



Fysik  Kemi  
Natur  Teknologi  
FAGBLAD FOR NATURFAGSUNDERVISERE I GRUNDSKOLEN



***”Verden består af begivenheder,  
ikke af ting”*** *interview med Karin Lind side 22*

Nr. 4 - November 2021



Medlemsblad for Danmarks Fysik- og  
Kemilærerforening

*Ansvarshavende redaktør*  
Emil Sølyst Hjerl  
Græsted Stationsvej 60C  
3230 Græsted  
22 86 18 78  
hehjerl@gmail.com

*Redaktion*  
Emil Sølyst Hjerl  
Erland Andersen  
Stefan Holm

*Layout*  
Stefan Holm

*Formand for Danmarks Fysik- og  
Kemilærerforening*  
Erland Andersen  
40 41 88 53

*Kassér & Medlemsregistrator*  
Véronique Beugras  
53 32 27 24

*Næstformand*  
Stefan Holm

*Sekretær*  
Thomas Mau

*Øvrige bestyrelse*  
Helle Nielsen  
Niels Daniel Nielsen

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

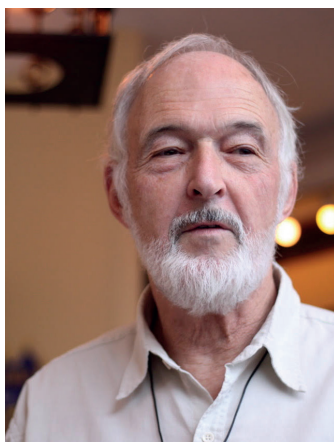
Årligt kontingent til DFKF:  
Almindeligt medlemskab: 399 kr.  
Skolemedlemskab: 450 kr.  
Studerende og pensionister: 200 kr.

Næste blad forventes primo marts.



## Indhold

- 3 Leder v. Erland Andersen
- 4 'Kometernes Jul' & 'Universet Udenom'
- 6 Indstillinger til H-C. Ørstedmedaljen 2022
- 6 25 års jubilæum: Lykke Mejdal Jensen
- 7 Oversete videnskabsfolk: Emmy Noether
- 8 Himmelrummet december 2021
- 10 Fedtceller, gener og livets kode
- 14 Radioaktivitet for de mindre klasser
- 16 Bortskaffelse af radioaktivt materiale
- 18 Omvendt osmose på Christiansø
- 22 Interview: Karin Lind
- 26 Naturfagsdilemmaer
- 32 Arrangementer i DFKF 2021-2022



## Kære Læsere

ved formand Erland Andersen

Endnu et mærkeligt covid-19 år, rinder ud om en god måneds tid. Fysik/kemiundervisningen var i foråret hårdt ramt af aflysninger, og undervisning via zoom kan ALDRIG erstatte undervisningen face to face. I mødet mellem underviser og elever skabes der en dynamik som det virtuelle møde på nettet aldrig kan erstatte. Dette gælder i særlig grad for det praktiskundersøgende arbejde i laboratorierne og for undervisningen der foregår uden for skolens fire vægge. Heldigvis lysnede det i efteråret 2021 hvor restriktionerne lettede og vi har mærket mindre og mindre til pandemien, så skolen nu i flere måneder har fungeret stort set normalt. Lad os håbe det fortsætter så vi kan få et skoleår helt uden covid-19 restriktioner.

I DFKF har vi også været ramt af covid-19. Der har været mange aflysninger og udsættelser, men i de seneste måneder har vi kunnet gennemføre flere arrangementer og fået planlagt en del yderligere. Studieturen til Cern d. 7. – 11. marts er på skinner. Det samme gælder fejringen af 2 x 100 års jubilæum på Blegdamsvej 17 d. 28. januar samt studieturen til Tromsø 26. februar – 1. marts for blot at nævne nogle.

Bestyrelsen er meget interesseret i hvordan det går både med undervisningen i fysik/kemi, den skriftlige prøve og den fælles naturfagsprøve. Alle opfordres derfor til at dele såvel

gode som mindre gode oplevelser med faget og prøverne. Skriv en artikel til bladet, send nogle ord til formanden eller ring op og fortæl om gode og mindre gode oplevelser. Det er kun ved at dele erfaringer med andre, at vi som forening får gode saglige argumenter for at beholde det nuværende eller foreslå noget helt nyt. Det kunne også være forslag om, at DFKF skulle afholde kurser hvor fag, faglighed, tværfaglighed, prøver og nationale test tages op og diskuteres. Mail/ring og fortæl om jeres ideer og jeg lover at vi vil se meget positivt på mulighederne.

Et af de områder hvor vi har haft fokus er en ny hjemmeside til foreningen og det ser nu ud til at lykkes så vi i løbet af meget kort tid kan præsentere vores nye hjemmeside. Webadressen vil være den samme som nu, men layout og genveje vil blive forenklet så hjemmesiden bliver meget mere brugervenlig. I næste nummer af bladet vil jeg skrive mere om den nye hjemmeside og de muligheder den giver. Et andet område vi arbejder intenst på, er et samarbejde med Biologi- og Geografforbundet. Vi har aftalt fællesarrangementer med de to foreninger, bl. a. en studietur til Tjernobyl sandsynligvis i efteråret 2022.

Ud over at holde DFKF i gang under pandemien prøver vi også at gøre vores indflydelse gældende i forskellige

fora. I forbindelse med implementeringen af Naturvidenskabens ABC er der nedsat nogle arbejdsgrupper hvor DFKF er repræsenteret. Under pandemien startede Børne og Undervisningsministeriet et digitalt gæstelærerprojekt. Til fysik/kemi handler det om stjerner, galakser og mørkt stof, hvor Carsten Andersen og jeg selv udformede forløbet sammen med læringskonsulenten og NASA-forsker Sarah Pearson.

Link til forløbet:



DFKF og Danmarks Matematiklærerforeningen har sendt en ansøgning om midler til ”Kompetenceløft til lærerne og undervisningsforløb til 7. - 10. klasse, der fremmer motivation, viden og kompetencer inden for STEM så tidligt som muligt.” DFKF er sammen med Københavns Universitet, Syddansk Universitet samt andre naturfaglige foreninger med i en ansøgning om midler til udvikling og lancering af klimaundervisningsmaterialer til udskolingen.

Husk at indstille en kollega til H. C. Ørsted Medaljen i bronze, at der er DM i fagene <https://dmifagene.dk> samt tilmelding til foreningens arrangementer 🌟



# Julekalenderen 'Kometernes jul' & 'Universet Udenom' bliver starten på et nationalt Videnskabsår i 2022

Foto: Christian Geisnæs / TV2

*- og de danske folkeskoler kan glæde sig, for til december har vi chancen for at få nogle nysgerrige børn i skole hver dag og en mulighed for at gribe naturvidenskabslæring på en ny måde.*

TV 2s familie-julekalender 'Kometernes jul' tager os alle med på en eventyrlig og kosmisk rejse, der samtidig er en fortælling om videbegær i vores forunderlige univers. Rundt om julekalenderen opbygges et 'Univers Udenom', hvor børn og voksne hver dag kan gå på opdagelse i den virkelige naturvidenskabelige verden.

'Kometernes jul' lågekalendarer, der støtter Julemærkehjemmene, udmærker sig ved, at der bag de 24 låger gemmer sig AR-oplevelser (AR=augmenteret realitet), der via appen Videns Port giver adgang til 'Universet Udenom', som rummer masser af sjove aktiviteter og ekstra materiale, der gør os alle klogere på naturvidenskab.

Det er desuden startskuddet på det nationale Videnskabsår22, hvor det også er 100 år siden, at Niels Bohr modtog Nobelprisen i fysik. Julekalenderen er omdrejningspunktet for

et stort samarbejde mellem TV 2, Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet og Nordisk Film Series.

Nobelpris i fysik i 2022, fik professor i astrofysik Anja C. Andersen og CEO/Executive producer Marie Breyen idéen til at formidle naturvidenskab til børn og deres forældre i form af en julekalender og et 'Univers Udenom'.

Med stor opbakning og tilsagn om økonomisk støtte til projektet fra de fire store fonde: VILLUM FONDEN, Novo Nordisk Fonden, Poul Due Jensens Fond og Bitten og Mads Clausens Fond henvendte de sig til TV stationerne og en aftale faldt hurtigt på plads med TV 2. Projekterne er nu en realitet, og til december kan vi alle sammen se 'Kometernes jul', som vises på TV 2 og TV 2 PLAY, og samtidig gå på opdagelse i 'Universet Udenom' på web og YouTube platformene.

## Hvad kan vi så forvente?

Ja, skolerne kommer forhåbentlig til som altid at få glade julebørn ind af døren i december, men måske de i denne jul har fået vakt en særlig lyst til at lære lidt mere om både universet, grundstoffer og planeter. Og måske en ide om, at samarbejde mellem både børn og voksne kan løse næsten alle uoverskuelige forhindringer.

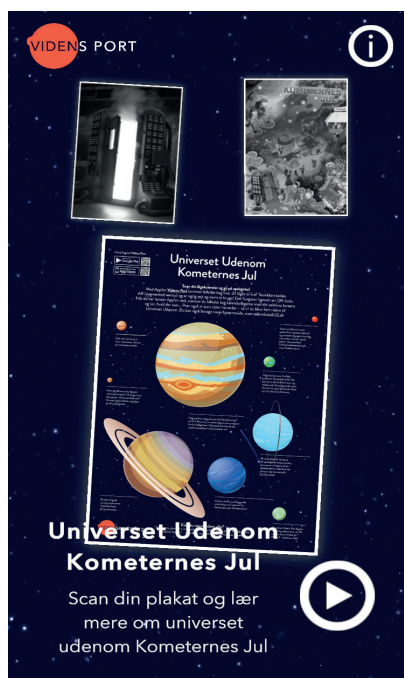
Om forfatterne



Marie Breyen  
Executive Producer



Anja C. Andersen  
Professor i Astrofysik



Screenshot af appen Videns Port

## Baggrund.

I forbindelse med forberedelserne til 100 års jubilæerne for hhv. Niels Bohr Institutet i 2021, og året hvor Niels Bohr modtog Danmarks første

Kan man via en fiktionshistorie med afsæt i naturvidenskab snige en nysgerrighed og interesse for videnskabelige emner helt ind ved middagsbordet i de danske hjem og bagefter lokke både børn og deres forældre på opdagelse i 'Universet Udenom'? Og kan vi i skolen gribe de børn, der møder i skolen i december, og bruge dette momentum til at lære dem mere om nogle af emnerne?

'Universet Udenom' har masser af inspirerende materiale, der kan findes på Videnskabsår22's platforme. Hver dag vil der blive frigivet små videnskabsfilm, som uddyber dagens videnskabelige emner fra julekalenderen. Testoteket/Astra vil hver dag frigive en film og læringsmateriale til en undersøgelse om samme emne. Der vil komme film med uddybende materiale om de 10 naturvidenskabelige erkendelser fra Naturvidenskabens ABC. Sciencemuseer landet over vil åbne dørene for forlængelser og oplevelser, som går i tråd med emnerne fra julekalenderhistorien. Og landets biblioteker vil følge op

med lokale initiativer, som læner sig op ad 'Universet Udenom'. Hver dag vil der også blive sendt et live program 'Universet Direkte' på YouTube kanalen Videnskabsår22 og på TV 2 PLAY. Programmerne sendes fra bl.a. skoler, biblioteker og science-museer rundt omkring i landet - et rejsende live show med publikum, værter, skuespillere fra serien og lokale gæster. Sammen vil de dykke ned i historier og fortællinger fra julekalenderen og naturvidenskabens forunderlige verden. Som optakt til 'Universet Udenom' vil børnene i alle landets 4. klasser i midten af november modtage en bog om Niels Bohr, som en særlige gave fra Niels Bohr Institutet.

