

VERDENS HAVENE

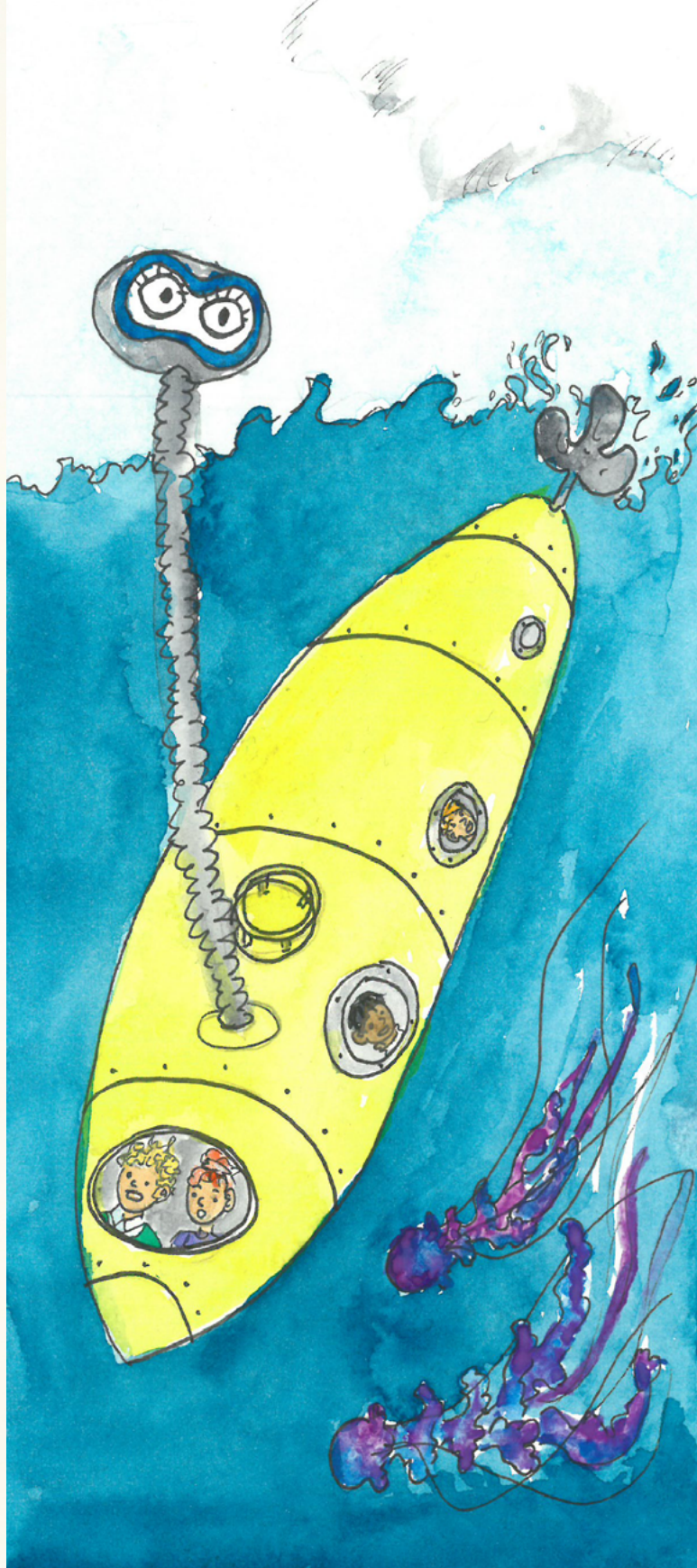


Verdenshavene

Man kan let få fornemmelsen af uendelighed og permanens når man observerer havets umådelige omfang, men verdenshavene er i hastig forandring. I denne time dykker vi under overfladen på nogle af de overordnede udviklinger i havene: opvarmningen, forsureningen, iltsvindet, forureningen og overfiskningen.

Der er meget at tage fat på og forholde sig til, så det er vigtigt at prøve at balancere stoffet, så grundproblematikkerne står klart for eleverne samtidig med, at det ikke bliver uoverskueligt. Verdenshavene er et kæmpe emne som er svært at afdække i sin helhed på tre timer. Du kan evt. droppe nogle af videoerne, hvis du har brug for mere tid, og eleverne allerede kender til videoens indhold. Det kan også være en god idé at tage udgangspunkt i de emner, du selv synes er interessante og gå i dybden med dem i stedet for at prøve at nå igennem alt materialet.

Dette er en time, hvor der findes mange forskellige vinkler og rigtig meget ekstra materiale, så der er masser af muligheder for at tilpasse forløbet. Brug f.eks. [Google Earth's "Ocean Layer"](#) til at dykke virtuelt ned under havets overflade. Kig



på [National Geographic's materialer](#) om havet eller træk på den danske organisation [Plastic Change's vidensbank](#). Kunsten må være at åbne op for en forståelse af den altafgørende rolle, verdenshavene spiller i Jordens system samtidig med at formidle havets poetiske dimension, dets mange mysterier og fascinerende fremmedhed.

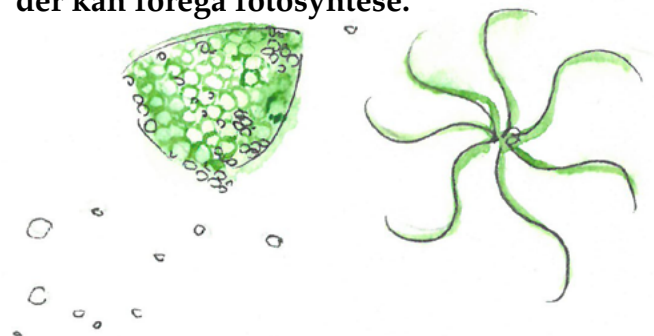
Jeg slutter ofte af med at vise dokumentaren ["Mission Blue"](#), som er et portræt af marinbiologen [Sylvia Earle](#) og hendes kamp for at oprette naturreservater i havet. Hendes historie er spændende i sig selv, men filmen giver også en god indsigt i udviklingen i havene igennem de sidste årtier, og så giver den en lille smule håb efter de mange dårlige nyheder. Du kan finde alternativer til denne dokumentar og andre af timens indslag i [materialebanken](#) – der findes et hav af relevant materiale, så det er næsten kun fantasien, der sætter grænser.

FORSIDESLIDE: Introducér dagens emne og spørg ind til hvad eleverne allerede ved om de forandringer, der sker i havene lige nu. Plastik har været diskuteret en del i medierne, men hvilke problematikker kender de ellers til? Hvad ved de om den rolle havet spiller i reguleringen af Jordens klima? Hvad tænker de på, når de tænker på havet?

