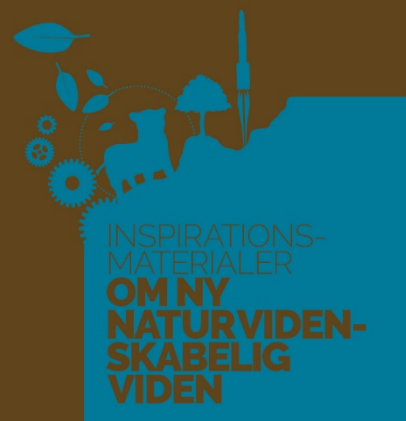


Tema: Hav og klima i den antropocæne tidsalder



# Naturlige klimaforandringer

Inspirationskatalog 7. klassetrin



## **Indhold**

<b>Introduktion</b>	<b>3</b>
Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning	4
<b>Inspiration til undervisning</b>	<b>5</b>
Faglige temaer	5
Rammer	6
Evaluering	7
Forslag til undervisningen og til et forløb	8
<b>Progression</b>	<b>12</b>

# Introduktion

Klimaet har altid ændret sig – også før menneskelig aktivitet satte fart på CO<sub>2</sub>-udledningen. De naturlige klimaforandringer er omdrejningspunktet i dette inspirationskatalog, der omsætter ny forskning til undervisning i 7. klasse.

Klimaet har ændret sig mange gange gennem Jordens 4,6 milliarder år lange historie. Kuldeperioder har afløst perioder med varme og vice versa. Som resultat er store landområder eksempelvis blevet oversvømmet for siden at dukke op af havet igen.

Fra og med industrialiseringens begyndelse har menneskelig aktivitet også gjort sig gældende i forhold til klimaforandringerne. Men hvis vi skal kende omfanget af den menneskelige aktivitets konsekvenser, må vi forstå de andre faktorer, der også påvirker klimaet.

## Forskningen bag kataloget

De naturlige klimaforandringer årsager og omfang er et af de emner, som Katherine Richardson undersøger i sin forskning i havet og dets indflydelse på klimaet. Hun er professor i biologisk oceanografi ved Globe Institute på Københavns Universitet, og gennem sin forskning, som udgør afsættet for dette katalog, forsøger hun blandt andet at give svar på spørgsmål som disse:

- Hvilken betydning har det for drivhuseffekten og dermed klimaet, når fyto- eller planteplankton binder CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og tager det med sig, når det dør og synker ned på havbunden?
- Hvad kan man ud fra analyser af sedimentlag på havbunden sige om, hvordan algernes transport af CO<sub>2</sub> har virket historisk, herunder hvilken indflydelse den har og vil have på drivhuseffekten?

Se en kort film, hvor Katherine Richardson præsenterer sin forskning, og læs mere i temamagasinet *Hav og klima i den antropocæne tidsalder*. Se



[emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien](https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien).



### Faktaboks

Undervisning ud fra kataloget knytter an til **Fælles Mål**:

- Fysik/kemi: Jorden og universet, Stof og kredsløb, Undersøgelser i naturfag, Perspektivering i naturfag.
- Biologi: Økosystemer, Modellering i naturfag, Undersøgelser i naturfag, Perspektivering i naturfag.
- Geografi: Jordkloden og dens klima, Naturgrundlag og levevilkår, Modellering i naturfag, Perspektivering i naturfag.