'Kometernes jul' & 'Universet Udenom' spiller ind i de ti store naturvidenskabelige erkendelser (Naturvidenskabens ABC), samt FN's verdensmål nr. 3, 4, 5, 7, 13, 14, 15 og 17.

I 2022 følges det hele op af et nationalt videnskabsår, der vil sætte fokus

på videnskaben mere bredt med det formål at bidrage til opbyggelse af danskernes videnskabelige almenudannelse. Videnskabsår22 udspringer af en række inspirationsspor, som tilsammen udgør idegrundlaget for at gøre 2022 til et år i videnskabens tegn på nationalt plan.

Videnskabsår22 tager afsæt i de følgende fire spor:

#### **Spor 1**

En naturvidenskabelig fiktionjulekalender med et 'Univers Udenom' med den virkelige videnskab.

#### **Spor 2**

FN's udnævnelse af 2022 til "International Year of Basic Science and Development".

#### **Spor 3**

En bevidsthed om nødvendigheden af at aktualisere videnskabens betydning for samfundet.

#### **Spor 4**

En af danmarkshistoriens største videnskabsmænd og kulturpersonligheder Niels Bohr. 🌟



www.Videnskabsaar22.dk



## *Kometernes Jul kort fortalt*

I 'Kometernes jul' følger vi de fire børn, Mie, Johannes, Noor og Elias, der deltager i en Astro Camp, som er et naturvidenskabeligt kursus med fokus på astrofysik. Men noget går galt, og Mie og Johannes teleporteres til den fjerne Planet 9, så nu gælder det om at samarbejde for at få dem hjem.

Det bliver en eventyrlig og kosmisk rejse, der bringer os fra Jorden til Planet 9, ind i laboratorier og ud i børnenes hjem, og en medrivende fortælling om videbegærlighed sat i vores forunderlige univers. I rollerne som Bolette-Henriette, Pan-

da-Søren og Anna ses Søs Egelind, Martin Greis-Rosenthal og Molly Egelind, mens Noor og Elias spilles af Shireen Noor Rasool og Bertil Smith. Mie og Johannes møder vi i to forskellige aldre, hvor Lille Mie og Lille Johannes spilles af Anna Frederikke Heerulff Christiansen og Luca Richardt Ben Coker, og Store Mie og Store Johannes af Alice Finn Caspersen og Oscar Dietz. Castet tæller blandt andre også Kurt Ravn, Lotte Andersen, Laura Bro, Adam Ild Rohweder, Morten Hemmingsen, Özlem Saglanmak og Janus Nabil Bakrawi. Seriens hovedforfatter er Jenny Lund

Madsen, som også står bag Ludvig og Julemanden, Emma og Julemanden - Jagten på Elverdronningens hjerte, Bedrag, Rita, Mercur og Sjit Happens. Producer er Trin Hjortkjær Thomsen og serien bliver instrueret af Ask Hasselbalch (de tre Antboy-film, hvor i øvrigt Oscar Dietz spillede hovedrollen som Antboy og Skammerens datter 2 - Slangens gave).

'Kometernes jul' er produceret af Nordisk Film Series for TV 2 og Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet med støtte fra VILLUM FONDEN, Novo Nordisk Fonden, Poul Due Jensens Fond og Bitten & Mads Clausens Fond. 🌟



## Indstillinger til H.C. Ørsted Medaljen 2022

Kender du/I en kandidat til H.C. Ørsted Medaljen i bronze til en inspirerende grundskolelærer inden for naturfagsområdet?

Ud over medaljen får modtageren et rejselegat mens skolen modtager et legat på 25.000 kr.

Både elever, kolleger, skoleleder og forældre kan indstille ved at skrive en begrundet indstilling, hvor der lægges vægt på at læreren:

- er engageret, idérig og fagligt dygtig
- leverer varieret og inspirerende undervisning
- formår på ekstraordinær vis at løfte elevernes faglige niveau og
- giver dem interesse for at studere naturvidenskabelige og tekniske fag

Indstilling af kandidat mailes til: [snu@naturvidenskab.net](mailto:snu@naturvidenskab.net)  
SENEST D. 1. FEBRUAR 2022

Yderligere oplysninger: [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)

## Lykke Mejdal Jensen - 25 års Jubilæum



*Fredag d. 6. oktober 2021 var der inviteret til jubilæumsfest på Bagsværd Kostskole og Gymnasium.*

Lykke Mejdal Jensen og to andre havde 25 års jubilæum som undervisere på Bagsværd Kostskole og Gymnasium.

Lykke har i mange år været aktiv lokalt i Danmarks Fysik- og Kemi-lærerforening, både som bestyrelsesmedlem og som forfatter af flere artikler til vores fagblad. Blandt andet sammen med Marianne Orbesen om anvendelse af Cern i undervisningssammenhænge.

Lykke har også været arrangør af møder og besøg på forskellige virksomheder for medlemmerne.

Desuden har Lykke været med til at udvikle flere forskellige undervisningsforløb inden for naturfagsområdet. For eksempel et plastforløb under DA Åben Virksomhed samt Tag skraldet for KATA Fonden.

Foreningen ønsker Lykke hjerteligt tillykke med jubilæet. 🌸

Om forfatteren



Erland Andersen  
Formand i DFKF

# Oversete videnskabsfolk

## Emmy Noether



*Alle der underviser i naturfagene kender navne som Bohr, Einstein, Newton og Ørsted. 'Oversete videnskabsfolk' er en artikelserie, hvor vi vil sætte fokus på nogle af de mindre kendte forskere, hvis opdagelser alligevel har sat stort præg på vores forståelse af verdenen.*

Tyskfødte Emmy Noether formulerede den teoretiske årsag til de bevarelseslove man eksperimentelt havde fundet frem til i fysikken.

Hun blev født Amalie Emmy Noether af jødiske forældre i 1882 i den Sydtydske by Erlangen. Hendes far var matematikprofessor ved universitetet, og Emmy ønskede at gå i sin fars fodspor. Det var dog kun mænd, der kunne studere på universitetet. Kvinder kunne få lov til at overvære under-

visningen som tilhørere, men ikke at tage eksamen. Dette ændredes dog mens Noether var indskrevet, og hun fik derfor lov at tage eksamen fra universitetet. Herefter arbejdede hun som ulønnet assistent og vikar for sin aldrende far. Emmy Noether beskrives som meget direkte i sin væremåde, og hendes forelæsningere forekom både uforberedte og rodede. Det lykkedes hende dog at samle en skare af følgere, som kunne lide hendes undervisningsstil.

I 1915 formulerer hun den såkaldte 'Noethers sætning', hvor hun binder adskillige årtiers eksperimentelle beviser for fysiske bevarelseslove sammen med meget abstrakte teoretiske love om universel symmetri, og derved lægger hun en af de tungeste grundsten inden for de næste hundrede års partikelfysik. Landsmanden Albert Einstein kaldte hende i denne sammenhæng, det største matematiske geni nogensinde. ❁

Om forfatteren



Stefan Holm  
Næstformand i  
DFKF

Christiansø Skole

# Hvad kan man observere på himlen i december 2021?

Oriontågen fotograferet af Rumteleskopet Hubble.

Foto: NASA

Her i december kan man allerede om aftenen observere det smukke stjernebillede Orion. Igennem flere efterårsmåneder skulle man vente til ud på natten eller stå tidligt op for at se dette smukke stjernebillede. Men på grund af Jordens omløb omkring Solen, ses Orion nu tidligere på aftenen. Derfor opfatter mange Orion som et vinterstjernebillede.

De tre bæltstjerner er lette at kende. Derunder ses en lidt udflydende streg - Oriontågen, M 42. I et lille teleskop ses, at det er en smuk tåge. Med store teleskoper kan man observere stjernedannelse - gasser er faldet sammen til at danne nye stjerner. De største af de nyfødte stjerner sender så meget UV-lys ind i Oriontågen, at tågen udsender lys - emitterer lys på samme måde som et lysstofrør. Derfor er M 42 et emissionståge. Man kan observere stjerner i dannelsen. Ved mange af stjernerne kan man observere skiver, hvor planeter udvikles.

Orions bælte peger ned på himlens klareste stjerne Sirius. I den modsatte retning rammer linjen fra bæltet stjernebilledet Tyren. I Tyren ses 6 eller 7 smukke stjerner tæt

sammen, Syvstjernen eller Pleiaderne. I et lille teleskop kan man se 40 stjerner i Syvstjernen. Det er så smukt som at se ind i et belyst smykkeskrin. Med et større teleskop fylder Pleiaderne mere end synsfeltet, men man kan tælle mange flere stjerner. Med rumteleskopet Gaia har man talt 1600 stjerner i Pleiaderne og målt afstanden til 445,5 lysår til hobens centrum. Pleiaderne er en åben hob af stjerner, der er dannet for omkring 100 millioner år siden. Om nogle hundrede millio-



Pleiaderne

Foto: NASA

ner år forventes hobens stjerner at være blevet spredt.

I Tyrens v-formede figur kan man finde den åbne hob Hyaderne. Mellem Perseus og Cassiopeia kan man med et teleskop finde Dobbelthoben i Perseus NGC 869 og NGC 884 - to åbne hobe af stjerner, der kun er ca. 12 millioner år gamle. Venter man et par timer kommer endnu en smuk åben hob frem i øst: Presepe i Krebsen. Find Presepe med et lille teleskop - sigt midt mellem stjernerne Pollux i Tvillingerne og Regulus i Løven. Her er to måder at få hjælp til at orientere sig:

- Åben appen "Star Tracker Lite" på din mobiltelefon. Når du holder "mobilen" ud i strakt arm, kan du se, hvilke stjerne og planeter der findes i den retning.
- Download planetarieprogrammet Stellarium fra [www.stellarium.org](http://www.stellarium.org) Med Stellarium får du god hjælp til at orientere dig.

Sommertrekanten ses en decem-beraften i sydvest. Over horisonten ses den nederste stjerne i Sommer-trekanten: Altair i Ørnen. Stjernen Vega i Lyren ses øverst mod vest i sommertrekanten.





En tilvækstskive omkring en nydannet stjerne i Oriontågen. Inde i skiven er planet-dannelse i gang. Billederne er fremkommet ved at sætte to forskellige filtre til et billede fra Hubble-teleskopet. Ved det venstre billede er brugt et filter, der fremhæver skivens kemiske komposition. Filteret ved det højre billede skærmer for lysstyrken i tågen. Fotos: Mark McCaughrean (Max-Planck-Institute for Astronomy), C. Robert O'Dell (Rice University) og NASA.

I det øverste østlige hjørne er stjernen Deneb, halen på Svanen. Man kan forstille sig en svane, der flyver ind i sommertrekanten. Hovedet på Svanen er dobbeltstjernen Albireo - i et teleskop opløses Albireo i en blå og en gul stjerne. Den blå stjerne er varmest.

Er man langt fra byens lys, kan man se den smukke Mælkevej, der ligger bag Svanen og Cassiopeia. Ser man med et lille teleskop på Mælkevejen, kan man tælle virkelig mange stjerner i synsfeltet - mange flere end når man retter teleskopet mod et område ved siden af Mælkevejen. Stjernebilledet Cassiopeia ligner

et w. Bruger man det smukkeste vi "dobbelt -v-et" som en bue, og forestiller man sig, at man skyder en pil af - så rammer man stjernen Mirach i stjernebilledet Andromeda. Lige før Mirach passerer man en tåge. I et lille teleskop kan man tydeligt se, at det er en galakse. Andromedagalaksen er det fjerneste, man kan se med det blotte øje - 2,5 millioner lysår borte. I december 2021 kan man stadig se planeterne Jupiter og Saturn. Man kan observere dem tidligt om aftenen inden de går ned. Med et lille teleskop kan man se Jupiters 4 største måner og Saturns ring.