1 Fortæl hvordan vi i dag skal undersøge den rolle verdenshavene spiller i reguleringen af Jordens klima og se hvordan, vi mennesker påvirker havene. Introducér forløbet i dagens lektion og de emner, vi skal kigge nærmere på. Her kan du også overordnet beskrive havets rolle i Jordens system: **verdenshavene** rummer ca. 97% af alt det vand, der findes på planeten og udgør derfor også hoveddelen af hydrosfæren. Havene dækker omkring 71% af jordens overflade og absorberer og forde-ler størstedelen af den energi der strøm-mer til Jorden fra Solen. Derfor er det der sker i havene lige nu også af afgørende betydning for, hvordan den antropocæne tidsalder udvikler sig...

2 Du kan f.eks. spørge om eleverne kan benævne de fem verdenshave: Stillehavet, Atlanterhavet, Det Indiske Ocean, Ishavet (det Arktiske Hav), Det Sydlige Ishav (Sydhavet). Når man snakker om "de syv have" er det fordi man så inddeler havene anderledes, f.eks. i det sydlige og nordlige Stillehav og Atlanterhav. Fortæl f.eks. også om **mængden af arter i havene**: det anslås, at der findes 2,2 millioner arter i havene (men 95% af verdenshavene er uudforskede), **fytoplanktons regulering af atmosfærens iltindhold**: de producerer mindst 50% af al den ilt der er i luften, og havenes funktion som **fordeler af solens energi** (du kan evt. koble til lektionen Jordens System

Når man dykker ned i havet kommer man først ned i den **fotiske zone**, hvor der er nok sollys til, at der kan foregå fotosyntese.



Her lever **fytoplankton** (planteplankton) som er alger der binder CO₂ i organisk stof ved fotosyntese. De er første led i **havets fødekæde** og bliver spist af alt fra zooplankton (eller dyreplankton) og vandlopper til hvaler.



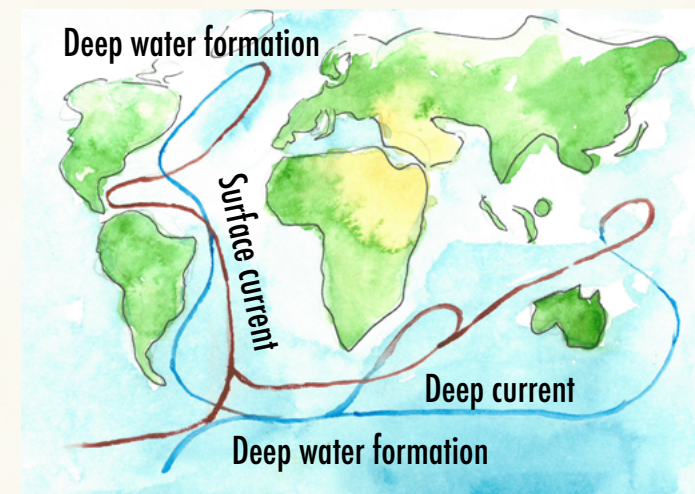
Klimaforandringerne påvirker fytoplankton og havets kulstofkredsløb på forskellig vis – mængden af plankton er for nedafgående og det ser ud til at **fortsætte, efterhånden som havene bliver varmere**.

De forandringer, der sker med havets plankton, vil forandre grundlaget for livet både i havet og på landjorden.

og forståelsen af klima som fordelingen af energi i Jordens globale økosystem).

Afspil videoen (6:00 min).

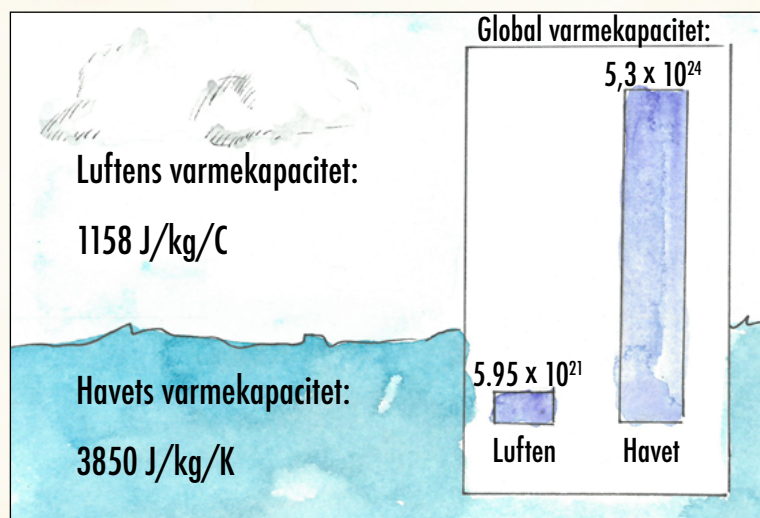
3 Fortæl om den **termohaline cirkulation**: klodens havstrømme hænger sammen i et kredsløb der drives af undersøiske "vandfald" ved polerne, hvor koldt og saltholdigt vand synker mange kilometer ned mod havbunden. Når varme havstrømme flyder fra ækvator mod nord og syd øges



saltindholdet igennem fordampning (termo = varme og halin = salt), hvilket øger vandets massefylde så meget, at det synker når det køles til under 0 °C ved polerne. Den globale opvarmning **påvirker den termohaline cirkulation** ved både at opvarme havoverfladen og gøre havvandet mindre salt – begge processer dæmper kraften i de undersøiske vandfald ved polerne.

Afspil videoen (5:03 min).

4 Havets varmekapacitet, eller varmekapacitet, er mange gange højere end atmosfærens, og langt størstedelen af den ekstra energi, der tilføres klimasystemet pga. den globale opvarmning, ophobes i havene. Selv små ændringer i havets varmeoptag kan ændre atmosfærens temperatur betydeligt. Havet kan ikke blive ved med at optage varme ligeså hurtigt, som det gør i dag, og derfor kan opvarmningen af atmosfæren på et tidspunkt begynde at gå hurtigere. Samtidig "forsvinder" den varme der optages i havene ikke, den bliver afgivet tilbage til atmosfæren i fremtiden. Det er derfor, man med temmelig stor sikkerhed kan sige, at atmosfæren vil blive 0,5 °C varmere, end den er i dag, selv hvis man stoppede al CO₂ udledning øjeblikkeligt – ligesom det tager tid for en grydefuld vand at køle ned, når den har kogt, tager det tid for den energi, der er ophobet i havene at cirkulere igennem havene.