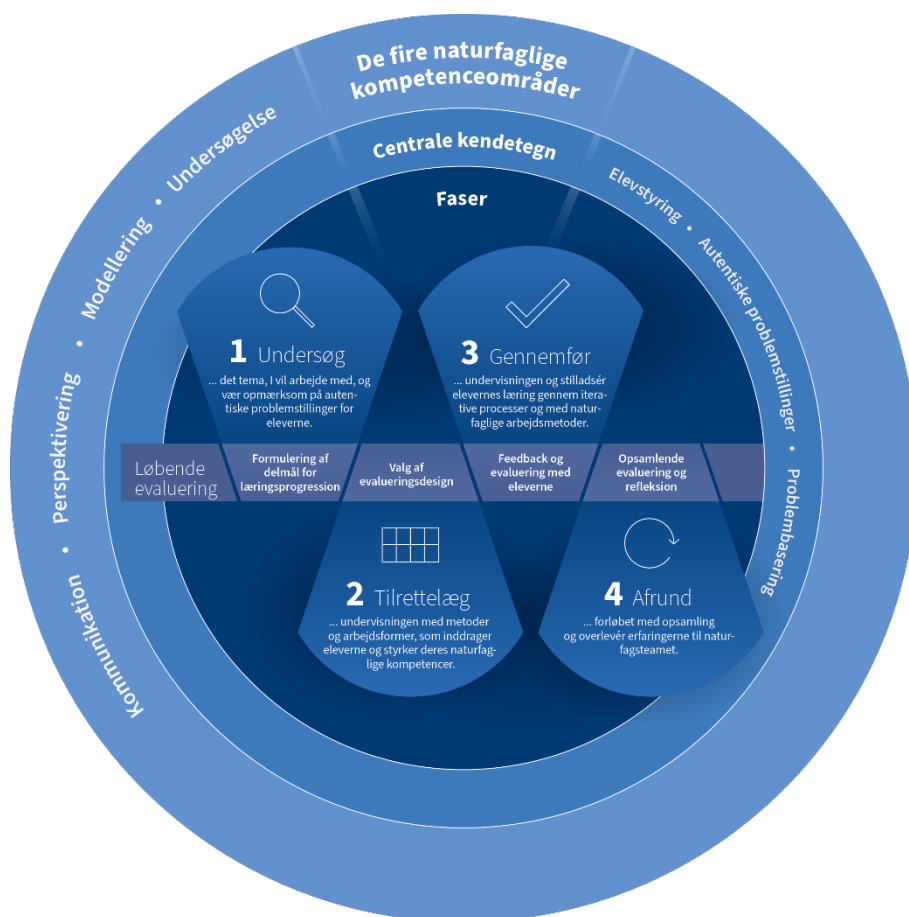
Læs mere på [emu.dk/grundskole](https://emu.dk/grundskole)

## Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til et fællesfagligt forløb i 7. klasse om temaet *Hav og klima i den antropocæne tidsalder*.

Inspirationsmaterialerne om de 10 temaer er tilrettelagt med henblik på kompetenceorienteret naturfagsundervisning. De afgørende elementer i denne type undervisning er skitseret i den fagdidaktiske ramme herunder i form af naturfaglige kompetenceområder og centrale kendetegn.

Derudover rummer figuren en proces i fire trin for kompetenceorienteret naturfagsundervisning. Naturfagslærere kan anvende inspirationen i dette katalog gennem netop disse fire trin eller faser.



### Mere viden

Den fagdidaktiske ramme er uddybet i *Vidensnotat om kompetenceorienteret naturfagsundervisning*. En proces for at arbejde didaktisk gennem rammens trin er beskrevet i *Udviklingsredskab til kompetenceorienteret naturfagsundervisning til naturfagsteams*.



Begge dele kan sammen med alle seks inspirationskataloger samt temaets film og temamagasin hentes på [emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien](http://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien).

# Inspiration til undervisning

Undersøgelser af sedimentlag og havstrømme kan åbne døren for elever i 7. klasse til Katherine Richardsons forskning i naturlige klimaforandringer. Dette kapitel giver inspiration til, hvordan det kan gøres.

Klimaforandringerne er blandt de største udfordringer, som eleverne i dag og som voksne kommer til at stå overfor. For at løse udfordringen er det nødvendigt for verdenssamfundet at basere sine indsatser på så præcis viden som muligt, herunder om hvilken rolle de naturlige klimaforandringer spiller.

De naturlige klimaforandringer udgør problemfeltet i dette katalog og er også relevante for elever i 7. klasse. Problemfeltet kan dels nuancere deres oplevelse af de nuværende klimaforandringer og dels give dem viden om, at Jorden i det store perspektiv ikke er og aldrig har været uforanderlig, men tværtimod har en meget lang og omskiftelig historie.



## Faktaboks

Alle **de naturfaglige kompetenceområder** kan komme i spil i undervisningen om problemfeltet – i dette katalog med særligt fokus på:

- *Perspektiveringskompetencen*: Eleverne styrker kompetencen ved at perspektivere mellem for eksempel skildpadder i Danmark og klimaets udvikling samt ved at bruge faget til at udvikle naturvidenskabelige erkendelser.
- *Undersøgelseskompetencen*: Eleverne aktiverer kompetencen, når de designer, gennemfører og evaluerer undersøgelser af sedimenter og havstrømme.