Lærere kan låne Galileoscoper, små teleskoper på alle centre for under-

visningsmidler. På den måde kan eleverne få teleskoper med hjem for at observere. Man skal selv skaffe sig et almindeligt fotostativ for at kunne holde teleskopet stille. Man kan læse mere om teleskoper og om hvad man kan observere på [www.boernafgalileo.dk](http://www.boernafgalileo.dk)

Mars ses i december nær horisonten i øst lige før solopgang. Venus kan ses i sydvest lige efter solnedgang. I et teleskop kan man se, at Venus har en tydelig fase som et segl. I januar vil Venus passere over på den anden side af Solen, så at Venus i begyndelsen af februar vil kunne ses om morgenen.

Husk også at se på Månen med teleskopet. Når Månen er tiltagende eller aftagende kaster krater-randene på Månen lange skygger nær skillelinjen mellem lys og mørke på Månen. Der kommer nye detaljer frem hver aften, fordi skillelinjen flytter sig, idet Månen kredser omkring Jorden. Derfor får man god udsigt til Månens kraterer med god kontrast om aftenerne efter nymåne og om morgenerne efter fuldmåne. Der er nymåne den 4. december og fuldmåne den 19. december. Den følgende nymåne er den 2. januar 2022 og fuldmånen kommer den 16. januar. ☾

Om forfatteren



Carsten Skovgaard Andersen

Stjernerammeret, Bellahøj Skole



Planetarieprogrammet Stellarium viser dette for den 15. december 2021 kl. 20 i København

# Inspiration til undervisning gennem hele skoleforløbet: Fedtceller, gener og livets kode

**“Gennem studier af genregulering kan vi nå frem til helt nye indsigter i, hvordan livets kode: DNA, aflæses og omsættes til funktion i forskellige celletyper, blandt andet fedtceller. Det betyder for eksempel, at vi bedre forstår, hvordan hver enkelt celle i en organisme fungerer og ændrer sig over tid, og hvad der går galt i forbindelse med sygdomme.”**

Det fortæller Susanne Mandrup, professor ved Institut for Biokemi og Molekylærbiologi ved Syddansk Universitet. Hun inviterer i Børne- og Undervisningsministeriets nye inspirationsmateriale om 'Fedtceller, gener og livets kode' naturfagslærere helt ind i sin forskning. Sekventering af enkeltceller er seneste skud på stammen af teknologiske gennembrud, der driver DNA-forskningen fremad i rekordfart. Teknologien gør det blandt andet muligt for professor Susanne Mandrup at gå på opdagelse i aflæsningen af selve livets kode med afsæt i sin forskning i fedtceller.

## **En indgang til at forstå livets kode**

Alt liv på Jorden er bygget op af celler, og organismer vokser ved, at cellerne deler sig. Et menneske er eksempelvis bygget op af omtrent 50.000 milliarder celler, der er dannet ved gentagne celledelinger ud fra et befrugtet æg.

Inde i kernen af hver enkelt celle findes den samme instruktionsbog eller genetiske kode til organismens liv. Instruktionsbogen hedder DNA, og når den aflæses, dannes der RNA-kopier af DNA'et. Forskellige typer af celler bruger forskellige dele af instruktionsbogen.

Professor Susanne Mandrup forsker i cellers funktioner og egenskaber på enkeltcelleniveau.

Hun beskriver sin forskning, der foregår på Syddansk Universitet, som en indgang til at forstå hele livets kode.

Susanne Mandrup tager i sin forskning afsæt i fedtceller. Det er celler, som er afgørende for både den sunde og den usunde krop, og forskningen kan eksempelvis give viden om folkesygdomme som diabetes og hjertekarsygdomme. Susanne Mandrup har blandt andet vist, at der findes mange forskellige typer fedtceller, og hun er særligt interesseret i de mekanismer, der styrer dannelsen af nye fedtceller og fedtcellernes ændring i forbindelse med overvægt.

Denne artikel præsenterer professor Susanne Mandrups forskning. Artiklen giver også en introduktion til gener og molekylærbiologi som et tema, der kan didaktiseres fra 1. til 9. klasse.

Selv om temaet handler om noget så småt, at det kræver mikroskop for at se, har det potentiale til at engagere elever i grundskolen. Forskningen i enkeltceller åbner nemlig op for undren og store spørgsmål – og det kan seks inspirationskataloger være med til at bringe ind i klasseværelserne i både indskolingen, på mellemtrinnet og i udskolingen.

Inspirationskatalogerne tager udgangspunkt i elevernes nære

verden, for eksempel vandpytter i skolegården, og fokuserer på emner som små organismer, cellers hukommelse, fedtceller, reproduktion og livsstilsygdomme.

- En verden af liv, vi ikke kan se (1.-2. klasse)
  - Livet i en vandpyt - Høinfusion
  - Fra æg til Frø (Marts - April)
- Livets byggeklodser kan ændres (3.-4. klasse)
  - Spredning af plantefrø
  - Slægtskab - Sammenligning af vævstyper i forskellige dyr
- Celler husker ændringer i aflæsningen af DNA (5.-6. klasse)
  - Fedtcellers evne til at udvide sig
  - Celledeling i løgrødder
- Livets bog er skrevet med fire bogstaver (7. klasse)
  - Mutationer i DNA - Stop motion film
  - Dyrkning af GMO majs
- Det fede og det ufede liv (8. klasse)
  - Fedtcellers opbygning
  - Fedtcellers forskellige egenskaber
- Reproduktion og livsstilsygdomme (9. klasse).
  - Undersøgelse af Ornesæd
  - Fællesfagligt fokusområde:

Om forfatteren



Anne Marie Kirkeby

Pædagogisk konsulent ved VIA CFU, og fagudvikler på materialet om Fedtceller, gener og livets kode



De seks inspirationskataloger inden for temaet Fedtceller, gener og livets kode.

Elevernes egne undersøgelser i fedtproblematikker f.eks. eget energindtag og energiforbrænding over tid, en families kostsammensætning i forskellige dele af verden, arvelige og miljømæssige årsager til fedme i det moderne samfund eller sammenhænge mellem overvægt og livstilssygdomme.

Katalogerne indeholder både konkrete undersøgelsesforslag og forslag til, hvordan du kan igangsætte undervisningen. Du kan eksempelvis didaktisere temaet om enkeltceller ved at inddrage eleverne i samtaler om disse forhold:

- Alt liv er bygget op af celler, deres funktioner er mange, og de påvirker hele vores organisme.
- Der er forskellige typer fedtceller, som har hver deres udseende og formål.
- Sporene af den genetiske arv fra far og mor samt tidligere generationer kan aflæses i vores DNA.

Den samlede pakke om temaet kan findes på [emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien](http://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien)

#### *Inspiration til undervisning*

Undervisning i temaet om fedtceller, gener og livets kode har potentiale til at åbne op for store spørgsmål om eksempelvis kropskultur, sundhed, sygdomme og evolution. De seks inspirationskataloger giver naturfagslærere og -teams forslag til at konkretisere temaet og relatere det til autentiske problemstillinger, som elever i grundskolen kan arbejde problembaseret og undersøgende med. De seks inspirationskataloger er målrettet forskellige klassetrin og sætter hver især fokus på et selvstændigt undertema i relation til Susanne Mandrups forskning i fedtcellers genregulering på enkeltcelleniveau.

#### *Det fede liv i stort og småt*

Susanne Mandrups forskning knytter an til erkendelse nr. 6 i Naturvidenskabens ABC – nemlig at organismer består af celler, og at generne i dem kan nedarves og

ændres fra individ til individ.

For de mindste elever i grundskolen kan rejsen mod den erkendelse begynde et helt andet sted. I inspirationskataloget til 1.-2. klasse er udgangspunktet, at eleverne erkender, at der er organismer så små, at vi ikke umiddelbart kan se dem. Og at organismene, selv om de er små, er levende og består af celler.

I 3.-4. klasse lægger inspirationskataloget op til undervisning, der introducerer eleverne til livets byggekodser. For eksempel gennem undersøgelser af konkrete vævstyper og i form af gener fra planter, der kan spredes til fjerne egne af kloden.

I inspirationskataloget til 5.-6. klasse stilles der skarpt på cellers funktioner - især på at celler tilsyneladende kan huske ændringer i den måde, de aflæser genomet. Eleverne skal undersøge celledeling, imens den sker, og arbejde med modeller af, hvordan cellers funktion kan påvirkes ved overvægt. I forbindelse med fedtceller, gener

og livets kode fylder biologifaglige aspekter meget, men emnets problemstillinger kan ikke belyses alene af biologifaget. Derfor understøtter inspirationskatalogerne i udskolingen fællesfaglige undersøgelser. I 7. klasse arbejder eleverne eksempelvis med, at livets kode er sat sammen af fire bogstaver. Her er kemifaget vigtigt for at forstå opbygningen af DNA, mens geografi og fysik bidrager med viden om spredning og ændring af DNA.

I 8. klasse giver inspirationskataloget om det fede og det ufede liv mulighed for at undersøge fedt med en naturfaglig tilgang på enkeltcelleniveau og arbejde med, at kroppen behøver en passende mængde fedt. På den baggrund kan eleverne blandt andet anlægge et bredere perspektiv på fedtceller og undersøge, hvor i verden fedme giver anledning til sundhedsudfordringer.

I 9. klasse lægges der op til, at eleverne arbejder selvstændigt med problemfeltet reproduktion og livsstilssygdomme. Alt efter hvilken retning eleverne vælger inden for problemfeltet kan både geografiske, kemiske og fysiske perspektiver inddrages. Inspirationskatalogerne danner samlet set et sammenhængende forløb gennem skoleforløbet, samtidig med at hvert enkelt katalog udgør et afrundet emne (under tema) i sig selv.

Fedt er afgørende for menneskers sundhed. Det er eksempelvis byggemateriale for de membraner, som omgiver alle vores celler, og som holder uvedkommende stoffer ude og vigtige stoffer inde i cellerne. Fedtet er desuden med til at opbygge vores væv og er uundværligt for både hjernen og for reproduktionen. Også sædceller har brug for fedt, ligesom der er brug for fedtstoffer i det signalsystem, som sætter gang i en fødsel.

## Fedtceller, gener og livets kode

”Gennem studier af genregulering kan vi nå frem til helt nye indsigter i, hvordan livets kode DNA aflases og omsættes i forskellige celletyper, blandt andet fedtceller.

**Forskning i DNA og celler udvider forståelsen af liv**

**Cellerne udgør livets byggesten**

**Fedtceller er vigtige for vores sundhed**

Samlet set bliver mere end 600 signalstoffer med betydning for kroppens evne til at fungere optimalt produceret i fedtvævet. Signalstoffer, som blandt andet også regulerer immunforsvaret.

I materialet er der derfor lagt op til, at arbejde med fedtceller som noget naturligt og nødvendigt for kroppen, i de rette mængder. På den måde forsøger materialet at gøre op med, den betragtning at fedt udelukkende ses som noget det er usundt og som skal undgås.

Susanne Mandrups forskning har netop vist at fedtcellerne spiller en væsentlig rolle i vores sundhed. For Susanne Mandrup er det en vigtig pointe at det ikke er alle, som får følgesygdomme af at have en forhøjet fedtprocent. Ofte er konsekvenserne ved for lidt fedt på kroppen lige så alvorlige. Den pointe kan med fordel formidles til de ældre elever, for at skabe en nuanceret forståelse af fedtcellernes betydning.

I inspirationskataloget til 1.-2. klasse ”En verden af liv, vi ikke kan se” skal eleverne undersøge deres nære omverden for liv der er så småt at de ikke kan se dem med det blotte øje. Selv om undersøgelsen ikke handler om fedtceller, så har den stor relevans for elevernes forståelse af hvor divers begrebet liv er.

