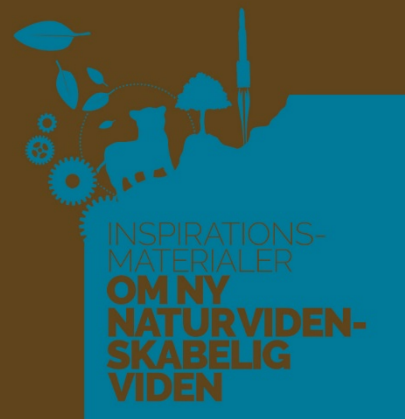


Tema: Hav og klima i den antropocæne tidsalder



Menneskeskabte klimaforandringer

Inspirationskatalog 8. klassetrin



Indhold

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

Introduktion

Den teknologiske udvikling og væksten i verdens befolkning har ført til, at mennesket nu påvirker naturen afgørende. Menneskeskabte klimaforandringer er omdrejningspunktet i dette katalog, der omsætter ny forskning til undervisning i 8. klasse.

Når forskere taler om *den antropocæne periode* er det for at påpege, at menneskets påvirkning af kloden har nået et omfang, som kan sammenlignes med de begivenheder, der har defineret tidligere geologiske perioder. Særligt siden begyndelsen af industrialiseringen omkring år 1800 er Jorden blevet udsat for menneskeskabte klimaforandringer. Det hænger sammen med vores udledninger af CO₂ og andre drivhusgasser.

Forskningen bag kataloget

I sin forskning, der foregår ved Globe Institute på Københavns Universitet, fokuserer Katherine Richardson på sammenhængen mellem mennesker, hav og klima. Hendes forskning, der udgør afsættet for dette katalog, forsøger blandt andet at give svar på spørgsmål som disse:

- Hvilken betydning har det for drivhuseffekten og dermed klimaet, når fyto- eller planteplankton binder CO₂ 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 CO₂ 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.