Læs mere på [emu.dk/grundskole](http://emu.dk/grundskole)

## Faglige temaer

Som forberedelse til undervisningen kan læreren undersøge, hvilke faglige temaer problemfeltet byder på. Det kan for eksempel være temaer som disse:

### 1. Istider og mellemistider

Jorden har både været betydeligt varmere og koldere, end den er i dag. I dag lever vi i en såkaldt mellemistid, der har varet omkring 10.000 år – et kort øjeblik i Jordens lange historie. Forskere er enige om, at cykliske variationer i Jordens bevægelse om Solen er en del af forklaringen på, hvorfor istider opstår og ophører, men fænomenet er endnu ikke forklaret til bunds.



#### Faktaboks

Ifølge **Croll-Milankovitch-teorien** har Jordens bevægelse tre cykliske variationer: 1) ændring i jordbanens form om Solen, 2) ændring i jordaksens hældning og 3) ændring i jordaksens retning. Cyklusserne gentager sig med perioder på henholdsvis 95.800 år, 41.000 år og 21.700 år, og de er medvirkende faktorer til, at istider opstår og ophører på Jorden. Læs eventuelt mere hos NASA: [climate.nasa.gov/news/2948/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/](https://climate.nasa.gov/news/2948/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/)



## 2. Sedimenter

Sedimenter er elementer af blandt andet bjergarter, der forvitrer over tid som følge af vind og vejr. Floder og istidernes gletsjere er med til at føre sedimenterne ud i havet, hvor de bundfælder sig i lag sammen døde planter og dyr. Sedimentlagene kan oplyse om mange ting. De uorganiske sedimenter kan eksempelvis afsløre, hvilke klimatiske forhold der var på det tidspunkt, de blev dannet. Mange store sten i et sedimentlag kan for eksempel tyde på, at der var en orkan, da laget blev dannet. Og hvis der kun er lidt organisk materiale, er sedimentlaget måske dannet i en tid uden meget liv i havet. Læs eventuelt mere: [virtuelgalathea3.dk/artikel/dannelse-af-sedimenter-0](https://virtuelgalathea3.dk/artikel/dannelse-af-sedimenter-0)



## 3. Havstrømme og Grønlandspumpen

Verdens have er forbundet, og der bliver hele tiden transporteret millioner af tons vand rundt af havstrømme. Strømmenes drivkraft er blandt andet temperatur: Koldt vand er tungere end varmt, og når det kolde vand synker til bunds, trækkes det varme vand frem over det. Saltholdighed spiller en lignende rolle: Vand med meget salt er tungere end vand med lidt salt og vil synke til bunds, hvorved mindre saltholdigt vand trækkes frem.

De to drivkræfter ses eksempelvis i Grønlandspumpen, der trækker varmt vand mod nord. Undervejs afgiver vandet varme, og derved stiger indholdet af salt. De to ting tilsammen gør vandet tungere, så det synker til bunds, og trækker samtidig nyt varmt vand frem. Havstrømmene flytter dermed ikke kun vand, men også varme og kulde (og salt), og havstrømmenes udvikling smitter derfor også af på klimaet. Noget, der kun bliver yderligere forstærket af, at koldt vand kan optage mere CO<sub>2</sub> end varmt, hvorfor stigende havtemperaturer er dårligt nyt for klimaet

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren tilrettelægge en undervisning, der kobler til Katherine Richardsons sedimentkerneforskning til undervisningens specifikke fokus på naturlige klimaforandringer. Læreren kan samtidig gøre undervisningen autentisk ved at sætte elevernes egne oplevelser af og viden om klimaforandringer i centrum af deres undersøgelser.

## Rammer

I tilrettelæggelsen af et forløb kan læreren tage højde for, hvilke muligheder problemfeltet og de faglige temaer giver for at rammesætte undervisningen:

### 1. Sammenhæng til andre fag

Det er oplagt at arbejde tværfagligt med for eksempel samfundsfag og se på konsekvenserne af klimaforandringerne i forskellige lande verden over samt inddrage politiske klimaforhandlinger og samfundenes bæredygtige tiltag.