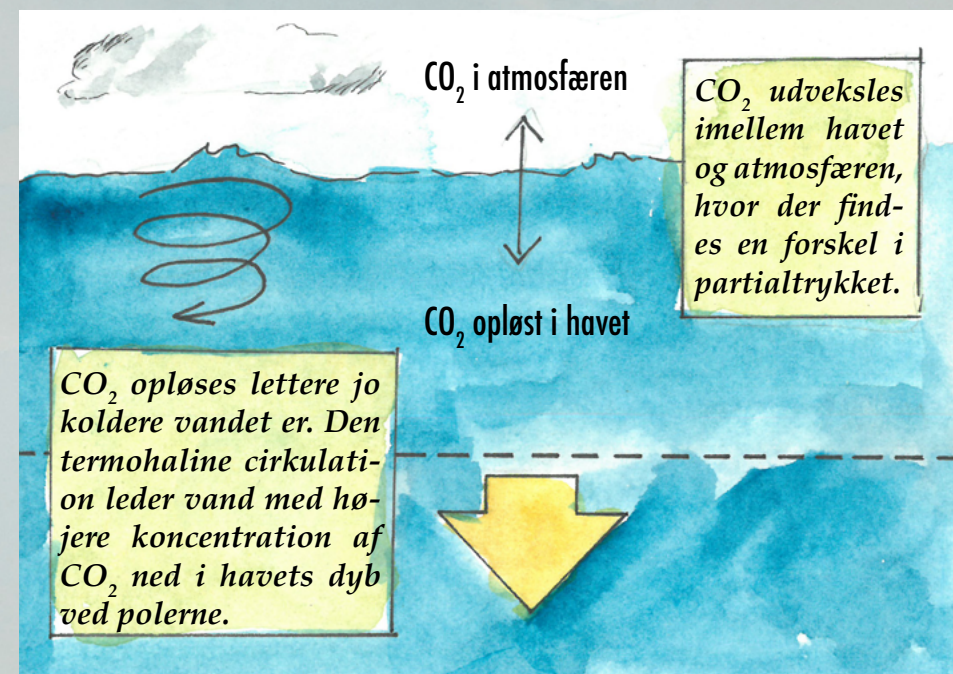
Når man tager havets og atmosfærens masse og størrelse i betragtning er havets varmekapacitet ca. 1000 gange større end atmosfærens.

ere, end den er i dag, selv hvis man stoppede al CO₂ udledning øjeblikkeligt – ligesom det tager tid for en grydefuld vand at køle ned, når den har kogt, tager det tid for den energi, der er ophobet i havene at cirkulere igennem havene.

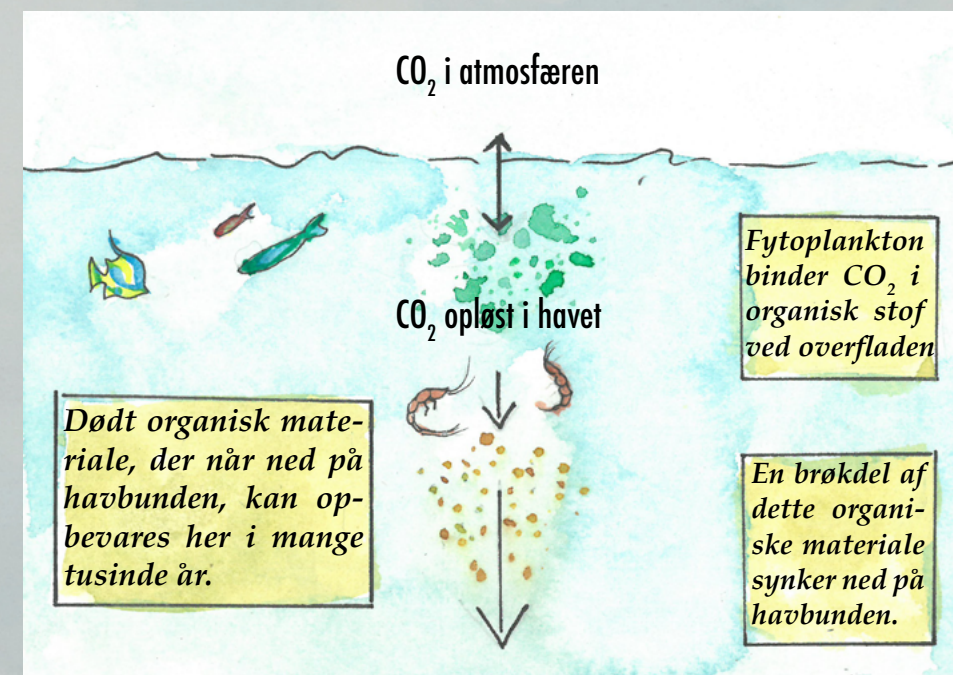
Afspil videoen (3:49 min).

FORSIDESLIDE. Spørgsmål?

5 Introducé havets "kulstofpumpe". Det anslås at havets kulstofpumpe fjerner op til 2,6 milliarder tons CO₂ fra atmosfæren hvert år. Efterhånden som havenes evne til at optage CO₂ mættes, vil der opløses mindre CO₂, og atmosfæren vil blive opvarmet hurtigere.