Faktaboks

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

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



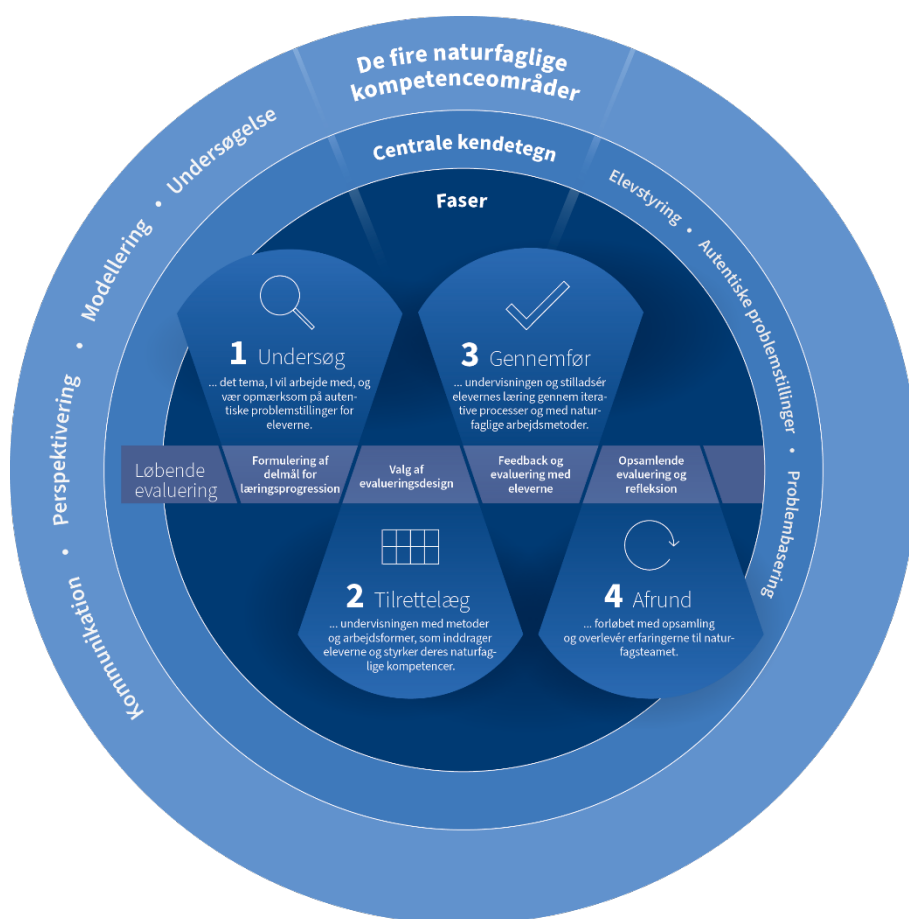
Læs mere på emu.dk/grundskole/

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 8. 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 og 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.

Inspiration til undervisning

Når elever tager stilling til global opvarmning og undersøger havets optagelse af CO₂ fra atmosfæren, giver det en indgang for elever i 8. klasse til Katherine Richardsons forskning. Dette kapitel giver inspiration til undervisning med det som fokus.

Klimaforandringer er blandt de største udfordringer, som eleverne i dag og som voksne kommer til at stå overfor. Som et skridt på vejen mod at løse udfordringen er det nødvendigt at indse den rolle, den menneskelige civilisation, der i 2050 kan tælle op mod 10 milliarder mennesker, har. Menneskelig påvirkning af det globale klima er problemfeltet i dette katalog, der både ser på den menneskelige påvirkning generelt og specifikt i forhold til udledning af CO₂.



Faktaboks

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

- *Kommunikationskompetencen*: Eleverne aktiverer kompetencen, når de undersøger CO₂-udledning og formidler resultaterne og deres erfaringer med at argumentere for en holdning til global opvarmning.
- *Undersøgelseskompetencen*: Eleverne styrker kompetencen ved at designe, gennemføre og evaluere undersøgelser om klimapåvirkning.

Læs mere på emu.dk/grundskole/



Faglige temaer

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

1. Drivhusgasser

Menneskelig aktivitet medfører for eksempel udledning af CO₂, når fossile brændsler afbrændes som led i transport og produktion af energi. Og når skove ryddes, begrænses naturens muligheder for at binde CO₂ gennem fotosyntese. I atmosfæren virker CO₂ sammen med andre gasarter som metan (CH₄), lattergas (N₂O) og freongasser (CFC-12 og CFC-11) som en drivhusgas. Gasserne holder på varmen fra Jorden, hvoraf en større del ellers ville forsvinde ud i rummet. Det kaldes drivhuseffekten. Gennem undersøgelser af iskerner er det muligt at spore udviklingen i atmosfærens indhold af gasser, og det afslører en markant stigende koncentration siden industrialiseringen.

2. Befolkningstilvækst, teknologiudvikling og velstand

Antallet af mennesker på kloden udgør en udfordring i sig selv. Vi er så mange, at vores forbrug medfører ressourceknaphed på blandt andet vand, fødevarer og energikilder. Og i særligt den rige del af verden medfører vores adfærd samtidig stor CO₂-udledning i forbindelse med opvarmning og belysning af boliger, produktion af tøj, ferierejser m.m. Forskere taler om, at Jordens bæreevne eller *Earth Carrying Capacity* allerede i dag er udfordret af vores forbrug, og vi kan i de kommende 100 år se frem til at blive måske 5 mia. flere mennesker på Jorden. Læs på overshootday.org/



3. Bæredygtig udvikling

”En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.” Sådan blev bæredygtig udvikling defineret i Brundtland-rapporten fra 1987. Definitionen handler ikke kun om miljø, men også om økonomiske og sociale aspekter. Derfor er produktion af bæredygtig energi for eksempel ikke alene et spørgsmål om at mindske CO₂-udledningen, men samtidig også om at gøre det inden for en økonomisk realistisk ramme og på en måde, som ikke hindrer borgernes muligheder for livsudfoldelse.



