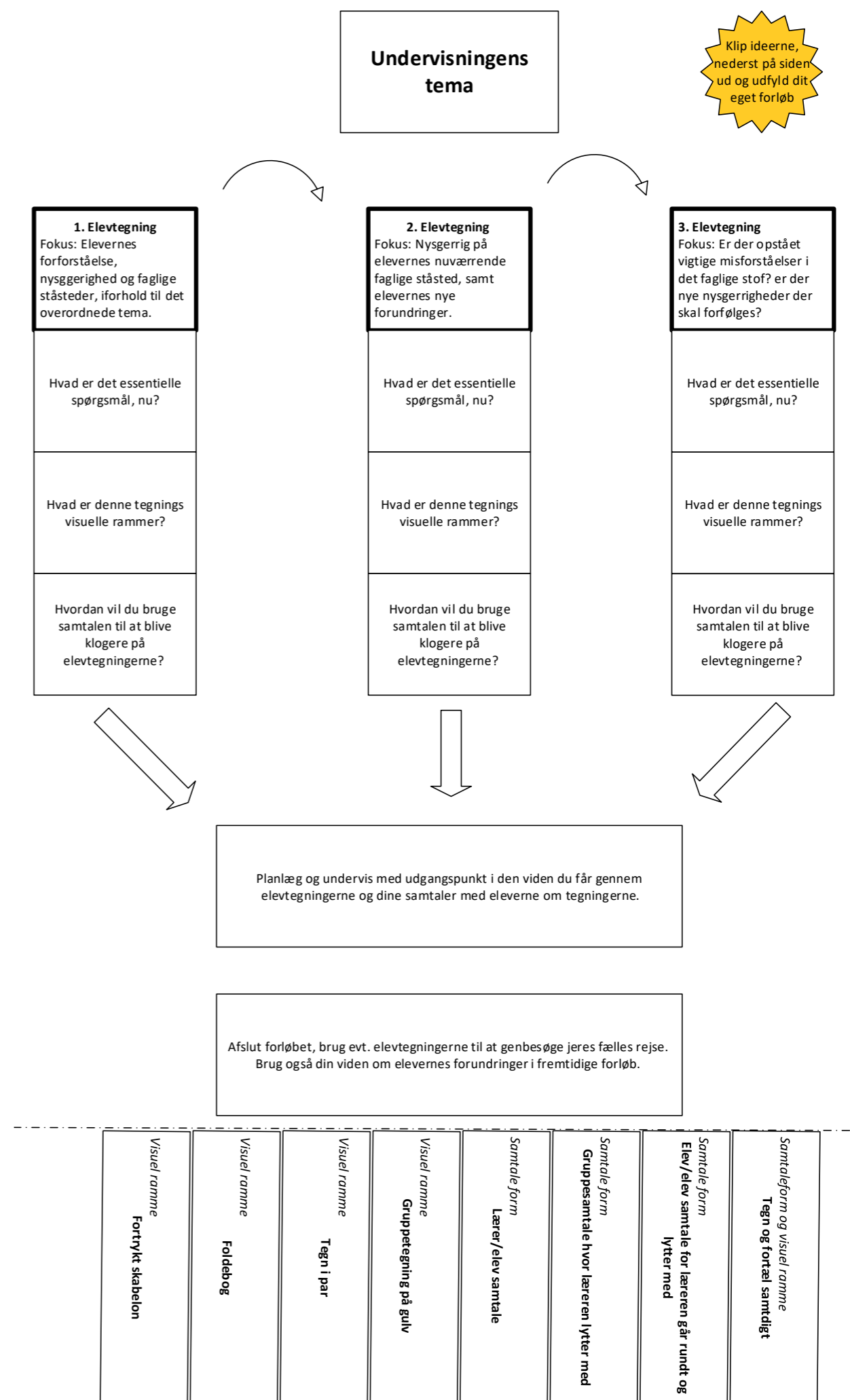
med nogle få elever. Vi foreslår, at denne samtale finder sted under selve tegneaktiviteten, hvor eleverne sidder og tegner.

- **Lærer/gruppesamtale:** Læreren kan også vælge at tale med eleverne i grupper. Dette kan være givtigt både, når eleverne har tegnet på en fælles tegning, og når eleverne viser tegningerne til hinanden. Her bør man være meget bevidst om, at det for nogle elever kan virke sårbart at dele sin tegning med klassekammerater. Denne form skal dermed trænes løbende.
- **Elev-elevsamtaler:** Samtalen kan også foregå mellem eleverne, og læreren lytter til deres samtale. Lad eleverne præsentere deres tegninger for hinanden i par. Det gælder for læreren om løbende at lytte med. Eleverne bliver muligvis i denne form mere bevidste om eventuelle fejl i deres tegninger, og på den måde hjælper eleverne hinanden med at korrigere og opdage fejl/misforståelser.

Til at understøtte lærer-elevsamtalen har vi gjort os nogle gode erfaringer med at samtale ud fra et dialogisk perspektiv kaldet talkback (Mogensen, 2024).

Denne tilgang kendetegnes ved at være en pædagogisk afsøgende tilgang, som har fokus på elevens valg i den evaluerende samtale. Foruden brugen af vendingen "Kan du fortælle mig...", som mindsker det præstationsfremmende fokus, der kan ligge i at blive evalueret, har vi gjort brug af Elstgeest spørgsmålstyper til at underbygge den dialogiske tilgang.