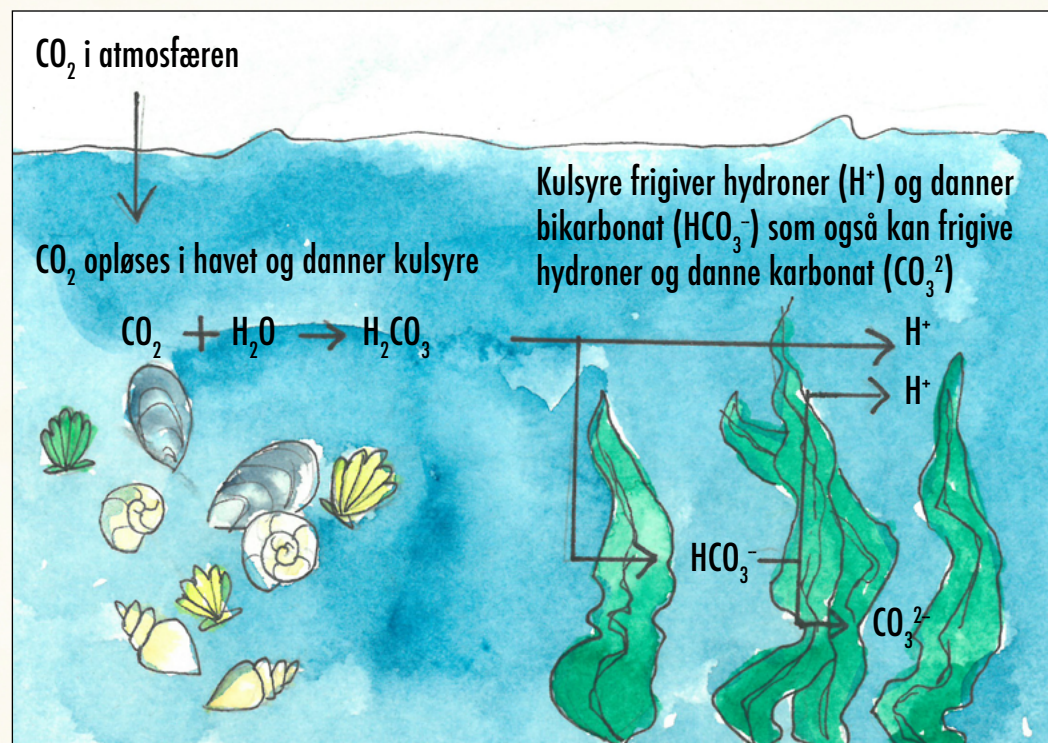
Den fysiske kulstofpumpe



Den biologiske kulstofpumpe

6 Når CO_2 opløses i havet, **påvirker det de kemiske processer i havvandet**. Kulddioxid går i forbindelse med havvandet og danner kulsyre. Kulsyre frigiver hydroner (brintioner) og danner bikarbonat (hydrogenkarbonat), som igen kan frigive hydroner og danne karbonat. Disse reaktioner er i kemisk ligevægt, så jo mere

Når pH-værdien falder, ændres balancen imellem bikarbonat og karbonat. Hydroner, der frigives af kulsyre, går så i højere grad i forbindelse med karbonat og danner bikarbonat. Dette gør karbonat mindre tilgængeligt for havets kalkdannende organismer, der bruger karbonat-ioner til at danne calciumkarbonat (CaCO_3) i deres skelletter og skaller.



De kemiske reaktioner der ligger bag forsuren af havene

kuldioxid der opløses i havet, jo flere hydroner dannes der. Når mængden af hydroner (som afgør væskers pH) øges, falder havvandets pH-værdi. Det vil sige, at når indholdet af CO_2 i havene stiger, bliver havvandet mere surt.

end nogensinde før i historien. Hvis CO_2 udledningen fortsætter i samme gear som hidtil, vil havene være forsuret 170% i år 2100 sammenlignet med år 1750.

Afspil videoen (5:34 min).

Siden begyndelsen på den industrielle revolution er **havets pH faldet fra 8,2 til 8,1**. Da **pH-skalaen er logaritmisk**, svarer det til en forsurening på omkring **30% siden 1750**. Paleoklimatisk forskning viser, at pH-værdien ikke har været så lav **de sidste 300 millioner år**. Samtidig foregår forsuren af havet **50 gange hurtigere**

HVEM UNDERVISER DU?

Nogle af emnerne i denne time har et højt detaljeniveau. Det er vigtigt at tilpasse materialet til den gruppe, der undervises: de overordnede problematikker vedrørende de forandringer, der foregår i havene, kan udmærket forstås, selvom nogle af detaljerne i de forskellige mekanismer udelades.

Timen er tilrettelagt sådan, at slide 1-4 omhandler havet overordnet betragtet: havet som fordeler af solens energi, cirkulationen af havsstrømmene og havets varmekapacitet. Herefter er der indsat et forsideslide, hvor du kan lave et forståelsestjek.

Slide 5-7 går i dybden med CO_2 i havene: kulstofkredsløbet og forsuren. Herefter er der igen et forsideslide, hvor du kan tjekke forståelsen.

Slide 8-10 omhandler hver et emne som i sig selv kan udfoldes i flere detaljer, end jeg har lagt op til her: dødzoner, plastik og overfiskning kunne sagtens være udgangspunkt for en mere dybdegående undersøgelse og diskussion. Der findes masser af materiale, der kan understøtte en grundigere undersøgelse.

Det vigtigste er at skabe en helhedsforståelse af de forskellige måder, vi mennesker påvirker havet.

7 Fortæl om, hvordan forsuren af verdenshavene **påvirker livet i havet**. F.eks sænker det hastigheden, hvormed kalkdannende organismer, såsom muslinger, østers, havsnegle, fytoplankton, søstjerner og koraller, kan bygge deres skeletter og skaller. I nogle tilfælde kan en øget surhedsgrad endda nedbryde disse organismers skaller hurtigere, end de kan bygge dem. Mange havdyrs sundhed bliver påvirket negativt af surere havvand, da de skal bruge mere energi på at opretholde vitale funktioner. F.eks. påvirkes blæksprutters iltoptag, imens nogle fisks evne til at finde vej nedsættes. Mange æg og larver kan ikke udvikles ordentligt under surere forhold. Hvis udviklingen fortsætter, vil mange arter af små havsnegle ikke længere være i stand til at overleve i store

områder af havet ved udgangen af dette århundrede. Et kollaps af populationen af havsnegle vil have katastrofale følgevirkninger igennem hele fødekæden, da de spises af alt fra krill til hvaler. Billedet under teksten på slide 7 viser en **havsnegl (pteropod) som opløses i vand med samme pH-værdi, som forventes i 2100**, hvis forsuren fortsætter.

Mange organismer er særligt sårbare overfor klimaforandringerne, da de både påvirkes af forsuren og af stigningen i havtemperaturen. Hertil kommer andre former for forurening samt overfiskning. Koraller er hårdt ramt: **mindst en femtedel af verdens koralrev er allerede forsvundet**, og **75% af klodens rev er truede**. Udsigten er, at samtlige koralrev vil være truede i

år 2050 pga. klimaforandringer, overfiskning og forurening. Ved 2 °C opvarmning, som er Parisaftalens øvre grænse, vil **99% af klodens koralrev forsvinde**.

Koraller er opbygget af små polypper, som indgår i en symbiose med en alge, der hedder *zooxanthel*. Algerne lever i korallernes væv og giver til gengæld glukose tilbage, som de producerer ved fotosyntese. Når havtemperaturen overstiger en vis grænse, eller korallerne udsættes for stress, udstøder de algerne. Så skifter korallerne farve og bliver hvide. Algerne producerer op til 90% af korallernes energibehov, så ved langvarig stress sulter korallerne ihjel. Når havvandet i længere perioder overstiger normalen for sommermånederne, kan der forekomme blegning

°C

Termisk stress er årsag til koral-blegning

Blegning af koralrev er ikke nødvendigvis dødeligt og korallerne kan godt komme sig, hvis havtemperaturen falder igen indenfor et par uger. Men jo hyppigere blegningen forekommer, jo sværere er det for korallerne at rehabilitere.



af koraller i stor skala. Siden den første dokumenterede globale blegning af koraller i 1982-3 er *mass bleaching events* blevet hyppigere. Great Barrier Reef har gennemgået masse-blegning i 2016, 2017 og 2020, og mere end halvdelen af revet er nu forsvundet. Fortsætter tendensen, kan revet forsvinde helt i løbet af de næste årtier.

Afspil video 1 (1:37 min).

Fortæl evt. om dokumentaren *Chasing Coral* og projektet med at tage timelapse fotografier af et *mass bleaching event*.