Undersøgelsen tager højde for at natur/teknologi har et begrænset timetal og ofte kun er på skemaet en gang i ugen. Eleverne laver et vækstmiljø for mikroorganismer i et syltetøjsglas, og tilsætter et par dråber vand fra en vandpyt, et hult træ eller en tagrende. Over de kommende uger følger eleverne hvordan der sker en vækst af liv i glasset og undersøger det nærmere under lup. Klassen har en fælles kontrolprøve, hvor der ikke er tilsat vand udefra og kan på den måde observere at der ikke er mikroorganismer i kontrollen. Det er en motiverende og engagerende måde at arbejde med dele af



### 10 tematpakker i alt – fire ligger klar til brug

Den nyeste forskning er omdrejningspunktet i fire tematpakker, hvor film og temamagasiner præsenterer forskningen, mens inspirationskataloger understøtter den konkrete undervisning på forskellige klassetrin. Du kan finde alle inspirationsmaterialer om ny forskning på [emu.dk](https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien)

undersøgelseskompetenen allerede i indskoling.

Elevstyreundersøgelser kan være med til at motivere eleverne i naturfagene. I inspirationskataloget til 8. klasse er der lagt op til netop sådan en undersøgelse. Eleverne får stillet forskellige typer animalsk fedt til rådighed sammen med mikroskoper. Hvis de tidligere har set på andre dyreceller i mikroskoper vil de have et forhåndskendskab til hvordan de kan gribe opgaven an. Eleverne får mulighed for at danne hypoteser, designe deres egne undersøgelser og efterprøve dem. Her er lærerens rolle i højere grad at vejlede eleverne i deres arbejde og slippe tøjljerne lidt. Det kan være en udfordring ikke blot

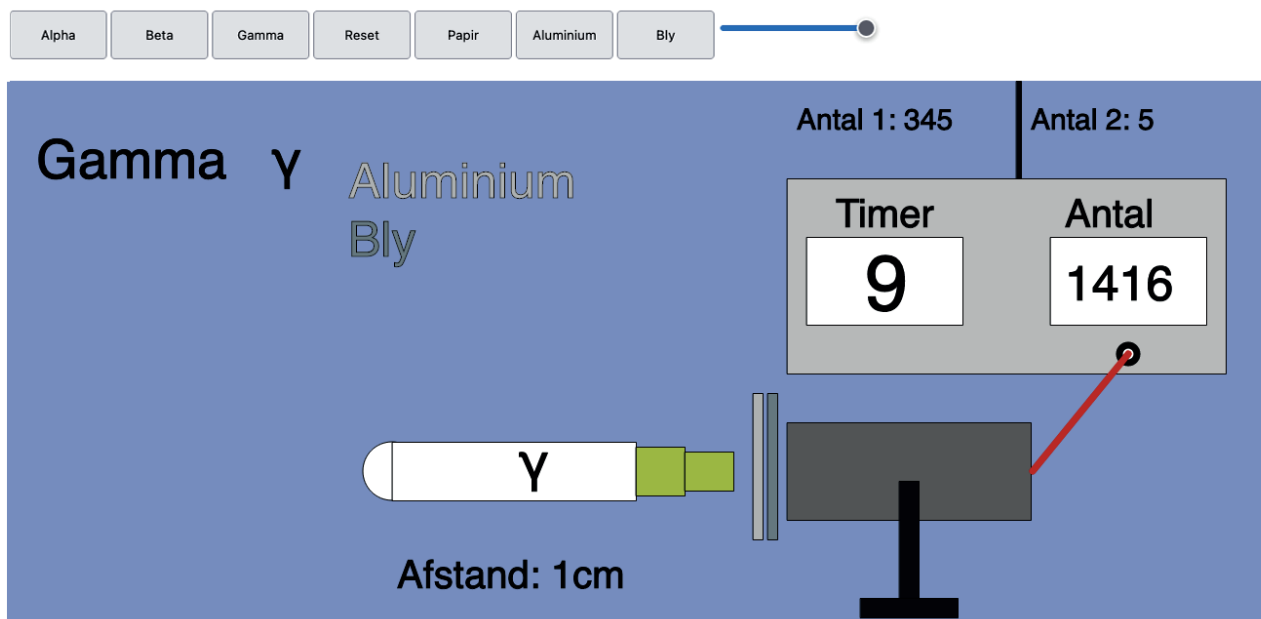
at give eleverne en færdig køreplan, for at sikre succes med undersøgelsen. Nogle elever vil have svært ved selv at finde på noget mens andre bare hopper ud i det. I materialerne er der gode råd til stilladsring af eleverne i deres undersøgelser. I de elevstyrede undersøgelser er det en succes at fejle, for så kan de lære af det.

Selv om temaet for de fleste vil virke biologifagligt taler undersøgelserne i inspirationsmaterialerne ind i fællesfaglige problemstillinger. Sagen er den, at uden teknologi-udviklingen, især i de sidste 30 år, havde Susanne Mandrup og hendes kollegaer ikke kunne opdage de

banebrydende opdagelser som de gør lige nu. I temamagasinet foldes teknologiens betydning for forskningen i DNA ud i en tidslinje. Susanne Mandrup fortæller også om hvordan de er afhængige af, at der udvikles nye teknologier hele tiden, så de kan komme endnu tættere på livets kode.

Globalt og lokalt er der problemstillinger at se ind i når der arbejdes med fedtceller og gener. Og jordens udvikling spiller en afgørende rolle i variationer og mutationer i livets kode. I alle seks inspirationskataloger er der cases og forslag til, hvilke problemstillinger der kan arbejdes med for at gøre temaet autentisk for eleverne. 🌱

# RADIOAKTIVITET FOR DE MINDRE KLASSER



Screenshot af simuleringsprogrammet, der gratis kan hentes på linket på næste side.

*Radioaktivitet og ioniserende stråling er fyldt med læringspotentiale gennem alt fra henfald til halveringstid og energiproduktion. Alligevel er det et emne man først tager grundigt fat på i 9. klasse! Det skyldes både sikkerhed og at det kan være et temmelig abstrakt emne. Men skal dette spændende emne fortsat kun være noget man først kigger på i det allersidste år af sin grundskolegang? Sådan behøver det ikke at være, hvis man f.eks. kobler det med noget programmering.*

Jeg arbejder på en lille skole med 42 elever, hvoraf de fleste går i indskoling eller tidligt mellemtrin. Udfordringen kom da jeg skulle undervise i radioaktivitet, som er en essentiel del af 9. Klasse pensum. På min skole har vi ikke det store budget, så derfor har jeg altid været nød til at improvisere i min naturfagsundervisning når det kom til brug af materialer. Jeg kunne ikke rigtig retfærdiggøre at købe dyre risøtkilder og dyre geigermüllerrør. Til gengæld fandt jeg et spændende Arduino-geigermüllerrør som

kostede en brøkdel af hvad man eller kan finde på hjemmesider der leverer til skoler.

Arduino er en microcontroller, som tillader at styre diverse elektroniske kredsløb ved at lave nogle små programmer. Noget som jeg ofte bruger med mine elever.

Nu kunne vi måle baggrundsstråling! Derudover var det fed mulighed for at lære at kode, for selv at kunne indstille geigermüllerrørets tællemekanisme. Vi manglede bare nogle kilder at måle på.

Man kan godt finde interessante kilder rundt omkring; granit fra Bornholm eller gamle røgalarmere der indeholder americium-241. Dog valgte jeg af sikkerhedsgrunde at mine elever ikke skulle arbejde med disse stoffer. Det skal desuden siges at røgalarmere ikke må skilles ad. Jeg satte mig derfor ned og lavede mit eget program der simulerede en af de mest klassiske forsøgsopstillinger man kan lave med radioaktivitet i 9. Klasse.

Nu skulle programmet bestå sin ilddåb. Jeg tog fat i mine elever på alle klassetrin og sagde, at dem der

havde lyst kunne få lov til at lave noget man normalt først får lov til i 9. Klasse.

Straks havde jeg en gruppe af børn i alle aldersgrupper. Min næste opgave lå nu i at differentiere opgaverne så alle kunne være med.

Overordnet endte der med at blive 3 niveauer:

- Niveau 1 (Undersøg):

Leg med programmet og undersøg hvad de forskellige kilder gør med de forskellige materialer

- Niveau 2 (Modellér):

Samme grundlag som niveau 1 og derefter lav et skema over hvordan de forskellige kilder bliver blokeret af forskellige materialer. Tæl udslag i intervaller af 10 sekunder.

- Niveau 3 (Perspektivér):

Samme grundlag som niveau 2 og derefter undersøg hvilke praktiske anvendelser der findes for de forskellige kilder.

Til slut skulle eleverne hver især kort præsentere deres undersøgelser og fund (Kommunikér).

Undervisningen var en stor succes, og jeg fandt ud af at elever selv i helt små klasse fik et kæmpe udbyt-

Om forfatteren



Stefan Emil Lemser Eychenne,

Den Dansk-Franske Skole

Udslag	Alfa	Beta	Gamma
Ingenting			
Papir			
Aluminium			
Bly			

*Dataskema børnene kunne vælge at udfylde*

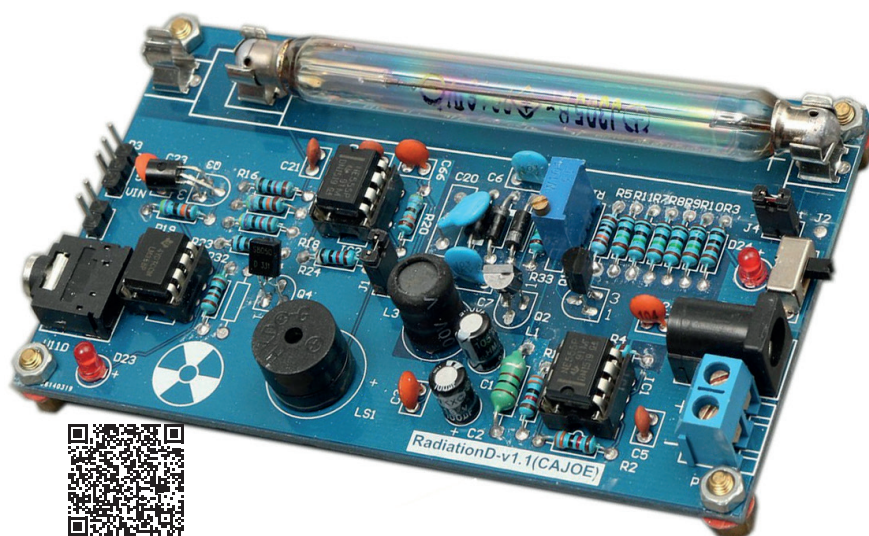
Programmet kan downloades og er til fri afbenyttelse, det kan også bruges direkte på QR-linket her:



te af dette emne, og motivationen var i top da radioaktivitet nærmest har en mytologisk standing hos børn.

**Deling under COVID lockdown**  
Simulationen kom også til gode under nedlukningen af skolerne pga. COVID-19.

til forbedring af mit program, bl.a. at kunne justere tykkelse på de forskellige materialer. Det må komme når jeg har mere tid på hånden.



**Potentialet i at kunne kode**  
Jeg vil runde af ved at gentage hvad jeg har sagt i tidligere artikler: at kunne kode er en superkraft! Jeg følte selv en enorm tilfredsstillelse af at lave denne simulation og bruge den til at begejstre mine elever og integrere ny undervisning i mit klasselokale

Det har længe været sagt, at matematik er sproget man skal kunne for at snakke med naturen. Kodning er sproget der tager denne forståelse til det næste niveau.

Nogle elever helt ned til 2. klasse fik faktisk produceret flotte skemaer med overblik over kilder og materialer. Statistik og data gav pludselig god mening for børnene her!