Faktaboks

Hvordan kan vi egentlig vide, om mennesker påvirker klimaet? Svaret er, at det er den faglige vurdering fra FN's **klimapanel**, der er den højeste sagkundskab på feltet. Katherine Richardson er medlem af panelet, der samler alle tilgængelige data og derudfra drager konklusioner. Hendes forskning i, hvad det betyder, at plantep plankton binder CO₂ og bringer det med sig i meget store mængder til havets bund i kraft af en mekanisme kaldet den biologiske pumpe, kan i fremtiden bidrage til vidensgrundlaget for klimapanelets vurderinger.

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren tilrettelægge en undervisning, der behandler de menneskeskabte klimaforandringer, kobler til Katherine Richardsons forskning i algerne og havets betydning og inddrager elevernes egne forestillinger, holdninger og viden om klimaforandringerne som afsæt for undervisningen.

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

Menneskeskabte klimaforandringer er et bredt felt med tråde til mange fag. Det er eksempelvis oplagt at samarbejde tværfagligt med samfundsfag om politiske initiativer til at bremse klimaforandringerne, med danskfaget om litteratur med fokus på miljødagsordenen eller med historiefaget om klimaets betydning for levevilkår gennem århundreder.

2. Eksterne læringsmiljøer

Mange professioner, samfundsinstitutioner, civilsamfundsorganisationer m.fl. beskæftiger sig med hele eller dele af klimadagsordenen. Klassen kan eksempelvis besøge en energiforsyningsvirksomhed eller en klimaorganisation

afhængig af problemstillingen. Eller eleverne kan interviewe politikere eller gennemføre voxpop på gågaden med borgere om klimaforandringerne.

3. Redskaber til undervisningen

Læreren kan introducere geodata som et redskab til at få overblik over, hvordan klimaet påvirker eller har påvirket bestemte lokaliteter – blandt andet med tørke, oversvømmelse eller gletsjerafsmeltning. Og hvordan bestemte lokaliteter er blevet påvirket af mennesker med konsekvenser for klimaet – for eksempel skovrydninger eller anlæggelse af industriområder. Der findes mange geodatasystemer – lige fra Google Earth til EO Browseren fra ESA (Den Europæiske Rumorganisation) og GIS (Geografiske Informationssystemer).



Gode idéer

Overvej begrebskort

Klassen kan arbejde med begrebskort til at fastholde naturfaglige begreber og udvikle elevernes forståelse af dem. Kortene kan anvendes på denne måde:

- Ved opstarten af et undervisningsforløb om menneskeskabte klimaforandringer kan læreren udlevere blanke begrebskort til eleverne.
- Til venstre på hvert kort kan eleverne skrive et begreb, som klassen gennem en fælles brainstorming udpeger som centralt for arbejdet med temaet – gerne begrundet i Fælles Mål.
- Til højre kan eleverne anføre deres foreløbige forståelse af begrebet, og undervejs gennem forløbet kan eleverne tilføje yderligere noter, når forståelsen af begrebet uddybes.

Læreren kan eventuelt forberede kortene og ikke alene anføre begreberne, men også notere, hvilken forståelse det er målet at opnå. Kortene kan derefter uddeles individuelt, hvilket vil give mulighed for differentiering.

Evaluering

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 undervejs i elevernes arbejde kan lægges mærke til for at vurdere, om eleverne anvender kommunikations- og undersøgelseskompetencerne. Elever med kommunikationskompetence kan eksempelvis formulere en påstand og argumentere for den på et naturfagligt grundlag, mens elever med undersøgelseskompetence vil kunne udvælge og beskrive en problemstilling, finde ud af, hvordan man løser den, forholde sig kritisk til den og konkludere på sine resultater.

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.



Hent eventuelt yderligere inspiration til evalueringsmetoder på emu.dk: emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/evaluering-og-feedback



Gode idéer

Overvej klasseparlamentet som evalueringsværktøj

Klasseparlamentet er et møde i klassen, som følger en struktur, hvor eleverne i grupper giver en ambassadør mandat til at fremføre gruppens synspunkter. Det har dermed en god sammenhæng til undersøgelsen om global opvarmning og den strukturerede debat mellem modsatte holdninger.