## 2. Eksterne læringsmiljøer

Eleverne kan som led i undersøgelserne (se nedenfor) foretage egne sedimentkerneboringer i en vandbiotop, ligesom en ekskursion til et af de mange eksempler i det danske landskab, som den sidste istid har sat sit tydelige præg på, kan være relevant. Det er for eksempel landskabsgrænsen, der går ned gennem Midtjylland, og som er skabt af isens hovedopholdslinje under sidste istid. Eller grusgrave, dødishuller og bakkelandskaber.

## 3. Det fællesfaglige

I 7. klasse munder eleverne det særlige fokus på fællesfaglige forløb, som i 9. klasse munder ud i en fællesfaglig prøve i naturfag. I de fællesfaglige forløb anvendes de enkelte fags erkendelses- og arbejdsformer i arbejdet med tværgående problemstillinger. Læreren kan overveje, hvordan fordelingen mellem de enkelte fag og fællesmængden skal være – en øvelse, der spejler forskning i Jordens økosystem, hvor forskellige forskningsdiscipliner såsom geologi, meteorologi, oceanografi, økologi, fysik, kemi og geografi forenes for at forstå atmosfæren, hydrosfæren, biosfæren og geosfæren som delene, der i fællesskab styrer det globale klima.



### Gode idéer

#### Forundringsvæg til problemstillinger

Eleverne skal i udskolingen i stigende grad arbejde med problemstillinger, og for at fremme deres kompetencer i den retning er det oplagt at kvalificere deres evner til at stille spørgsmål – og ikke kun ja/nej-spørgsmål. Læreren kan lade eleverne bruge de fire spørgsmålskategorier: 1) videns- og dataspørgsmål, 2) forklarings- og forståelsesspørgsmål, 3) holdnings- og vurderingsspørgsmål og 4) handlingsspørgsmål. Spørgsmålene kan organiseres på en forundringsvæg – se eventuelt: [astra.dk/sites/default/files/Forundringsvæg.pdf](https://astra.dk/sites/default/files/Forundringsvæg.pdf)



## Evaluerings

Læreren kan planlægge evaluering af undervisningsforløbet fra starten og gennemføre den løbende. På den måde kan evalueringen give input til undervisningen undervejs.

Fra starten kan læreren overveje, hvad der kan observeres for at vurdere, om eleverne anvender perspektiverings- og undersøgelseskompetencerne. Elever med undersøgelseskompetence vil for eksempel kunne opstille hypoteser til de praktiske undersøgelser og forklare faserne i en naturvidenskabelig undersøgelse, mens elever med perspektiveringskompetence for eksempel vil kunne genkende og forklare en sammenhæng mellem jordskorpe, havstrømme og klimaforandringer.

Undervejs gennem forløbet kan læreren observere og lytte til elevernes sprogbrug, samtaler og forklaringsmetoder for at få indblik i deres udvikling af de naturfaglige kompetencer. Ud over den løbende og afsluttende evaluering kan læreren samle op på forløbet i naturfagsteamet eller med kolleger i en anden organisering, hvis skolen ikke har et naturfagsteam. Den faglige refleksion kan både nuancere indsigterne og gennem videndeling bidrage til at styrke den naturfaglige undervisning på skolen.



### Gode idéer

#### Bed eleverne om tage fotos hver 15. min.

Billeder eller video, der optages med korte intervaller gennem undersøgelsesprocessen, kan indgå i elevernes præsentation for klassen og samtidig støtte en løbende evaluering mellem elever og læreren ved at gøre fremskridt synlige. Billedokumentationen kan suppleres med relevant faglig tekst og erstatte en skriftlig logbog. Krav til mængden af fagord og begreber i videoen kan differentieres fra gruppe til gruppe, og videoen eller billederne kan afleveres som produkt ved forløbets afslutning.

## Forslag til undervisningen og til et forløb

Som indledning på undervisningen kan læreren vække elevernes nysgerrighed og forforståelser med spørgsmål, der kan aktivere deres egen viden, og som samtidig inddrager viden fra Katherine Richardsons forskning i havbundens sedimenter.