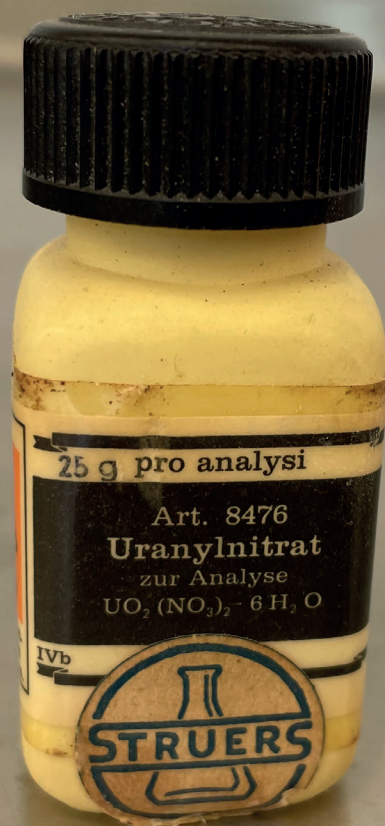
Her stod mange lærere og elever med problemet i at fuldføre pensum, i forhold til radioaktivitet, og tage i laboratorie var jo ikke en mulighed.

Det er vigtigt at vi som naturfagslærere anerkender vigtigheden i at kunne kode.

Alt i alt kan radioaktivitet sagtens have sin plads i undervisningen, selv i indskolingen.

Jeg valgt at dele mit program i flere forum for naturfagslærere, med god respons. Jeg fik endda interessant feedback

Kodning er efterhånden til stede i alle felter ude i verden og ikke mindst i naturfag og vi skylder vores elever at kunne begå sig i denne fremtidige verden styret af kode. 🤖



## Bortskaffelse af Radioaktivt Materiale

*I fysiklokalerne på skolerne landet over, findes der mange spændende kemikalier. Langt størstedelen af dem er lovlige at have på en skole, men så er der også de andre, som slet ikke må anvendes eller være på skolen. Kemikalierne er differentieret i kategorier, hvor læreren må bruge nogle og elever andre. Nogle kan blive godkendt til elevbrug ved lavere opløsning.*

I kemikalieskabe og metalskabe med radioaktive kilder, forefindes ofte kemikalier, som ikke længere er lovlige at have på en skole. Ofte er de blevet ulovlige idet de er giftige og/eller kræftfremkaldende. Det er desværre ikke unormalt at finde kviksølv, råolie, blypulver og æter blandt kemikalierne, ligesom der også findes kemikalier, som kræver polititilladelse for at kunne købe og opbevare med nuværende lovgivning.

I det radioaktive skab har lovgivningen ofte overhalet indholdet. Listen over radioaktive kilder, som en skole må ligge inde med, er forholdsvis kort, men indeholder bl.a. de klassiske Risø elevsæt. Har man gamle klenodier i skabet er

det sandsynligt, at de ikke er på listen. Af eksempler kan nævnes gamle generatorer, Uranyl nitrat og kilder fra adskilte røgdetektorer, som ikke må være til stede.

En ting er, at få styr på indholdet i sine skabe, den vej er kringlet og ikke mindst tidskrævende, da lovgivningen er hård, når det gælder børns sikkerhed. Lige så hård og stringent er den, når det kommer til bortskaffelse af de kemikalier, som man ikke må have. Al transport af kemikalier går ind under reglerne for transport af farligt gods. Det vil igen sige at det skal pakkes ned på forsvarligvis vis, og i henhold til lovgivning herfor, og af en person med et gyldigt ADR-bevis. Transporten skal foregå i et årligt synet ADR godkendt køretøj som opfylder sikkerhedskrav. Chaufføren skal have et gyldigt ADR-bevis, og bl.a. medbringe transportdokumenter med korrekt fare betegnelse for kemikalierne.

Kemikalierne bliver så kørt til korrekt bortskaffelse, langt det meste bliver brændt i den tønde det er nedpakket i. Resten bliver håndteret manuelt.

En fysiklærer eller for den sags skyld serviceleder, er således ikke den rette person til at varetage

opgaven med at bortskaffe farlige kemikalier, og ydermere kræves et godkendt køretøj.

### *Radioaktive kilder*

Ved bortskaffelse af de radioaktive kilder finders der kun én modtager, og hos denne skal man være oprettet og ansøge om at kunne få lov at sende den specifikke kilde til bortskaffelse. Ydermere træder ADR (ADR er Den Europæiske Konvention om International Transport af Farligt Gods ad Vej) regler igen i spil når kilden skal transporteres. De førnævnte regler vedr. køretøj og chauffør, gælder også ved radioaktive kilder, om end der her blot er endnu større krav til uddannelse og godkendelser. Således betyder også, at en fysiklærer eller serviceleder ikke selv kan bortskaffe disse.

Så hvad gør man når man finder noget i skabene der ikke må være der?

Et alternativt er at kontakte Fagtek, som allerede har sat sig ind i reglerne, er uddannet og entret med de nødvendige godkendte transportører og aftagere af kemikalier samt radioaktive kilder. Læs mere om vores service på [www.fagtek.dk](http://www.fagtek.dk)

Om forfatteren



Johnny Knude,

Projekt og Procesleder,  
FagTek





## ER DIT FYSIK- OG KEMILOKALE LOVLIGT TIL UNDERVISNING?



Få sikkerhed og ro i maven med Fagtekst 360°servicetjek.  
Læs mere på [www.fagtek.dk](http://www.fagtek.dk)



# Omvendt Osmose på Christiansø

*Et ofte valgt fællesfagligt fokusområde, er 'Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer'. Fokusområdet er tilstrækkeligt bredt til, at både fagligt stærke og svage elever kan fordybe sig, og det er muligt at lave både lukkede og åbne undersøgelser.*

Om forfatteren



Stefan Holm  
Næstformand i  
DFKF

Christiansø Skole

Både som censor og eksaminator har jeg ofte set problemstillinger, der kredser om beskyttelse af grundvandsressourcer og undersøgelser af nedbør kontra udvinding. Som

perspektivering fokuserer eleverne ofte på andre kilder til drikkevand end grundvand, som oftest nævnes overfladevand og destilleret havvand.

Vi er i Danmark utroligt privilegerede, at næsten al vores vandforsyning er indvundet grundvand. Men læg mærke til, at der kun står 'næsten'. Så hvor i landet består vandet i haven ikke af indvundet grundvand?

Svaret er Danmarks østligste øgruppe, Ertholmene, hvor de to beboede øer Christiansø og Frederiksø forsy-

nes med cirka 90% afsaltet havvand og kun 10% grundvand. Og det er i øvrigt ganske nyt.

Indtil for ganske få år siden, blev beboerne på øerne udlukkende forsynet med rensat overfladevand fra de to øers mange damme. Vandet var brunligt og havde en duft af det tilsatte klor, men smagte efter sigende udmærket. Artiklen 'Overfladevand som drikkevand' på [www.vandetsvej.dk](http://www.vandetsvej.dk), har af en fin gennemgang af, hvordan man på Christiansø stadig renser overfladevand. Men artiklen er ikke længere aktuel.



Når man som turist eller skoleelev på endagsudflugt under lejrskoleopholdet på Bornholm står af båden på Christiansø, lægger man formentligt ikke mærke til det anonymt udseende skur på havnen. Men bag den aflåste trædør findes noget, der i Danmark er en sjældenhed. Næmlig et omvendt osmoseanlæg.

Læser man artiklen 'Havvand som drikkevand' på [www.vandetsvej.dk](http://www.vandetsvej.dk), nævnes Maldiverne og Seychellerne som eksempler på, hvor i verden man benytter omvendt osmose. Men det finder altså også sted ude i Øster-

søen, hvor døren til anlægget er blevet åbnet for DFKFs læsere.

Allerede i 1980'erne undersøgte man muligheden for, at afsalte Østersøens vand, men på det tidspunkt var teknologien alt for bekostelig. Da man samtidigt frygtede udbrud af alger i Østersøen skrinlagde man projektet og genoptog det ikke før slutningen af 00'erne i forbindelse med opdagelsen af et grundvandsmagasin i 50-60 meters dybde.

Det omvendte osmoseanlæg på Christiansø blev taget i brug i efteråret

2011, og leverer rundt regnet 5500 m<sup>3</sup> rent vand til øernes beboere og turister om året. Vandet hentes af en anordning i havnen med kæle-navnet 'ubåden' hvorfra der løber en slange 245 meter nord for osmoseanlæggets placering, til et sted hvor havbunden falder til 30 meters dybde og hvor der konstant er strøm. Inde i osmoseanlægget filtreres vandet to gange, før det når til osmosemembranen. Membranerne er den dyreste enkelt del i hele anlægget, og for at optimere deres levetid, forsøger man at filtrere vandet så meget som muligt inden selve den omvendte osmose.



*Udsnit af Christiansøs omvendte osmoseanlæg. Bag trykpumpen skimtes to vandrette hvide cylindere, der indeholder de omvendte osmosemembraner som saltvandet under højt tryk presses igennem.*



*Christiansøs omvendte osmoseanlæg set fra indgangen til anlægget. Mod bagvæggen skimtes to blå sedimentfiltre. Den blå tank til venstre indeholder akdolitpiller.*



*Tårndammen ved Lille Tårn på Frederiksholm, hvorfra man tidligere hentede overfladevand. Selv om vandet blev renset før det nåede til vandhanerne, havde det en markant grønbrun farve.*

Det første filter er et sandfilter, hvor alger og større partikler sorteres fra. Det næste filter er et såkaldt 20-micronfilter, der fjerner mindre partikler.

Havet omkring Ertholmene er brakvand med en salinitet på ca. 9‰ og derfor ikke den store udfordring for osmosemembranen.

Til gengæld har vandet for høj pH-værdi til at membranen kan fungere effektivt, hvorfor der lige inden osmosemembranen tilføres saltsyre. Tilførslen af saltsyre styres af en computer, og vandets pH sænkes til 5,8.

Brakvandet sættes nu under tryk, og presses gennem den omvendte osmosemembran der består af mange lag meget tynd polymerfilm viklet omkring et rør. Den tynde film er perforeret af huller på ca. en titusindedel  $\mu$  ( $0,0001 \mu$ ), hvilket er så småt, at kun vandmolekyler kan trænge igennem. Og selv om der er mange af disse huller, kræver det et tryk på 17 bar at presse vandet igennem.

I modsætning til normale filtre, hvor de frasorterede partikler aflejres og forbliver i filteret, har den omvendte osmosemembran to udgange. En hvor det rene, filtrerede vand kommer ud og bliver sendt videre i systemet, og en udgang hvor returvand med de uønskede partikler bliver ledt tilbage til havet.

Det filtrerede vand er så rent når det kommer ud af osmosemembranen, at det er giftigt at drikke. Helt rent vand vil hurtigt skubbe til saltbalancen inde i kroppen, og trække vigtige stoffer ud af cellerne. Derfor tilsættes kalk i form af såkaldte akdolitpiller i en tank, hvilket gør vandet drikkeligt og hæver pH'en til omkring 7,5 - 8,5.

Christiansø tilsætter omkring 50 kg kalk til vandet om året, hvilket giver en hårdhed på ca. 2 °dH.

Dette virker kontraintuitivt, da man alle andre steder i landet gør hvad man kan for at fjerne kalk fra vandet.

Herefter strålebehandles vandet med kraftigt UV lys som det aller sidste inden vandet forlader anlægget. Strålebehandlingen slår eventuelle bakterier ihjel.

Efter den beskrevne proces, er vandet af en kvalitet der er god nok til vandhanerne, men på Christiansø er der endnu et trin tilbage, før man får lov at smage.

Vandet pumpes fra det omvendte osmoseanlæg op til en af øens højeste beliggende bygninger, der huser et vandværk. Her blandes osmosevandet med øens grundvand i fire tanke, der hver kan rumme 6 m<sup>3</sup> vand. Vandet i tankene er under konstant cirkulation, og blandingen er cirka 10% grundvand til 90% afsaltet havvand. Grundvandet er ikke nødvendigvis for vandforsyningen på Christiansø, men tilsættes hovedsageligt for smagens skyld.