Afspil video 2 (2:55 min).

FORSIDESLIDE: Spørgsmål? **Bemærk:** der foregår et skift i de næste slides: hvor de forrige gik i detaljer, beskrives problema-

tikkerne i de næste tre slides mere overordnet.

8 Denne slide introducerer problematikken omkring *iltsvindet i havene*. Dette problem har to hovedårsager:

1) Udledning af næringsstoffer og kvælstof fra spildevand, landbrug og afbrænding af fossile brændstoffer. For mange næringsstoffer forårsager en *opblomstring af fytoplankton*, og nedbrydningsprocessen af døde alger fjerner ilt fra havet. Dette skaber regionale "dødzoner", som er blevet almindelige langs kontinenternes kyster, hvor de fleste havdyr ikke kan overleve.

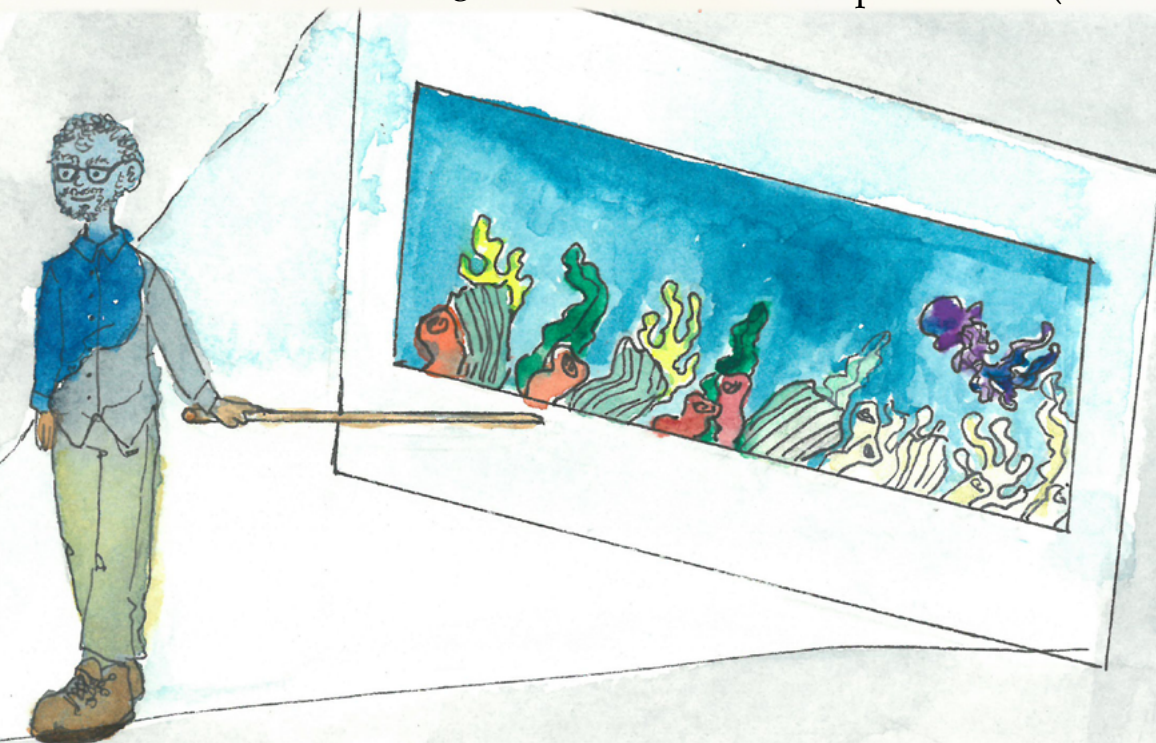
2) Opvarmningen af havene som konsekvens af klimaforandringerne. *Varmere*

havvand er mere iltfattigt og har en tendens til at lagdeles, hvilket tilfører mindre ilt til havets dybder (lagdelingen af havets vandmasser er *øget 5,3% de sidste 50 år*).

Områder med lavt iltindhold vokser hvert år og det anslås at *iltniveauet i havene er faldet 2% siden midten af det 20. århundrede*. Iltsvind har allerede medført en målbar nedgang i antallet af fisk og biodiversitet mange steder. En nedgang i havvandets iltindhold ændrer havenes økosystemer og udbredelsen af fiskearter. Samtidig kan iltfattigt vand dybt i havet danne drivhusgasser, som kan slippe tilbage til atmosfæren. Konsekvenserne for samfund, der er afhængige af fiskeri, er altså gennemgribende.

Afspil videoen (4:41 min).

Vi ser som regel kun overfladen når vi oplever havet, men teknologi kan lade os se med andre øjne – også processer man ikke kan se med det blotte øje i real-time. Dokumentaren *Chasing Coral* viser ved hjælp af timelapse fotografier, hvordan koraller bleges. Der findes efterhånden også en del virtual reality platforme og 360° filmoplevelser, som viser hvordan klimaforandringerne påvirker havene (se f.eks. *The Hydrous* eller *Conservation Internationals VR historier*).



9 Her kan du fortælle om hvor meget plastik, der ender i havene og hvordan – brug f.eks. **vidensbanken på Plastic Change's hjemmeside** eller **Plastic Ocean's materiale**. Omkring **12 millioner tons plastik** ender i havene hvert år, svarende til mere end **16 indkøbsposer fyldt med plastik per meter kystlinje på globalt plan** (hvis man ekskluderer Antarktis). Meget af denne plastik ender i fødekæden efterhånden, som den bliver nedbrudt, f.eks. regner man med, at **90% af alle havfugle har plastik i kroppen**. Stikprøver viser, at der er plastikrester i ca. **hver fjerde fisk solgt på markeder i USA og Indonesien**. Det anslås, at **80% af al plastik i havene kommer fra landbaserede aktiviteter**, som industri, dumping og spildevand, imens de resterende **20% tilskrives fiske-, shipping- og olie-industrien**.

Afspil videoen (12:18 min). Et alternativ er kortfilmen **Out of Plastic** (19:46 min). Du kan også vise dokumentaren **"The Story of Plastic"** (1t 35min), hvis du ønsker at stille skarpt på dette emne.