Læreren kan eksempelvis spørge, om eleverne ved, hvordan klimaet i Danmark har forandret sig gennem de sidste 10-20.000 år. Eller om de har tænkt over, hvorfor vi har så mange rullende bakker og små søer. Og så meget sand. Istiden spiller en central rolle i svarene på alle spørgsmålene, og læreren kan gå videre med at vise denne film fra GEUS om istidens udvikling i Danmark:

[www.youtube.com/watch?v=cb5gBY\\_Jo9s](http://www.youtube.com/watch?v=cb5gBY_Jo9s)



### Refleksionsspørgsmål

Læreren kan aktivere elevernes refleksion og forundring gennem klasserums-samtaler ud fra spørgsmål som disse:

- Hvilke naturlige klimaforandringer kender I?
- Hvad er en istid?
- Hvordan påvirker naturlige klimaforandringer os mennesker?

Læreren kan også lægge fra land med casen herunder om klima og dyreliv i Danmark i jægerstenalderen. Casen har potentiale til at skabe forundring blandt eleverne, når de forstår, at klimaet i Danmark engang gjorde det muligt for en urskov at vokse frem og huse dyr, man i dag ikke ser hertillands.

### Case



## Skildpadder i Danmark

Da den sidste istid, der strakte sig over mere end 100.000 år, slap sit tag i Danmark for knap 12.000 år siden, svingede pendulet den anden vej. Klimaet blev mildere, og urskoven bredte sig over det meste af landet.

Hvor der før havde været is og svære livsbetingelser, vandrede store pattedyr nu ind. For eksempel bisoner, vildheste, urokser og elsdyr. Det var gode bytte-dyr for stenalderens jægere, som nogle gange endda havde sumpskildpadder på menuen. Skildpadderne levede i moserne, og de varme somre gjorde det



muligt for dem at overleve. Over dem svævede blandt andet pelikaner, mens bjørne var blandt de faste besøgende ved vandkanten, når de kom for at drikke og fange fisk.

Havspejlet lå næsten 100 meter lavere end i dag, og det gjorde landet stort. Sjælland var landfast med Sverige, og Østersøen var faktisk – som navnet siger – en sø. Hverken Store Bælt eller Lille Bælt var bælt – de var blot floder. Klimaforandringer er altså ikke noget nyt – det nye er, at mennesker påvirker dem.

### **Inspiration til forløb**

Et undervisningsforløb om *Naturlige klimaforandringer* kan gennemføres på denne måde:

#### *Opstartsfasen (2-4 lektioner)*

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave og arbejdsformer. Gennem fælles samtale om naturlige klimaforandringer, hvor Katherine Richardsons forskning introduceres, vækkes elevernes nysgerrighed. Brug gerne casen som en indledende fortælling på den fælles samtale eller gå en tur i landskabet, hvor synlige aftryk af den sidste istid træder frem.

#### *Undersøgelserforslag 1: Tag en sedimentborekerne (2 lektioner)*

Eleverne undersøger jordbundens og undergrundens bestanddele og sedimentering.

#### *Undersøgelserforslag 2: Byg en model af den termohaline cirkulation i Golfstrømmen (3 lektioner)*

Eleverne opstiller i denne undersøgelse en model af den termohaline cirkulation i Golfstrømmen i Atlanterhavet.

Begge undersøgelser kan skaleres op eller ned i forløbet.

### **Undersøgelserforslag 1: Tag en sedimentborekerne**

Eleverne undersøger, hvordan man kan se, hvad jordbunden og undergrunden består af, gennem en metode inspireret af Katherine Richardson.

#### *Formål*

Eleverne får viden om jordbund og undergrund og øver sig samtidig i en autentisk naturvidenskabelig metodik.

#### *Fremgangsmåde*

Undersøgelsen består af to dele: En del om sedimentering, som kan udføres på skolens område, og en del om at tage en borekerne i nærmeste vandbiotop.

Læreren kan indledningsvist inddеле eleverne i grupper og sætte dem i gang med den første del om sedimentering. Eleverne kan fylde en flaske halvt med forskelligartet jord fra skolens område. Oveni hældes vand, til flasken næsten er fyldt. Eleverne kan derefter ryste flasken kraftigt, hvorefter den stilles i ro et godt stykke tid.