Forslag til undervisningen og til et forløb

Som indledning på undervisningen kan læreren vække elevernes nysgerrighed og forforståelser med konkrete eksempler, der kan aktivere deres egen viden og inddrage Katherine Richardsons forskning. Læreren kan eksempelvis spørge eleverne, om de ved, hvad forskellen er på vejr og klima, og hvilke eksempler på klimaforandringer de kender.

Læreren kan eventuelt også indlede undervisningsforløbet med at vise filmen "No Impact Man", der kan søges frem via sin titel på YouTube. Filmen kan give eleverne et indblik i menneskeskabte klimaforandringer og bruges som afsæt for en klasserumssamtale om, hvad eleverne gør eller kan gøre i deres eget liv for at mindske menneskers klimaaftryk.



Refleksionsspørgsmål

Læreren kan yderligere aktivere elevernes refleksion og forundring gennem klasserumssamtaler ud fra spørgsmål som disse:

- Hvilke produkter efterlader størst klimaaftryk?
- Hvilke klimavenlige handlinger er nemmest at implementere?
- Hvilke forestillinger gør I jer om klimaforandringernes konsekvenser?
- Hvorfor er det vigtigt, om isen smelter i Arktis eller ej?

Undervisningen kan også lægge fra land med casen herunder, som giver et konkret og virkeligt eksempel på en konsekvens af klimaforandringerne.

Case



Arktis' største ishylde skrumper

Hvert år tager forskere ved hjælp af satellitbilleder bestik af, hvordan det står til med den største ishylde med navnet Nioghalvfjedsbræen i Arktis. En ishylde er en stor masse af is, der flyder på havet, men stadig sidder fast på en eller flere gletsjere.

Satellitbillederne bragte ikke godt nyt i 2020. Nioghalvfjedsbræen ligger i Nordøstgrønland og har siden 1999 mistet 160 kvadratkilometer is, svarende til mere end dobbelt så stort et areal som øen Manhattan i New York. Cirka 70 procent af den tabte is, et område på størrelse med Samsø, er forsvundet

inden for de sidste to år. Det største tab skete i sommeren 2020, da et stort stykke knækkede af og nu flyder frit ude i fjorden.

Forskere fra GEUS står bag opdagelsen, som de blandt andet forklarer med "utrolig varme i Nordøstgrønland". Atmosfæren i området er blevet cirka 3° C varmere siden 1980, og særligt i 2019 og 2020 har temperaturerne været usædvanligt høje. Læs mere hos GEUS: geus.dk/om-geus/nyheder/nyhedsarkiv/2020/sep/spaltegletsjer

Inspiration til forløb

Et undervisningsforløb i *Menneskeskabte klimaforandringer* kan gennemføres på denne måde:

Opstartsfasen (2-6 lektioner)

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave, arbejdsformer og Katherine Richardsons forskning. Eleverne ser filmen "No Impact Man" og samler efterfølgende fælles op i klassen, hvor casen eventuelt også kan drøftes.

Undersøgelsesforslag 1: Tag stilling til global opvarmning (2-6 lektioner)

Eleverne undersøger global opvarmning, danner holdninger og diskuterer, hvad der er skyld i opvarmningen.

Undersøgelsesforslag 2: Havets optagelse af CO₂ fra atmosfæren (2-4 lektioner)

Eleverne undersøger, hvordan udvekslingen af CO₂ mellem hav og atmosfære foregår, og hvordan havets pH-værdi påvirkes, hvis det optager meget CO₂.

Alle undersøgelser kan skaleres op eller ned i forløbet.

Undersøgelsesforslag 1: Tag stilling til global opvarmning

Eleverne undersøger, hvad der er skyld i den globale opvarmning, og danner en holdning, de kan argumentere for.

Formål

Eleverne opnår viden om global opvarmning og lærer at undersøge, hvad den skyldes.

Fremgangsmåde

Læreren kan sætte scenen for undersøgelsen ved at stille eleverne disse spørgsmål: Har temperaturstigningerne indtil nu været skabt af mennesker? Kan der være en naturlig forklaring på, at en så gigantisk isklump som beskrevet i casen kan vriste sig løs?