I både lærer/elevsamtalerne og gruppesamtalerne har vi i begyndelsen gjort brug af opmærksomhedsfokuserende spørgsmål, såsom "Kan du fortælle mig, hvad du har tegnet der?", for at hjælpe eleverne



Klip ideerne, nederst på siden ud og udfyld dit eget forløb

med at udtrykke deres valg og tegn på tegningen. Efterhånden som eleverne har udtrykt deres tegning og dens elementer, er det relevant at begynde at stille ræsonnerende spørgsmål, men fortsat med brug af vendingen "Kan du fortælle mig...".

Disse spørgsmål kunne f.eks. være "Kan du fortælle mig, hvorfor du har tegnet med rød og blå farve?". Spørgsmålstypen åbner op for, at du som lærer kan få en større indsigt i elevens faglige forståelse. Man skal dog være varsom, da spørgsmålene kan komme til at fremstå testende. For at mindske dette valgte vi netop at bruge "Kan du fortælle mig..."-vendingen inden spørgsmålet.

#### En metode, der giver syn for sagen

Efter at have afprøvet metoden hen over skoleåret 2023/2024 og løbende tilpasset den, kan vi konkludere, at den er meget velegnet til at skabe indsigt i elevernes progression under et fagligt forløb. Metoden har bidraget til, at vi har kunnet se, hvad den enkelte elev var optaget af, hvad de havde fordybet sig i, eller hvad de var i tvivl om i det faglige forløb. Vi har oplevet, at eleverne vokser med tegneopgaverne, som i starten kunne virke intimiderende for nogle elever.

Det er vores klare opfattelse, at alle naturfaglærere, uanset klassetrin, kan have glæde af at bruge denne formative evalueringsmetode - eventuelt som en fast del af portefolios i naturfagsundervisningen.

#### Kom godt i gang med at bruge elevtegninger som formativ evalueringsmetode i dit næste naturfagsforløb

Vi har her opsat en guide til dig, som vil afprøve metoden. Vi starter ud med et godt tip:

Optimer din og dine elevers tid - Lad eleverne tegne, allerede før du planlægger  
Vi foreslår, at du begynder dit forløb

*Denne artikel udspringer af et forskningsprojekt, hvor studerende har været aktive medundersøgere. Projektet er i regi af Det nationale naturfagsakademi (NAFA), som i 2023 havde et særligt fokus på formative evalueringsformer <https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2024/04/plf24-ucl2.pdf>. Metoden der præsenteres, er videreudviklet af artiklens forfattere, men bygger på evidensgrundlag indsamlet af naturfagsstuderende på UCL.*

med en elevtegning. Du udvælger det næste emne, eleverne skal beskæftige sig med - eksempelvis kroppens indre organer. Elevtegningen skal bruges som en forforståelsestegning, hvor du lader eleverne tegne ud fra det, de på nuværende tidspunkt ved. Eleverne kan for eksempel tegne med udgangspunkt i det essentielle spørgsmål "Tegn det, du tror, der er inde i en menneskekrop". Det, at man som lærer begynder sit forløb ud på denne måde, gør, at du får et direkte indblik i elevernes forforståelse af kroppens indre - foruden at vi lover, at eleverne nok skal stille en masse nysgerrige spørgsmål, der kan gøre din indsigt i deres undringer endnu bedre. Efter 20 minutter står du tilbage med en masse spørgsmål til dit valgte emne, som eleverne gerne vil have svar på, og du står med et indblik i hver af dine elevers faglige udgangspunkt. Nu er du klar til at planlægge dit forløb.

Når du begynder at planlægge undervisningen ud fra elevernes spørgsmål og faglige kunnen, bør du herefter opstille nogle delmål. Disse kan med fordel opstilles som essentielle spørgsmål til eleverne. Spørgsmålet skal ikke være for lukket eller for svært at forstå, men skal passe til, hvad du gerne vil have indsigt i. Når du mener, at I har arbejdet med delmålet, kan du starte dine løbende evalueringer.

Disse kan du med fordel gentage flere gange gennem forløbet. Vær ikke bange for at bruge for meget tid på det. Tegneprocessen er god for dybdelæringen, og indblikket i elevernes læring er afgørende for, at du kan lave meningsfuld undervisning.

#### Du bør overveje:

- Hvor skal der tegnes? På A3-papir, på gulvet eller andet?
- Hvad har du brug for at kunne se i elevens tegning? Kan du med en skabelon hjælpe eleverne til at tegne det, der er mest relevant?
- Hvor mange gange skal eleverne tegne? Hvor lang tid skal eleverne have til at tegne?
- Skal tegningerne laves som fælles gruppetegninger eller individuelle tegninger, eller skal det være skiftevis?

Derudover skal du vurdere, hvordan du vil indtænke samtalen.

- Skal samtalen foregå individuelt eller som en gruppesamtale eller begge dele? Hvad er fordelene og ulemper ved det?
- Hvor lang tid skal en samtale vare?
- Kan samtalen foregå under tegneaktiviteten?
- Hvilke strategier vil du gøre brug af? Vil du afholde en dialogisk-pædagogisk afsøgende samtale med brug af talkback?
- Hvilke spørgsmålstyper vil du gøre brug af i samtalen?
- Vil du notere tegn på læring i samtalen ud fra de opstillede kriterier? Skal noteringen være synlig eller skjult - vil du notere efter samtalen? 🗨️



Byg videre på din læreruddannelse

## BLIV EKSPERT I STEM-UNDERVISNING

Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning (Science, Technology, Engineering & Mathematics) gør dig i stand til at bringe den nyeste naturvidenskabelige forskning i øjenhøjde med børn og unge.

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

Find mere information på [studier.ku.dk/stem](http://studier.ku.dk/stem).

#### 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



# 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, 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

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

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