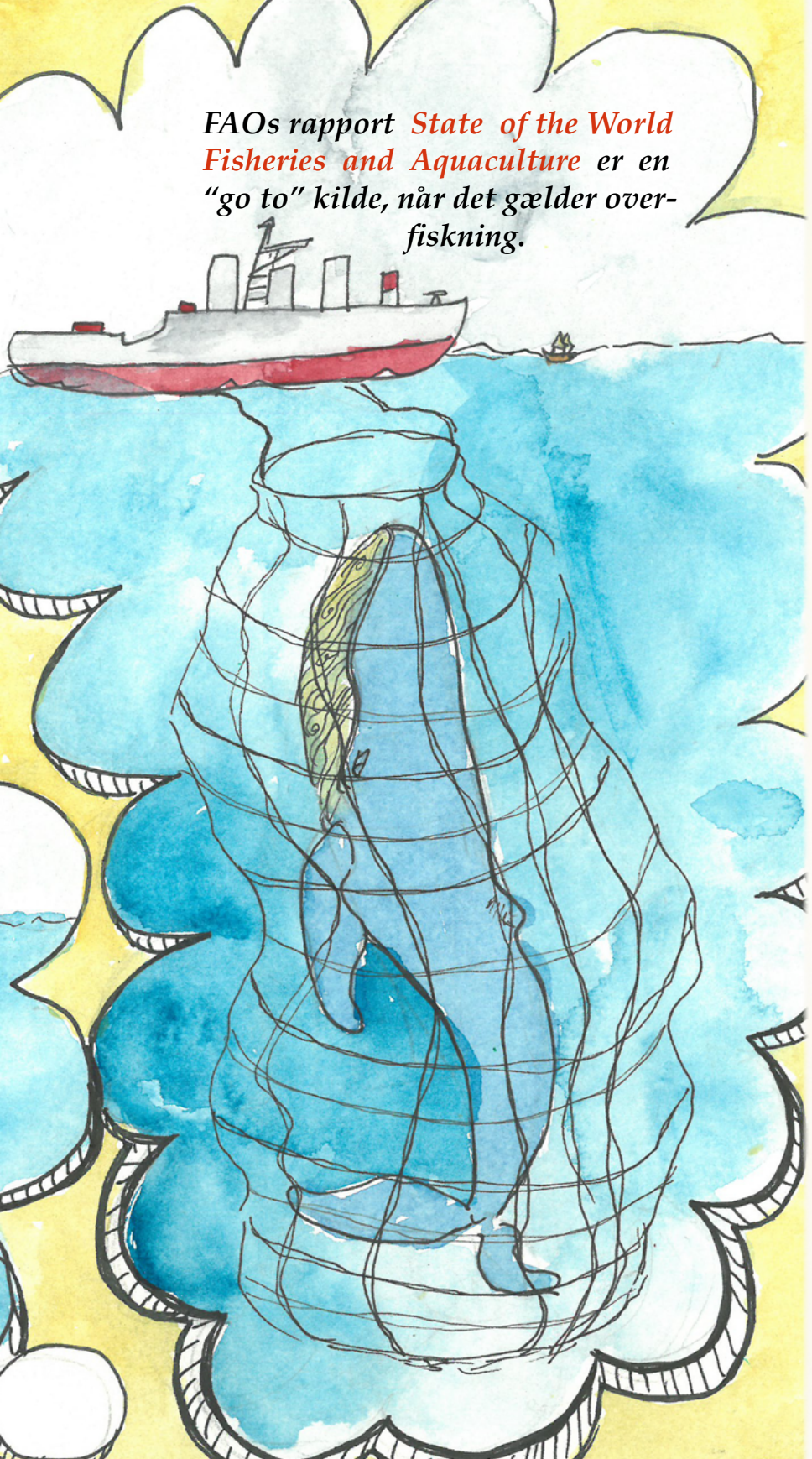
10 Fortæl om overfiskningen af havene: **ifølge FAO** er **34,2% af havenes fiskebestande overfiskede** og **93,8% af bestandene er "fuldt fiskede"**. Samtidig anslås det, at **hver tredje fisk går til spildevand som bifangst eller når at rådne, inden den kan blive spist**.

Afspil videoen (4:27 min).

FORSIDESLIDE. Vi holder et kvarters pause. Du kan evt. introducere dagens dokumentar efter slide 10, så I kan starte med det samme efter pausen.

11 Introducér **Sylvia Earle** og dokumentaren **"Mission Blue"**. Afspil filmen (1t 36min).





FAOs rapport *State of the World Fisheries and Aquaculture* er en "go to" kilde, når det gælder overfiskning.

12 Afrundende diskussion af filmen og dagens emne. Henvisninger til hjemmesiden og baggrundsmateriale. **Bemærk:** For at skabe balance i materialet og undgå informations-overload, er nogle emner der vedrører klimaforandringerne konsekvenser for havet udeladt. F.eks. berører denne lektion ikke stigningen af vandstanden i verdenshavene. Det kigger vi så til gengæld på i timen "Jordens system".

Baggrundsmateriale

Fagmaterialer online

Prezi-præsentation: <https://prezi.com/view/zB5LuGCoRsh9JzpBk8Xx/>

Materialebank: <https://klodenkalder.tumblr.com/search/kk-oceans>

Opsummering af havets rolle i Jordens klimasystem

Raymond W. Schmitt (2018) *The ocean's role in climate*, Oceanography, vol. 31, no. 2, pp. 32–40. Se: https://tos.org/oceanography/assets/docs/31-2_schmitt.pdf

Hvordan klimaforandringerne påvirker havene

David Archer og Stefan Rahmstorf (2010) "How the oceans are changing" i *The Climate Crisis – An Introductory Guide to Climate Change*, Cambridge University Press

Havenes tilstand og rolle i økologiske og menneskelige systemer

Bollmann et al. (2010) *World Ocean Review 1*, Maribus. Se: https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor1/WOR1_en.pdf

Hans-O. Pörtner et al. (2014) "*Ocean Systems*" i *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Fifth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press. Se: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/ocean-systems/>

Konsekvenserne af et varmere hav for planter, dyr og mennesker

IPCC (2019) *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, IPCC. Se: <https://www.ipcc.ch/srocc/>

Daniel Laffoley og JM Baxter (2016) *Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences*, IUCN. Se: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-046_0.pdf

Hyperlinks

Google Earth Ocean Layer: <https://bit.ly/30E5ffq>
National Geographic's materialer: <https://www.nationalgeographic.com/environment/oceans/>
Plastic Change's vidensbank: <https://plasticchange.org/knowledge-center/>

Mission Blue: <https://mission-blue.org/>

Sylvia Earle: <https://www.britannica.com/biography/Sylvia-Earle>

Verdenshavene: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ocean>

Mængden af arter i havene: <https://www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110823180459.htm>

Fytoplankton, iltproduktion: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-oxygen.html>

Havene fordeler solens energi: <http://www.waterencyclopedia.com/Ce-Cr/Climate-and-the-Ocean.html>

Den fotiske zone: https://en.wikipedia.org/wiki/Photic_zone

Fytoplankton: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton>

Havets fødekæde: <https://denstoredanske.lex.dk/hav%C3%B8kologi>

Fytoplankton påvirkes af klimaforandringerne: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-93284-2_5

Fytoplankton og temperatur: <https://phys.org/news/2019-05-phytoplankton-decline-coincides-temperatures-years.html>