Inden eleverne undersøger flasken, kan de opstille hypoteser om, hvordan partiklerne i jorden i flasken fordeler sig. Derefter kan de observere og notere resultatet. Det vil vise sig, at partiklerne er bundfældet i tydelige lag, mens noget holder sig "svævende" i vandet.

Læreren kan bede eleverne diskutere, hvorfor partiklerne lægger sig i lag, og hvorfor noget holder sig svævende: Kan de mon opsætte regler for det?

I undersøgelsens anden del kan eleverne tage en tur til den nærmeste vandbiotop (hav eller sø). Her kan de tage en sedimentborekerne ved at bore en 1,5 liters sodavandsflaske uden bund ned i sø- eller havbunden. Når flasken er helt nede, skrues låget på, og borekernen tages forsigtigt op. Herefter kan eleverne fotografere, observere og notere, hvad de kan se i flasken.

Borekernens bestanddele kan undersøges nærmere i en undersøgelsesbakke. Eleverne kan bruge jordsigtesæt og lup til at se nærmere på bestanddelene. Derefter observeres og noteres delene for hvert lag i en tabel, hvor man kan registrere forskellige kornstørrelse (fra sten til silt) i hvert lag.

Afslutningsvist kan eleverne forberede en præsentation af deres undersøgelsesresultater med fokus på at præsentere viden og erfaringer i arbejdet fra hypoteser til resultater. Grupperne kan enten præsentere for hinanden i klassen eller i grupper to og to. Gerne med brug af fotodokumentation eller videoklip fra undersøgelsen.



#### Materialer til undersøgelsesforslag nr. 1

- Flaske eller anden beholder med låg
- 1,5 liters sodavandsflaske uden bund
- Undersøgelsesbakker
- Jordsigtesæt
- Lup.

#### Undersøgelsesforslag 2: Byg en model af den termohaline cirkulation i Golfstrømmen

Eleverne undersøger, hvilke miljømæssige konsekvenser havopvarmning har, gennem opstilling af en model af den termohaline cirkulation i Golfstrømmen i Atlanterhavet.

##### *Formål*

Eleverne lærer om de miljømæssige konsekvenser af havopvarmning og tilegner sig viden om sammenhænge mellem havstrømme og klimaforandringer med henblik på at skelne mellem naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer.

##### *Fremgangsmåde*

Læreren kan bede eleverne diskutere med sidemakkeren, hvad der mon sker med Golfstrømmen, hvis den bliver varmere, og mere af indlandsisen smelter. De skal notere deres forslag samt kigge på et temakort og se, hvordan den termohaline cirkulation transporterer havvand rundt i verdenshavene. De kan efterfølgende tegne en model af den termohaline cirkulation.

Eleverne kan derefter opstille et stort kar med en tæt skillevæg i midten, som kan fjernes efter et stykke tid. Eleverne kan nu hælde ferskvand i den ene side af karret og saltvand i den anden side. De to vandtyper, der på forhånd kan

have fået forskellige farver, skal fylde ca.  $\frac{2}{3}$  i hver deres halvdel. Eleverne kan nu forsigtigt fjerne skillevæggen og observere, hvad der sker.

Undersøgelsen kan varieres på denne måde: Ferskvand farvet med frugtfarve fryses og lægges som isklumper i et lille akvarium med saltvand. Når isklumperne er smeltet, vil det farvede vand lægge sig øverst i et lag.

En anden variation er at gentage forsøget med det opdelte kar, men nu med henholdsvis varmt og koldt ferskvand. Det store kar kan fyldes med ferskvand fra vandhanen på begge sider af skillevæggen. Eleverne kan nu sætte varmelegemet ned i den ene side af karet og tænde det. For at kunne illustrere vandets bevægelse i karet tilsættes frugtfarve eller methylenblåt (som har præcis samme massefylde som vand) til det kolde vand.

Når vandet i den ene side er varmet op, er det tid til at lukke det kolde vand ind, men først kan eleverne gætte på, hvordan det kolde vand vil bevæge sig rundt i det store kar. Eleverne kan derefter forsigtigt fjerne pladen, så der kommer en lille sprække, som det iskolde vand siver ud i det varme vand gennem. Eleverne kan observere og notere, hvad der sker.