Og vandet på Christiansø smager lige så godt, som alle andre steder i landet. ☺

# SCIENCE MUSEERNE

## SANSELIGE OPLEVELSER OG NYT SYN PÅ NATURVIDENSKAB

Aktuelle læringsforløb til din fysik/kemi undervisning:

- "Stråling, kernekraft og radioaktivitet" – om opdagelser, anvendelse og dilemmaer
- "Lyset fra stjernerne" – oplevelser i planetariet og med astronomernes arbejdsmetoder

**SAMFUND**

**TEKNOLOGI**

**NATURVIDENSKAB**

Læs mere og book et spændende formidlingsforløb  
på [sciencemuseerne.dk](http://sciencemuseerne.dk) eller telefon 8715 5415

@sciencemuseerne på Twitter og Instagram  
facebook/botaniskhaveaarhus  
facebook/stenomuseet  
facebook/oleromerobs

**SCIENCE**  
**MUSEERNE**  
AARHUS UNIVERSITET

# Interview



**Den 1. oktober 2021 indviede Espergærde Gymnasium og HF deres nye N-fløj, som er en større bygning til de naturvidenskabelige fag. Bygningen er på 770 m<sup>2</sup> og huser alle naturfag. Inde i bygningen finder man kunstværket 'Verden består af begivenheder, ikke af ting' af kunstneren Karin Lind. I forbindelse med dette værk, har vi fanget Karin på en telefon, for at stille et par spørgsmål:**

**Du har skåret en naturhistorisk samling i stykker for at lave kunst. Hvad bilder du dig ind?**

Ja, det er et godt spørgsmål, og et godt sted at starte. Jeg har fået til opgave at lave kunst til en naturvidenskabelig tilbygning til et gymnasium. Og jeg laver kunst, ikke naturvidenskab og derfor var jeg nødt til at angribe det fra min vinkel.

Der kan jo godt være sammenfald, og jeg tænkte at jeg måtte tage udgangspunkt i en lidt større skala. Jeg havde lyst til at arbejde med

forskydning og en eller anden form for brydning. Og dér kom en skæring ind, og den kom altså også til at ramme nogle mindre objekter fra deres naturvidenskabelige samling.

Jeg startede med at få fat i arkitekturen, og det blev til et snit ned gennem væggen og ned igennem tiden, for det ramte også et ur. Det går videre over i en bænk, der også bliver ramt af forskydninger, og så skulle objekterne også en tur igennem den maskine. Hele mit værk handler om at se

nogle større mønstre, frem for at fokusere på selve tingen. At motivet i værket er forandring.

**På væggen ved siden af snittet og uret hænger fire rammer, hvor det i midten ser ud til at indeholde søpindsvin...**

Jeg tænkte at der skulle være repræsenteret noget fra et bredere spektrum af naturvidenskaben, så i en af rammerne er nogle kemiobjekter, buretter og kolber og der er skåret et snit ned gennem disse glasobjekter så målene

Interviewet af



Stefan Holm  
Næstformand i  
DFKF

Christiansø Skole

# Karin Lind

bliver forskudt og sat på spidsen af hinanden. Der er også en ramme med søpindsvin som du nævner, som repræsenterer havet, og så er der nogle sommerfugle der normalt flyver rundt i luften. Og så er der nogle sten, der repræsenterer geologien. Jeg tænker det skulle være nogle objekter, der skulle kunne favne lidt bredt. Men jeg har fået dem til at have noget sammenhæng, ved at de snit de har følger den samme bevægelse. Der ligger et centrum et sted, hvorfra snittene bliver fordelt. Men her er centrum ikke i centrum, for centrum har det med at blive lidt statisk. Det er de reaktioner der kommer i periferien, der er mere interessante at kigge på.

*Det er en geometrisk form du har arbejdet med ofte, nemlig cirklen. Hvad er forholdet til matematikken i din kunst?*

Matematikken er jo et vildt abstrakt fænomen, som jeg har brug for hele tiden for at skabe nogle rammer jeg kan arbejde med, og bryde lidt ned. Jeg er systematiker og bruger en logisk tankegang til at komme ud på den anden side af logikken. Så jeg bruger matematikken som ramme til at kunne spille bolden op ad. Jeg er meget fascineret af matematikken, og har brug for tallene og systematikken for at se hvad der sker af mønsterdannelser.

*Hvilke tværfaglige muligheder ser du mellem billedkunst, som du repræsenterer, og naturvidenskab?*

Jeg syntes teoretisk fysik er drønspændende, selv om jeg nogle gange kun forstår en flig af



“Verden består af begivenheder, ikke af ting”

Karin Lind, 2021

naturvidenskabelig tilbygning, Espergærde Gymnasium og HF

Værket består af

et diagonalt snit i en listevæg

et forskudt ur

en 7m lang bænk, stål og egelister, med forskydning i lamellerne  
4 boksrammer, eg, med bearbejdede objekter fra naturvidenskabelig samling, EG

Værket er finansieret af Espergærde Gymnasium & HF og Statens Kunstfond.

det jeg læser. Men det er bevidsthedsudvidende, og beskæftiger sig ofte med områder der ligger ud over hvad man kan måle og veje. Det er noget med, at prøve at forestille sig, og sende nogle tanker ud nogle steder, hvor man ikke helt har begreb om tingene, men måske har nogle fornemmelser om noget. Og der synes jeg der er nogle åndsfællesskaber i at prøve at finde sammenhænge, som måske og måske ikke er der. Men den der trang til at lede efter

nogle andre svar og andre sammenhænge end vanetænkning. Det syntes jeg absolut er nogle fællespunkter. Jeg kan ihvertfald godt kaste mig ud i noget naturvidenskabelig læsning, og blive høj af at være i ukendt terræn, som den ene kan komme med et svar på så vel som den anden, indtil en tredje kommer ind og måske har en teori, man er enige om holder bedre. I naturvidenskab arbejder man med evidens, og det gør man ikke i kunst. Kunsten bevæger sig

i andre områder af den menneskelige erkendelse, og rammer vores sanser og ubevidsthed på nogle planer, der ikke kan forklares med fornuft og intentioner. Et godt kunstværk åbner verden op med uventede spørgsmål, det giver sjældent svar. Der har man nogle andre måder, at finde en slags sandheder. Vi står alle sammen som mennesker og undrer os over fænomener. Det er en kæmpe fælles ting, syntes jeg. Værkets titel er i øvrigt et citat af den teoretiske fysiker Carlo Rovelli.

#### *Hvordan har naturfagsunderviserne taget imod dit kunstværk?*

Godt! Men til det skal også siges, at der er en billedkunstlærer på stedet, som har startet det hele op. Og hun har været så forudseende, at hun for lang tid siden tog fat i både en gruppe af elever og faglærere. Og de har været med helt fra starten, så det er blevet kommunikeret rigtig godt ud.

Og jeg har på et tidligt tidspunkt meldt ud, hvad det var jeg gjorde af overvejelser, og jeg har præsenteret mine færdige ideer, så de vidste hvad der var på færde. Og så har jeg været i dialog med dem, for at plukke i deres samling, og få lov til at arbejde med nogle objekter. Det har været en god måde at arbejde på.

#### *Hvordan har eleverne reageret?*

Det er jo forholdsvist nyt, så eleverne skal lige vænne sig til, at man godt må sidde på en skulptur. Og jeg ved at nogle af lærerne har nævnt matematikken i bænken, men om de har brugt det direkte i deres undervisning, ved jeg ikke. Uret er det, der har været flest umiddelbare reaktioner på. Der er nogle, der nærmest har fået kvalme over at kigge på det, og prøve at regne ud, hvordan det stadig kan vise den rigtige tid, når der er den der forskydning. Jeg syntes det var vigtigt, at det var genken-

deligt, det jeg puttede ind. Uret, bænken som det helt hverdags genkendelige, og så de her objekter. Ved første læsning, er det let at se, at det er en naturvidenskabelig samling i nogle rammer. Og så skal man lige træde et skridt nærmere, for at se nogle andre lag. Det har jeg også observeret elever gøre. Altså gå forbi og genkende, for så at stoppe op og kigge nærmere, fordi der var et eller andet mærkeligt.

Da jeg hængte uret op, var der en del elever der spurgte, om jeg godt var klar over, at det var i stykker. Og det var jeg klar over, men det var en sød måde at sige det på.

Jeg tænkte, at det er en mærkelig tid vi lever i. Ikke at den ikke altid har været det. Det er som om, at der sker rigtigt meget lige nu. Der er meget, der er i forandring. At der ikke rigtigt er noget der er forudsigeligt eller står stille, var en uro jeg måtte have med i værket. ☹

## **Blå Bog: Karin Lind**

*Karin Lind er født på Als i 1969, uddannet fra Det fynske kunstakademi og bor og arbejder i Græsted, Nordsjælland.*

*Hun har udført flere opgaver i det offentlige rum, udstiller nationalt og internationalt, senest på Sophienholm Kunsthall, West Projects, Australien og Nordkystens Kunsttriennale.*

*Hun har modtaget præmiering og arbejdslegater fra Statens Kunstfond og større hæderslegater, bl.a. Niels Wessel Bagges Kunstlegat i 2020.*

*Karin Lind arbejder med skulpturen i et udvidet felt, ofte med udgangspunkt i et specifikt sted. Med matematiske, minimale greb, skaber hun rumlige sammenhænge, der forskyder det velkendte og stiller universelle og eksistentielle spørgsmål.*

*Hendes værker spænder fra tegninger, fotografi og objekter til installationer i arkitektonisk skala.*





# LabQuest 3

## Digital dataopsamling i alle naturfagene



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



- NU MED TOUCH SCREEN - højtopløselig farveskærm!
- Dataopsamling via USB, Wi-Fi eller Bluetooth - tilslut ud til 10 sensorer samtidigt
- Brug den med iPad, iPhone, Android, PC og Mac og del med 5 eller flere elever - *kan også bruges i felten!*
- Tilslut over 90 forskellige kablede Vernier-sensorer og mere end 50 trådløse, som kan tilsluttes via Bluetooth Smart eller direkte via USB-kabel - og alle sensorer er med AutoID
- Indbygget GPS og mikrofonsensor
- Indbygget periodisk system, **dansk software** og gratis opdatering. 5 års garanti!
- Fungerer også som alm. måleinstrument med tilslutning af sensor

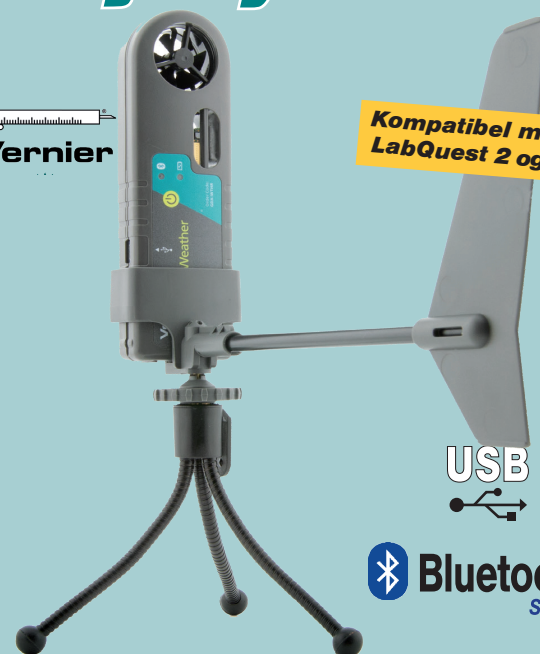
Best.nr. LABQUEST3

**INTRODUKTIONSPRIS kr. 3.350,-**

# Go Direct™ Vejrsystem



Kompatibel med  
LabQuest 2 og 3



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

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

GoDirect vejrsystem måler:

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

Anbefales montering på tripod (ikke inkluderet)

Best.nr. GDX-WTVA

**BESTSELLERPRIS kr. 1.600,-**

**Vi har mere end 50 trådløse Go Direct™ sensorer, f.eks:**



**GoDirect GM-sensor**

Måler alpha, beta, gamma og røntgen-stråling.  
Med lyd-indikator (kan slås fra) samt LED-indikator

Best.nr. GDX-RAD

**GO DIRECT PRIS kr. 2.250,-**

Trådløs sensor



Download vor  
Vernier prislister 2021  
på [www.skolebutik.dk](http://www.skolebutik.dk)



Alle priser er excl. moms og gældende indtil andet angives

**skolebutik.dk**

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

Godkendt af  
e-handelsfonden



# Naturfagsdilemmaer

## - en skriveløs naturfagslektie

*Min inspiration til dette materiale kommer fra to kilder. Den første er Colin Foster mf. fra England, som stiller spørgsmålstejn ved brugbarheden af, at alle lektier er skriftlige. Han mener det bremser de faglig svage elever. Den anden kilde er sangen "Spørge Jørgen", som egentlig er dybt tragisk. Hvor ville den være meget bedre, hvis den opfordrer børn til at stille spørgsmålene og give drengen ros frem for ris.*

Kender du ikke det at man godt ved at de lektier man har givet eleverne for, egentlig ikke hjælper eleverne i deres naturfagsvidenskabelige kompetencer? Måske er lektien kedelig. Eller måske er den ikke differentieret til elevens niveau, og egentlig "bare" er et arbejdsark der er lavet til at blive udfyldt frem for at støtte eleven i sin læringsproces. Det kan være svært for eleverne enten at læse opgaven, eller også bruger de rigtig lang tid på at få skrevet det ned, som de har tænkt.