Den termohaline cirkulation: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermohaline_circulation

Global opvarmning og havenes cirkulation:

http://www.pik-potsdam.de/~stefan/thc_fact_sheet.html

Energiophobning i havene: <https://www.dmi.dk/klima/temafor-side-energiens-rejse-i-klima-systemet/energiophobning-i-klimasystemet/>

Havets termiske inert: <https://skepticalscience.com/climate-inertia.html>

Havet vs. luftens varmekapacitet: <https://scholarsandrogues.com/2013/05/09/csfe-heat-capacity-air-ocean/>

CO₂ kulstofpumpen fjerner årligt: http://www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2017/03/ocean-carbon-pump_07-2.pdf

CO₂ påvirker havets kemi: https://aktuelt.naturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-5/an5-2006surt-hav.pdf

pH-skalen: <https://pmel.noaa.gov/co2/story/A+primer+on+pH>

Forsuring siden den før-industrielle tid: <https://science2017.globalchange.gov/chapter/13/>

Forsuring i paleoklimatisk perspektiv: http://www.igbp.net/download/18.30566fc6142425d6c91140a/1385975160621/OA_spm2-FULL-lorenz.pdf

Forandringerne hastighed: <https://nca2014.globalchange.gov/report/our-changing-climate/ocean-acidification>

Forsuringen påvirker livet i havet: <https://reefresilience.org/stressors/ocean-acidification/biological-impacts-of-ocean-acidification/>

Havsnegl opløses: <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/What+is+Ocean+Acidification%3F>

1/5 af koralrev er forsvundet: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/coral-reefs-we-continue-take-more-we-give>

3/4 af koralrev er truede: <https://reefresilience.org/reefs-are-at-risk/>

99% af alle rev forsvinder ved 2 °C: <https://climate.nasa.gov/news/2865/a-degree-of->

concern-why-global-temperatures-matter/
Mass bleaching event: <https://reefresilience.org/stressors/bleaching/mass-bleaching/>

Chasing Coral: https://www.chasingcoral.com/Iltsvindet_i_havene: <https://www.iucn.org/theme/marine-and-polar/our-work/climate-change-and-oceans/ocean-deoxygenation>

Lagdelingen af havene de sidste 50 år: <https://insideclimatenews.org/news/28092020/ocean-stratification-climate-change>

Iltniveauet er faldet 2%: <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ocean-deoxygenation>

Oplomstring af fytoplankton: https://en.wikipedia.org/wiki/Algal_bloom

Varmere vand er mere iltfattigt: <https://www.carbonbrief.org/guest-post-how-global-warming-is-causing-ocean-oxygen-levels-to-fall>

The Hydrous: <https://thehydro.us/>

Conservation International VR: <https://www.conservation.org/stories/virtual-reality>

Plastic Change's vidensbank: <https://plasticchange.org/knowledge-center/plastic-in-the-ocean/>

PlasticOcean's vidensbank: <https://plasticoceans.org/plastic-pollution-info-resources/>

Plastik i havene 1: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-001-En.pdf>

Plastik i havene 2: <https://theconversation.com/eight-million-tonnes-of-plastic-are-going-into-the-ocean-each-year-37521>

Plastik i hver fjerde fisk: <https://www.nature.com/articles/srep14340>

Out of Plastic, kortfilm: <https://youtu.be/qyB3UR2EUyA>

"The Story of Plastic": <https://www.storyofplastic.org/>

FAO rapport om overfiskning: <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>

Velkommen til en virtuel rejse gennem Jordens system, som stiller skarpt på, hvordan det står til med naturen set i det store perspektiv – og menneskets rolle i de forandringer der er undervejs på vores klode. Denne publikation er tænkt som en vejledning og rejseplan for undervisere, studerende, autodidakte og andre videbegærlige, der ønsker at forstå Jordens økosystem og de planetære forandringer vi står midt i. Den virtuelle rejse er udviklet som en del af faget Kloden Kalder som jeg underviser på Ry Højskole. Rejsen introducerer nogle af økologien og klimavidenskabens grundkoncepter for at forstå, hvordan det går med planeten målt på parametre som biodiversitet, temperatur, isdække, kulturel diversitet og naturens lydlandskaber.

Forløbet er tilrettelagt som et crash course, der i løbet af ni lektioner på cirka tre timer hver, giver en forståelse af de dynamikker der ligger bag de globale forandringer der er i gang i naturen, samt et indblik i hvad videnskaben fortæller om hvordan Jordkloden vil ændre sig de kommende årtier. Hver lektion introducerer et emne som ved hjælp af en Prezi-præsentation bliver en audiovisuel rejse gennem Jordens forskellige sfærer. Præsentationerne kan tilgås via hjemmesiden klodenkalder.com og indeværende vejledning uddyber det materiale der fremvises. Vejledningen skal derfor læses i sammenhæng med Prezi-præsentationerne, som er det primære undervisningsmateriale. Stort set alt det materiale der indgår i den virtuelle rejse er open source og frit tilgængeligt. Jeg håber du vil benytte dig af enhver mulighed for at sakse, remixe, dele eller anbefale materialet.

Kloden Kalder er et fag der har sit udspring i en frustration over den offentlige debat om klimaforandringerne. Alt for længe har klimaet været omtalt, diskuteret og forklaret i tekniske og videnskabelige termer der har et meget højt abstraktionsniveau. Det er et dårligt udgangspunkt for en bred folkelig forståelse og opbakning til den omstilling i vores individuelle og fælles liv, der er nødvendig for at undgå at ende der, hvor vi er på vej hen. Materialet der indgår i den virtuelle rejse er derfor udviklet med henblik på at gøre klimaforandringerne forståelige for sanserne og kroppen. Målet har været at styre udenom abstraktionerne og prøve at italesætte miljøet i dets eget sprog: hvordan lyder det når biodiversiteten ændres, eller hvordan ser det ud når en hedebløge skyller gennem havet, og kan vi leve os ind i den verden der forsvinder, når et sprog forstummer?

Jeg håber, at dette materiale kan være med til at levendegøre de forandringer, vi står overfor og kvalificere samtalen om klimaet, fremtiden, naturen og vores plads på Jorden som en enkelt node i livets store fællesskab. Kloden kalder – vi må lære at lytte, for at forstå hvor vi er på vej hen.

Jeppe Graugaard



Introduktion til den virtuelle rejse

Kloden Kalder er et fag der handler om hvad der sker med naturen på kloden lige nu og hvor vi finder alternativerne til forbrugssamfundet. Faget består af flere moduler, hvoraf den virtuelle rejse er den del der danner grundlaget for en forståelse af naturens tilstand, global økologi og klimavidenskab. Den virtuelle rejse består af ni Prezi-præsentationer som hver introducerer forskellige dele af, og perspektiver på, Jordens system. Denne undervisningsvejledning understøtter disse præsentationer med mere baggrundsinformation, vejledning i de forskellige øvelser og tips til de samtaler der kan opstå undervejs i forløbet.