Læreren kan herefter opfordre eleverne til med afsæt i disse spørgsmål at undersøge, hvad der er skyld i den globale opvarmning og argumentere for deres fund. Første skridt er at dele eleverne i et lige antal grupper, så alle grupper har en makkergruppe.

Opgaven lyder nu på, at den ene halvdel af grupperne skal argumentere og finde dokumentation for, at global opvarmning er menneskeskabt, mens den anden halvdel gør det modsatte og argumenterer og finder dokumentation for, at opvarmningen har en naturlig forklaring. Eleverne kan for eksempel:

- Undersøge CO₂-udslip i eget hjem ved at aflæse elmåleren med et døgn mellemrum og trække tallene fra hinanden. I Danmark udledes i gennemsnit et halvt kilo CO₂ for hver kWh, vi forbruger. Derfor skal tallet fra

elmåleren divideres med to for at se hjemmets CO₂-udledning (kg CO₂) på et døgn. Eleverne kan sammenligne tallene med hinanden og finde forklaringer på forskellene.



- Undersøge eget klimaaftryk via footprintcalculator.org/

Læreren kan forklare grupperne, at de skal benytte undersøgelserne til at finde argumenter for den holdning, de skal forsvare. Det kan de eksempelvis gøre med et kort oplæg på et til to minutter, der inddrager undersøgelsesresultaterne, og som alle i gruppen er i stand til at holde. Eleverne må gerne udarbejde og præsentere datafremstillinger, figurer eller andre former for dokumentation for deres argumenter i forbindelse med oplægget.

Som fælles opsamling kan klassen drøfte spørgsmål som: Hvad er forskellen mellem at tro og at vide? Kan vi opstille kriterier for viden? Og hvorfor er det vigtigt at have kriterier for viden i klimadebatten? Efter opsamlingen skal eleverne stemme med fødderne og gå i hvert sit hjørne med hver sin overskrift. Det kunne være:

- Den globale opvarmning er menneskeskabt.
- Den globale opvarmning har naturlige forklaringer.
- Den globale opvarmning har både naturlige forklaringer og er menneskabt.
- Jeg mener noget andet (her bliver eleverne spurgt om deres synspunkt).

Efter afstemningen med fødder bliver forskellige argumenter hørt, og klassen kan herefter forsøge at nå til enighed. På den led kan eleverne få en oplevelse af processerne i FN's klimapanel eller på politikeres klimatopmøder, som typisk også gerne skal munde ud i en fælles holdning eller beslutning.

Læreren kan eventuelt også gøre det til en del af opsamlingen at spørge eleverne, hvordan de med afsæt i deres undersøgelser af egne CO₂-udslip og forklaringer på forskelle til andres udspil nu tænker, at de kan reducere CO₂-udledningen derhjemme. Det kan eventuelt være afsæt for nye undersøgelser af særlige indsatser som for eksempel at slukke for elektriske apparater i hjemmet i stedet for at have dem på standby for en periode.



Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag 1

- Elmåler
- Lommeregner
- Ur
- Papir og blyant

Undersøgelsesforslag 2: Havets optagelse af CO₂ fra atmosfæren

Eleverne undersøger, hvordan havet optager CO₂ fra atmosfæren.

Formål

Eleverne tilegner sig viden om udvekslingen af CO₂ mellem hav og atmosfære, og om hvorvidt havets optagelse af CO₂ påvirker pH-værdien i vandet.

Fremgangsmåde

Læreren kan indlede undersøgelsen med en faglig rammesætning og forklare, at næsten halvdelen af den CO₂, vi udleder, bliver optaget i havet, og at det er med til at begrænse drivhuseffekten. Men i takt med at vi udleder mere og mere CO₂, kan havet ikke optage CO₂, uden at det påvirker pH-værdien. Det betyder, at havet forsures, og det ændrer livet i havet markant.

Eleverne kan erfare sammenhængen med en undersøgelse af danskvand i tre variationer.