Ikke kun eleverne kan blive frustreret over hjemmearbejdet. Lærerne kan også føle det frustrerende at ikke alle får afleveret, da det ofte er dem som ikke afleverer, som har svært ved det faglige. Det kan også være frustrerende for forældrene at hjælpe deres børn med at forstå opgaverne, eller måske føle at de ikke selv ved tilstrækkeligt for at kunne svare på spørgsmålet, og derfor fravælger at hjælpe deres børn med opgaverne.

Artiklen her er lavet med den tanke at indskolings- og mellemtrinselevers hjemmearbejde er en samtale diskussion, som tager udgangspunkt i børnenes forestilling om verden,

som sammen med forældrenes, søskende, idrætstræneren eller andres erfaringer vil give mange naturfaglige bud på løsningen af opgaven.

Artiklen er lavet som et supplement til undervisningen, som kan hjælpe til med at få eleverne til at tænke ud af boksen. Og inddrage forældrene positivt i lektielæsningen.

Temaerne er bygget op om forenkede fællesmål for natur og teknologi efter klassetrin, og timeløse fag. Men brug spørgsmålene som I finder det bedst. Der er lavet nogle underoverskrifter, som med fordel kan bruges når man har med specifikke emner at gøre, men igen, brug materialet som passer bedst til jer.

***"Kender du ikke det at man godt ved at de lektier man har givet eleverne for, egentlig ikke hjælper eleverne i deres naturfagsvidenskabelige kompetencer?"***

***Obygningen af kopisiderne***  
Først står der et dilemma som eleverne skal forholde sig til. Der vil under dilemmaet være en tegning, som man enten kan bruge som inspirationskilde eller ignorere. Under billedet er der plads til, at man som lærer kan tilføje note(r), som forældrene kan forholde sig til, eller få hjælp til at starte snakken. Det kan f.eks. være "I denne uge er der fokus på at bruge følgende fagbegreb(er)", "Hvad ville der ske hvis det foregik på månen?", "Hvad hvis det var en anden ting, land mm.", "Prøv at spørge dit barn ind til det forsøg de lavede i dag", "kan

de bruge den viden til at snakke om spørgsmålet" eller "God påske".

Der er ikke lavet en facitliste til spørgsmålene, da det gerne skulle lede op til en naturfaglig diskussion, som kan bringe mange forskellige dilemmaer og spørgsmål i spil.

### ***Evaluering af lektierne***

Det er vigtigt at evaluering af hjemmearbejdet foregår som en klasse-diskussion, hvor der kan komme flere interessante spørgsmål i spil, når eleverne genfortæller det, de er kommet frem til. Det kan også foregå som løbende evaluering, med de elever som ikke får sagt det de gerne vil i undervisningen.

Eksempler på udvikling inden for kompetenceområde Teknologi og Ressourcer:

#### ***1.-2. Klasse***

Materialer: Hvordan klistrer tape?  
Teknologi: Hvad er tid?  
Hygiejne: Hvorfor skal vi tørre os, når vi har været på toilettet?

#### ***3.-4. Klasse***

Affald: Hvorfor må man ikke smide batterier i metalaffald?  
Elektricitet: Hvad ville du gøre hvis du så en el-ledning ligge i vand?  
Materialer: Hvorfor er fyrværkeri ikke pænt om dagen?

#### ***5.-6. Klasse***

Ændringer: Kan man lave et ristet toastbrød om til et ikke ristet toastbrød?  
Materialer: Hvilken naturressource synes du at vi helst skal undgå at bruge op?  
Energi: Hvilken energitype er bedst at bruge der hvor du bor? 🌱

Om forfatteren



Emil Sølyst Hjerl

Modtager af HC Ørstedmedaljen 2021  
Årets grundskolelærer 2018

Gribskolen

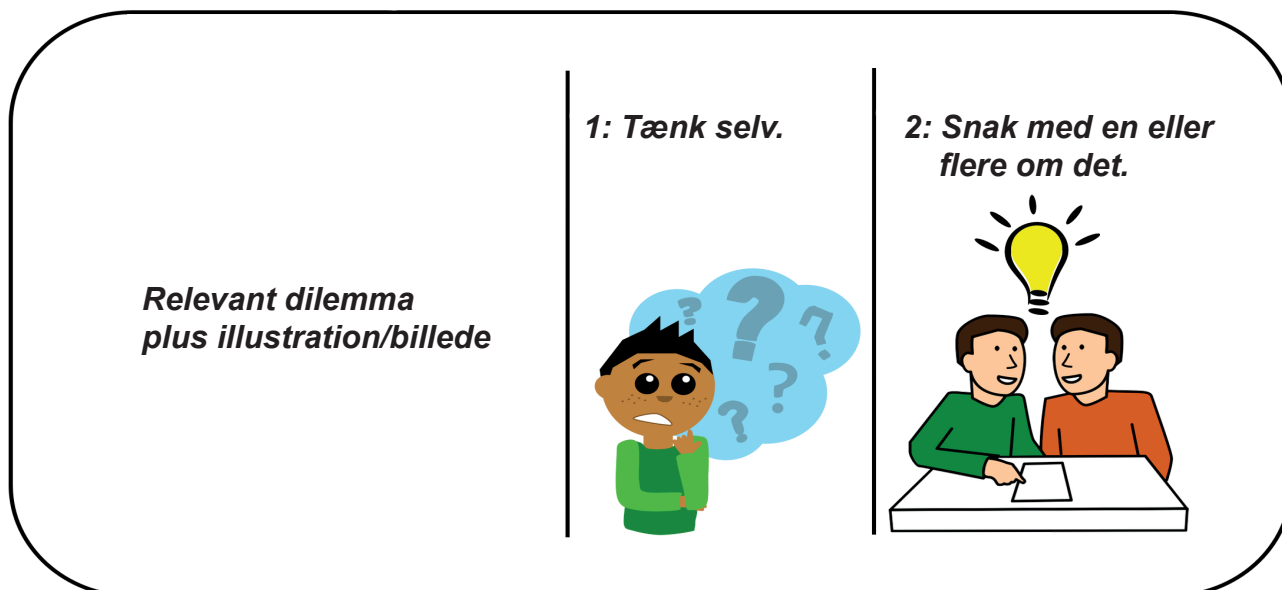
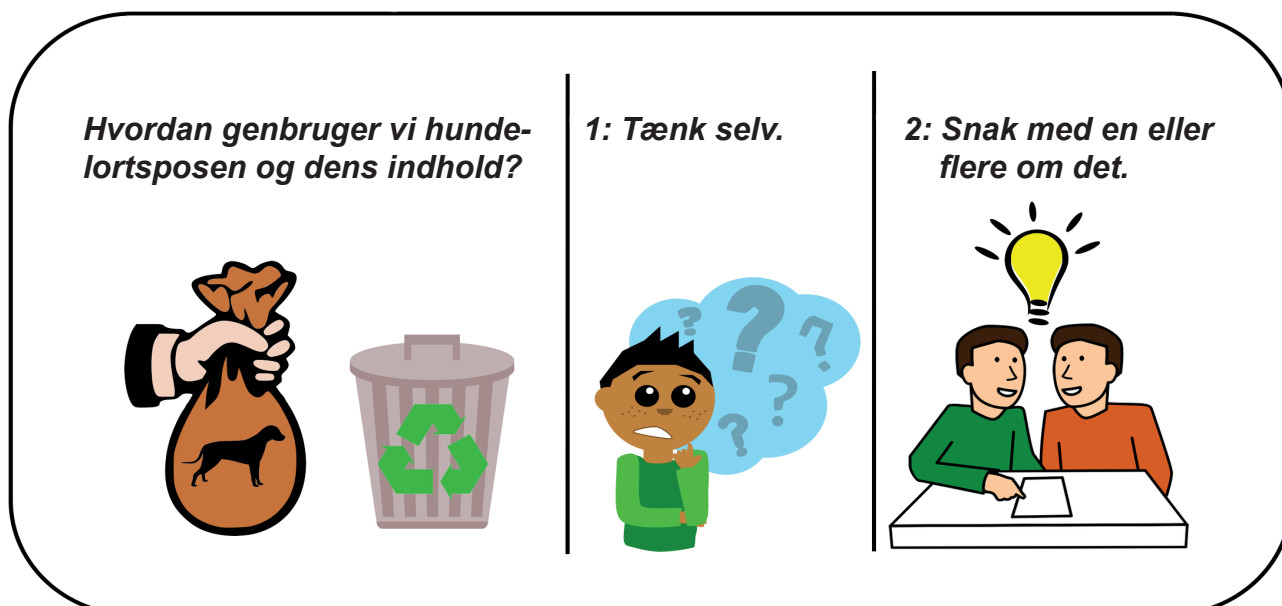
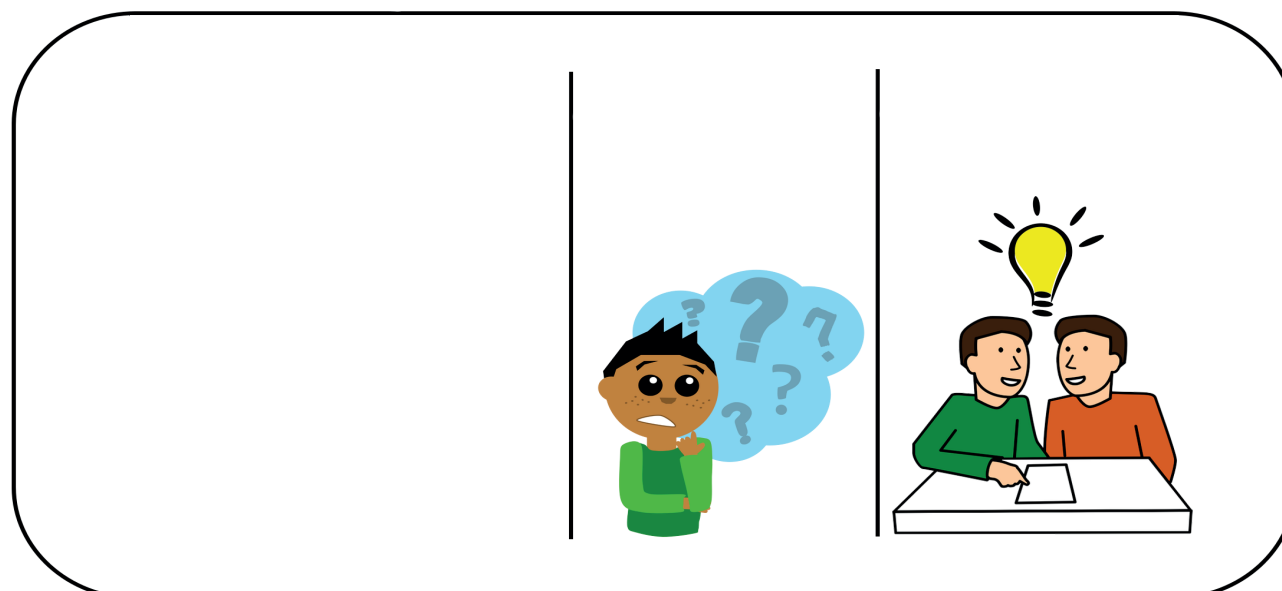


Illustration af dilemmakortets opbygning



Eksempel på dilemmakort



Tom template til egne dilemmaer

# Vidensbaseret matematikundervisning 1

Af Adrian Rau Bull og Torben Blankholm

## Inspiration til at organisere og gennemføre den konkrete matematikundervisning

Netop udkommet!