Materialet er skabt for at kunne give mine elever og andre interesserede en indføring i de grundproblematikker den globale opvarmning præsenterer. Det er min oplevelse, både som forsker og underviser, at de forandringer i naturen vi står midt i som oftest bliver formidlet i tekniske og abstrakte termer. Derfor er målet med den virtuelle rejse at præsentere klima- og miljøforandringerne på en måde som kan forstås af sanserne og med kroppen. Her kan oversigtsgrafer også have sin ret, men som udgangspunkt har hensigten været at

skabe et undervisningsmateriale der ikke kræver nogen forhåndsviden, og som de fleste lægfolk selv kan sætte sig ind i.

Efter en grundig undersøgelse af eksisterende undervisningsmaterialer, fandt jeg ikke noget der uden videre kunne overføres til min undervisning på en høj-

Det primære undervisningsmateriale på den virtuelle rejse er en række Prezi-præsentationer som kan tilgås på hjemmesiden:

klodenkalder.com

Denne undervisningsvejledning giver en indføring i brugen af disse præsentationer og skal læses i sammenhæng med dette materiale.

skole. Faktisk var der, da faget startede i 2016, meget lidt brugbart materiale. Derfor har jeg prøvet at udarbejde den virtuelle rejse så den kan bruges af andre undervisere. Forløbet er et mix af audio-visuelt materiale, historiefortælling, øvelser og samtaler. Det kan bruges i sin helhed, men man kan også udvælge dele af de forskellige lektioner eller bare hente inspiration i det bagkatalog som er at finde i

vejledningens henvisninger og fagets materialebank på klodenkalder.tumblr.com. Materialebanken rummer 1000+ artikler, dokumentarer og andet undervisningsmateriale organiseret efter emne.

Hver lektion er tilrettelagt så den tager cirka tre timer at gennemføre med et kvarters pause undervejs. Prezi-præsentationerne, som kan tilgås via hjemmesiden klodenkalder.com, fremviser det audiovisuelle materiale som danner omdrejningspunktet for lektionens fortællinger, øvelser og samtaler. Nærværende vejledning forklarer indgangsvinklen for lektionerne, uddyber hver slide og giver forslag til hvordan de kan præsenteres. Alle slides er nummereret med et symbol **1** som også er at finde i vejledningen så man på den måde kan navigere igennem materialet. De referencer i vejledningen der findes online er **farvemarkeret** og vil i den elektroniske version åbne det relevante link i en browser, hvis man klikker på det. Samtlige hyperlinks er angivet i slutningen af beskrivelsen af hver lektion.

Jeg har en fortælling, der fungerer som min røde tråd for hver lektion, og efterhånden som jeg kender de forskellige fakta

bliver de lettere at huske. Men det kræver stadig forberedelse at præsentere materialet – desværre udvikler klimaforandringerne og -videnskaben sig med en hast der gør at materialet skal opdateres hvert semester. Hvis du ønsker at bruge en eller flere af præsentationerne i deres helhed, er mit bedste tip derfor at sætte dig ordentligt ind i stoffet inden du tager andre med på rejsen. Men derudover kræver det ikke en særlig viden at formidle materialet. Det er derimod en fordel at være øvet i at holde en fælles samtale og rumme de tanker og følelser der er forbundet med et så stort og altomfavnende emne som klimaforandringerne.

Som enhver der har givet en Power-Point-præsentation ved, kan det være en fin balance at have et slideshow at læne sig op af – det er let at lade sig styre af sine slides. Derfor vil jeg anbefale at du tænker på Prezi-præsentationen som det sekundære og din egen fortælling som det primære. Præsentationerne skal understøtte din undervisning og ikke omvendt. Hvis der opstår en spændende diskussion, eller det er vigtigere, at I sætter jer udenfor og snakker, så gør det. Følg de spørgsmål og samtaler der opstår undervejs. De forskellige præsentationer er af forskellige længder da nogle af dem indeholder flere øvelser og diskussionspunkter end andre. Nogle af præsentationerne slutter af med

visningen af en dokumentarfilm som evt. kan byttes ud med samtaler eller øvelser.

Det er en fordel at have en udmærket projektor og et sæt gode højtalere. Jo større og skarpere billede og lyd desto bedre! Jeg bruger en klikker/laser-pegepind til at skifte slides. På den måde er jeg fri for at skulle sidde ved computeren og kan pege på billederne uden at stå foran projektoren. Jeg har ofte nogle af de bøger med som jeg refererer til i lektionerne og læser op af dem. Det er en fordel at finde måder at skabe afveksling og bryde fokuset på skærmen. Hold pause når du synes at kunne mærke det bliver svært at holde opmærksomheden.

Den virtuelle rejse og den medfølgende undervisningsvejledning skal ikke ses som en færdig pakke, men som et inspirationsmateriale man kan opbygge sit eget læringsforløb omkring eller bruge i uddrag. Forløbet kan skrues sammen som man vil, og lektionerne behøves ikke præsenteres i den rækkefølge der beskrives her. Illustrationerne i denne vejledning er udarbejdet med henblik på at man kan få en fornemmelse af, hvordan materialet og de forskellige øvelser *kan* bruges og udfoldes, men der findes ikke nogen anden måde at gå til det på end improvisationen og opmærksomheden på eleverne. Hvis du bruger materialet og gør dig erfaringer

med det, eller har forslag til at udvide materialet, vil jeg meget gerne høre om det.

Selvom der ikke er nogen forudsætninger for at bruge dette materiale kan man med fordel læse følgende værker, som har inspireret mig i mine egne studier og undervisning:

Lee Kump, James Kasting & Robert Crane (1999) *The Earth System*, Prentice Hall

Mike Hulme (2009) *Why We Disagree About Climate Change*, Cambridge University Press

David Archer & Stefan Rahmstorf (2010) *The Climate Crisis*, Cambridge University Press

Fritjof Capra & Pier Luigi Luisi (2016) *Liv. System. Helhed.*, Forlaget Mindspace

Endelig vil jeg påpege at ingen fortælling er singulær og at man altid skal spørge ind til den position der fortælles fra. Klimavidenskaben er ikke en neutral sfære at hente sine historier fra og man bør finde sin egen vej igennem andres fortællinger.

Det er mit håb at dette materiale kan understøtte og kvalificere undervisning i de globale forandringer vi som art står midt i – både på højskoler og i andre uddannelsesinstitutioner. Vi står med et fælles ansvar for at de næste generationer lærer at se sig selv som en integreret del af livets store fællesskab.