#### Tjekliste

##### Materialer til undersøgelsesforslag nr. 2

- Frugtfarve eller methylenblåt
- Et stort kar adskilt med en tæt skillevæg i midten, der kan fjernes
- Ferskvand og saltvand
- Et varmelegeme
- En lille beholder til is, salt og vand
- Et lille akvarium.

# Progression

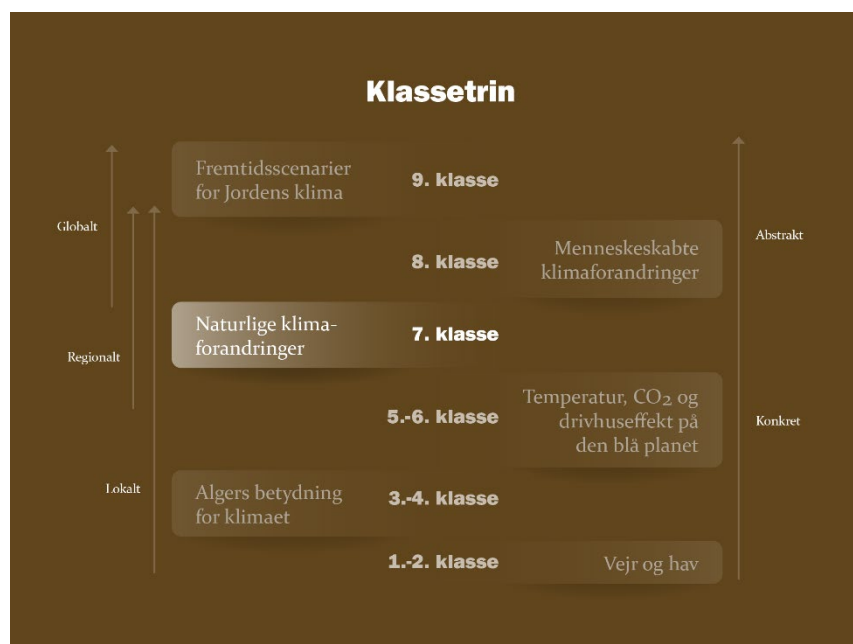
Dette er et ud af seks kataloger, som konkretiserer temaet om hav og klima i den antropocæne tidsalder hen over indskoling, mellemtrin og udskoling. Kataloget er målrettet undervisning i 7. klasse.

Den tematiske sammenhæng i de seks kataloger understøtter, at læreren kan arbejde med progression gennem skoleforløbet. Afsættet for progression kan for eksempel være, at katalogerne udvikler sig fra det nære og lokale i indskoling til samfundsmæssige og globale perspektiver i udskoling. Og fra konkrete fænomener mod et stadig højere abstraktionsniveau.

I dette tema ses udviklingen for eksempel ved, at elevernes egne erfaringer med hav, vejr og klima er afsæt i indskoling, mens der i udskoling er fokus på problemstillinger vedrørende naturlige og menneskeskabte klimaforandringer og fremtidsscenerier. Som led i progressionen rummer katalogerne stigende problembaseret undersøgelsesforslagene gennem skoleforløbet.

Sammenhængen kan i princippet gøre det muligt at anvende katalogerne som inspiration til undervisning i den samme klasse fra skolestart til afsluttende eksamen. Og den kan gøre det muligt at etablere et fælles fagligt afsæt i naturfagsteamet, uafhængigt af hvilket klassetrin den enkelte lærer i teamet underviser på. Hvert katalog kan dog også anvendes som inspiration til selvstændige forløb.

Sammenhængen mellem katalogerne fremgår af denne illustration:



*Illustration: Temaets progression gennem seks inspirationskataloger på langs af skoleforløbet.*

# Du står med en del af en samlet videnspakke

Alle materialer kan findes på [emu.dk/grundskole/naturvidenskabstrategien](http://emu.dk/grundskole/naturvidenskabstrategien)



## Vidensnotat

12 sider.

## Planlægningsredskab

Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.

## Fællesfagligt forløb

16 sider.

## Udviklingsredskab

Fire sider til skoleledelserne.

## PowerPoint-præsentation

Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.

## Video

Speed drawing.



## Bokssæt med 10 temamagasiner

## 10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasiner præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.



## Podcasts



## 60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)