**Vidensbaseret matematikundervisning 1** præsenterer i et praksisnært sprog viden om, hvordan forskning i matematikundervisning og teorier om matematikundervisning kan bidrage til konkret undervisning i matematik.

**Bogen indeholder seks undervisningsforløb, der henvender sig til udskolingen og er baseret på disse teorier:**

- David Tall og Shlomo Vinnars teori om elevers udvikling af matematiske begreber
- Guy Brousseaus teori om fundamentale situationer
- Raymond Duvals teori om kategorier af matematiske repræsentationer
- Guershon Harel og Larry Sowders teori om overbevisninger
- Pauline Gibbons teori om læring gennem sprogbrogssituationer
- Teknologiforståelse i matematikundervisningen

## Vidensbaseret Matematikundervisning · 1

6. til 10. klasse



Adrian Rau Bull og Torben Blankholm

Forlaget Matematik

Kapitel 3 | Fundamentale situationer

### De fem faser i fundamentale situationer

#### Devolutionsfasen

Den første fase i en fundamental situation kaldes *devolutionsfasen*. Devolution kan i denne sammenhæng opfattes som overdragelse af opgaven til eleverne.

For at der kan foregå en god overdragelse, må læreren sikre sig at:

1. Eleverne har forudsættelser til at kunne forstå opgaven og udførelsen for dermed at kunne være aktive i den a-didaktiske del af den fundamentale situation.
2. At situationen bliver introduceret, så eleverne forstår situationen og er i stand til at arbejde med den selvstændigt.

Læreren skal desuden etablere et undervisningsmiljø, hvor eleverne kan arbejde a-didaktisk og lære noget uden lærerens direkte påvirkning.

#### Aktionsfasen

Den anden fase kaldes *aktionsfasen*. Aktion kan kobles til elevernes arbejde med og i selve situationen. *Aktionsfasen* er altid a-didaktisk, så eleverne ikke intragerer direkte med læreren, men derimod med en aktivitet eller et spil, som læreren har introduceret i *devolutionsfasen*. Læreren rolle i *aktionsfasen* handler om at observere og hente gode eksempler på elevernes læring, der kan bruges senere i *institutionaliseringssfasen*. For at eleverne skal kunne lære ideelt af situationen i *aktionsfasen*, skal der være nogle særlige krav opfyldt:

1. Eleverne skal være i stand til at foreslå svar baseret på allerede tilegnet viden. Eleverne skal kunne afprøve svarene, så de får mulighed for at udvikle ny viden. Det kan også foregå gennem udvikling af nye strategier i deres arbejde med og forag på at løse opgaven.
2. Der må i situationen være indbygget noget, der bevirker, at eleverne på egen hånd kan validere deres strategi, uden at læreren behøver at deltage.

50 | Brousseau



Devolutionsfasen



Aktionsfasen

#### Formuleringsfasen

Den tredje fase kaldes *formuleringsfasen*. I denne fase formulerer eleverne hypoteser om løsningen af situationen. Læreren rolle i denne fase er at støtte eleverne til at formulere hypoteser og præcisere deres viden. Denne fase kan for nogle elever foregå a-didaktisk, mens andre elever kan gøre brug af lærerens spørgsmål og støtte.

Der er ofte en meget tæt sammenhæng mellem *formuleringsfasen* og den forrige fase *aktionsfasen*, samt den efterfølgende fase *valideringsfasen*, fordi nogle hypoteser fører til nye aktioner, mens andre hypoteser kan valideres med det samme.

De fleste hypoteser kan fremmes ved en åben diskussion i gruppen eller ved relevante spørgsmål fra gruppen eller fra læreren undervejs.

#### Valideringsfasen

Den fjerde fase kaldes *valideringsfasen*. I denne fase skal eleverne efterprøve gyldigheden, validere, deres hypoteser fra *formuleringsfasen*. Det er derfor afgørende, at der er noget i situationen, der gør, at eleverne kan afprøve og ikke mindst få feedback på deres hypoteser.

I nogle situationer kan elever gøre dette på egen hånd og dermed stadig arbejde a-didaktisk, mens de i andre situationer kan have brug for at læreren støtter dem til at undersøge gyldigheden af deres hypoteser. Dette kan læreren fx gøre ved at



Formuleringsfasen

støtte eleverne i tilsvarende og simple situationer, hvor eleverne lettere kan afgøre, om hypoteserne holder, eller om hypoteserne bør revideres.

Der er således altid en tæt sammenhæng mellem *formuleringsfasen* og *valideringsfasen* samt *aktionsfasen*. I mange fundamentale situationer, kan eleverne skifte mellem disse tre faser, og flere af faserne kan blive gentaget.



Valideringsfasen

Brousseau | 51

Den første bog i serien skaber sammenhæng mellem anerkendt didaktisk forskning og matematikdidaktiske teorier og konkrete undervisningsforløb i skolen.



Torben har arbejdet som lærer i mere end 40 år, senest som matematiklærer i udskolingen på Islev Skole og som underviser i undervisningsfaget matematik ved læreruddannelsen.

Adrian har arbejdet som lærer i grundskolen og underviser nu på læreruddannelsen, hvor han er lektor og kandidat fra DPU.

De to forfattere startede et samarbejde i forbindelse med afprøvning af de praktiske dele af Adrians speciale i de ældste klasser på Islev

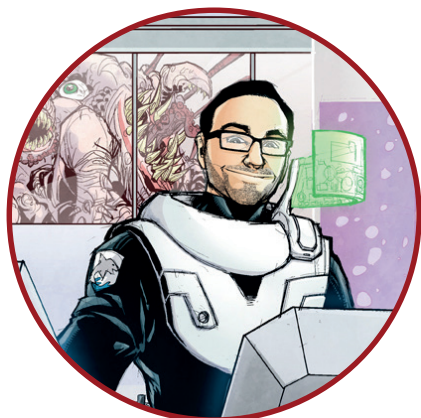
Skole. Omdrejningspunktet i specialet handlede om Raymond Duval og Guy Brousseau og berørte også nogle af de andre forskere, som der er skrevet om i bogen.

I afprøvningen i forbindelse med specialet blev det klart, hvordan det er muligt at kvalitetsudvikle god matematikundervisning ved at tage udgangspunkt i og implementere matematikdidaktisk forskning i matematikundervisningen.

De to forfattere arbejdede videre med projektet med fokus på at skabe gode undervisningssituationer til brug for andre og formidle disse situationer gennem workshops og kurser for interesserede. På den måde blev der udviklet materiale, der egnede sig til at danne grundlag for bogen, **Vidensbaseret matematikundervisning 1**.

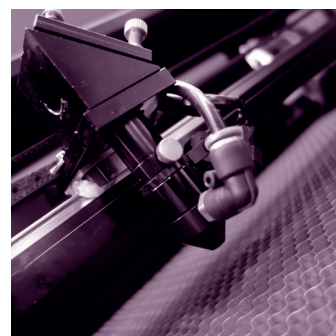
Se nærmere på  
[www.shop.dkmat.dk](http://www.shop.dkmat.dk)

Forlaget Matematik



# eduard.DK

– af undervisere til undervisere



## KOMPLETTE MAKERSPACES, LASERSKÆRERE, 3D-PRINTERE, FOLIESKÆRERE MM

Køb komplette stationære eller mobile makerspaces eller separate laserskærere, 3d-printere, folieskærere, scan'n'cuts samt materialer til produktion.

Vores laserskærere lever op til de højeste ISO-standarder for sikkerhed og kvalitet, ISO 12100 og ISO 20607. **MASKINERNES BETJENING, PROGRAMMERNE OG MANUALERNE ER ALLE PÅ DANSK.**

## KURSER I DIDAKTIK, SIKKERHED OG SERVICE, PROJEKTLEDELSE MM

Vi afholder også kurser i didaktik, avanceret brug af makerteknologier, projektledelse, sikkerhed og service, mm; også individuelt tilrettelagte kursusforløb i forbindelse med fx faglige mål, emneuger, produktorienteret undervisning mm.

Komplet kursuskatalog på [eduard.dk](http://eduard.dk) eller rekvirér det hos [peter@eduard.dk](mailto:peter@eduard.dk)

ISO 12100 og ISO 20607:2019 (Cert. Maskinsikkerhed.dk) · CE Godkendt · [eduard.dk](http://eduard.dk) · [info@eduard.dk](mailto:info@eduard.dk) · +45 26438790



# Danmarks Fysik- og Kemilærerforening

inviterer til:

Familiedag og generalforsamling  
på Jernbanemuseet  
Lørdag d. 20.11, Odense



# Experimentor

*Udstyr til eksperimenter*

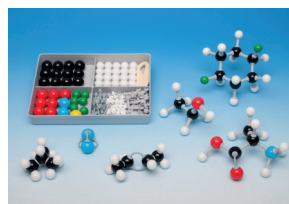
FYSIK KEMI BIOLOGI GEOGRAFI MATEMATIK

*samme udstyr - lavere pris*

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



Danmarkspremiere!  
DATAOPSAMLING



Observator Gyldenkernes Vej 3, 4340 Tølløse.  
[www.observatoriet.dk](http://www.observatoriet.dk)

## VINTERENS ÅBNINGSTIDER

Alle weekender nov. & dec. 11-17  
perioden 21/12-2/1 alle dage 11-17.  
(dog 24/12 & 30/12 kl. 11-14  
& lukket 1. juledag)

AFTENÅBENT  
10. & 11./12 kl 19-22

# OBSERVATORIET

-Danmarks naturvilde opdagelsescenter

NÅR DU  
SER ET  
STJERNESKUD  
10. & 11. december  
kl. 19-22.

NYT!  
Sov i  
stjerne-kigger-  
shelter.  
Book online



# ARANGEMENTER I DFKF 2021/22



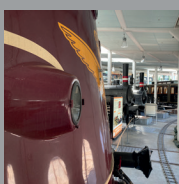
## Temadag i samarbejde med Niels Bohr Institutet

Fredag d. 12.11.2021, København



## Besøg på Crossbridge Energy A/S

Fredag d. 19.11.2021, Fredericia



## Familiedag og generalforsamling på Jernbanemuseet

Lørdag d. 20.11.2021, Odense



## Besøg SCIENCE Skoletjeneste og Cirkus Naturligvis

Torsdag d. 8.12.2021, Frederiksberg



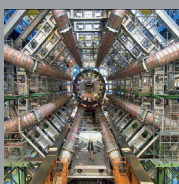
## Fejring af 100 året for NBI og Niels Bohrs Nobelpris

Fredag d. 28.01.2022, København



## Studietur til Tromsø

Lørdag d. 26.02.2022 - tirsdag d. 1.03.2022



## Studietur til Cern

Mandag d. 7.03.2022 til fredag d. 11.03.2022

**TILMELDING:** Allerede nu kan man få yderligere oplysninger og tilmelde sig!  
Mail til [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)

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