I den første variation kan eleverne åbne en kold danskvand. Det er tydeligt, at der bobler en luftart ud af den. At det er carbondioxid, påvises let ved at til-sætte CO₂-indikator. Det er også let at se, at når flasken rystes, bobler der mere CO₂ ud af den – indikatoren går fra gul til orange. Det svarer til, at CO₂ let opløses i havet, men også let forsvinder igen – for eksempel i et oprørt hav – og at der derfor foregår en konstant udveksling mellem atmosfæren og ha-vet.

I den anden variation kan eleverne se, at der kan opløses mere carbondioxid i koldt vand end i varmt vand. De kan hælde danskvand op i et glas, der lang-somt varmes op. Undervejs kan eleverne iagttage, at det bobler mere og mere, når temperaturen stiger. Hvis de hælder indikator i glasset, vil de konstatere et farveskifte fra gult over orange mod rødt.

I den tredje variation kan eleverne hælde cirka 200 ml CO₂-indikator i en kolbe og føre den ene ende af en slange helt ned i kolbens bund. Ved at blæse forsigtigt og kontinuerligt gennem slangen ned i kolben kan eleverne få farven til at skifte fra rød til gullig. Forklaringen er, at menneskers udåndingsluft in-deholder CO₂, og ved at blæse i slangen efterligner eleverne processen, hvor havet optager CO₂ fra atmosfæren.

Efter at have gennemført de tre variationer kan eleverne forsøge at forklare, hvordan udvekslingen af CO₂ mellem havene og atmosfæren foregår.

Til sidst kan eleverne undersøge ændringer i pH-værdi i en undersøgelse med almindeligt vand på denne måde: Tre ml vand hældes i et reagensglas. Derefter tilsættes to dråber bromthymolblåt (BTB). Eleverne kan nu puste i væsken i reagensglasset med et sugerør, indtil der sker et farveskifte. Hvordan kan de på baggrund farveændringen forklare, hvad CO₂ gør ved pH-værdien?



Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag 2

- CO₂-indikator
- Danskvand
- Glas, kolbe og reagensglas
- Sugørør og plastikslinge
- Bromthymolblåt (BTB) eller pH-indikatorstrips.

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 8. 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 i 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:

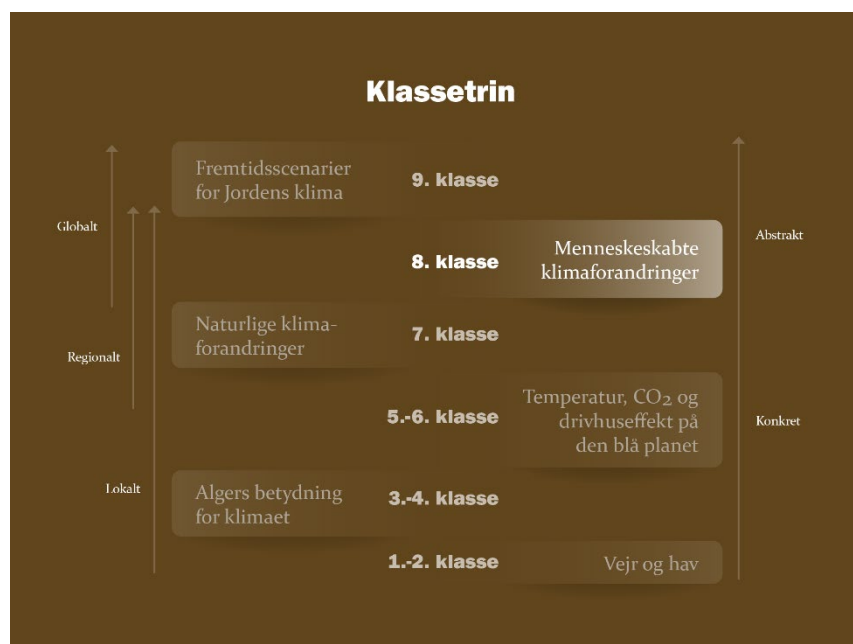


Illustration: Temaets progression gennem seks inspirationskataloger på langs af skoleforløbet.

Du står med en del af en samlet videnspakke

Alle materialer kan findes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabstrategien



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 temamagasin

10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasin præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.



Podcasts



60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)