

Din digitale gæstelærer: Mads Faurschou Knudsen

Materiale til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurschou Knudsen



Dette materiale rummer baggrundsviden om og forslag til undervisningsaktiviteter med modeltyper og modelleringsprocesser som omdrejningspunkt. Derudover indeholder materialet ordforklaringskort med fagbegreber fra forløbet.

I det digitale gæstelærerforløb 'Årsager til klimaforandringer' sætter Mads Faurschou Knudsen fokus på klimaforandringer. Gæstelærerforløbet er udviklet til geografi i 8.-9. klasse i grundskolen og er bygget op omkring tre videoer og en lærervejledning: <https://emu.dk/grundskole/geografi/modellering/aarsager-til-klimaforandringer-med-mads-fauerschou-knudsen>.

På de efterfølgende sider kan du finde følgende elev- og lærerrettede materialer, som kan anvendes i forlængelse af gæstelærerforløbet:

- Informationsark: Modeltyper og modelleringsproces
- Arbejdsark 1: Modeller og deres anvendelse
- Arbejdsark 2: Modelleringsproces
- Ordforklaringskort: Arbejde med fagbegreber og klimafænomener.

Informationsarket er tænkt som baggrundsinformation til læreren, mens arbejdsarkene er stilet til eleverne, der kan anvende arkene i undervisningen. Ordforklaringskortene kan printes, klippes ud og bruges af eleverne som støtte til at arbejde med forløbets centrale begreber.

Materialet er udarbejdet af Rambøll Management Consulting, Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Syddansk Universitet og Operate for Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.

Grafisk tilrettelæggelse: Operate

Oktober 2021



**BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET**

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE **KP**

VIA University
College

OPERATE

RAMBØLL

SDU



**Informationsark
til lærere.**



**Informationsarket præsenterer
baggrundsviden om modeller og
modellering som inspiration til
naturfagsundervisningen.**



**Informationsarkets viden kan omsættes
i undervisningen ved hjælp af arbejdsark
1 "Modeller og deres anvendelse" samt
arbejdsark 2 "Modelleringsprocesser".**

Informationsark: Modeltyper og modelleringsproces

Med udgangspunkt i dette informationsark kan læreren give eleverne kendskab til forskellige typer af modeller samt igangsætte kompetenceorienteret undervisning, hvor modellerne anvendes i modelleringsprocesser. Læs mere om kompetenceorienteret undervisning i naturfag her:

<https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien/kompetenceorienteret-naturfagsundervisning?b=t5-t1580>

Ifølge læseplanen for biologi, fysik/kemi og geografi (2019) skal en model i naturfag forstås som en repræsentation af relevante naturfaglige aspekter af naturen eller af den menneskeskabte verden. Eleverne skal ud fra kompetencemålet for 7.-9. klassetrin i naturfag kunne anvende og vurdere modeller.

Typer af modeller

Der findes forskellige typer af modeller, og de kan anvendes til forskellige formål. Nogle er eksempelvis oplagte at bruge til at forklare og demonstrere naturvidenskabelige fænomener, processer eller systemer, mens andre egner sig særligt godt til at give en forståelse for modellering som proces.

For at skærpe elevernes opmærksomhed over for forskellige typer af modeller kan

læreren i forløbet anvende nedenstående liste over modeltyper:

- Verbale modeller udtrykkes sprogligt igennem tale eller tekst.
- Fysiske eller konkrete modeller er lavet af materiale og har ofte en tredimensional karakter.
- Illustrationsmodeller er tegninger, fotos, grafiske udtryk (ikke-bevægelige billeder).
- Symbolmodeller kan være matematiske udtryk, formler, koder, reaktionsligninger eller tilsvarende.
- Simuleringsmodeller (interaktive modeller) er baseret på brugerens interaktion med modellen og benytter sig for det meste af it-teknologier.

Kilde: Vivi Ringnes & Merete Hannisdal: *Kjemi i skolen – undervisning og læring* (2006).

Som støtte for valg af modeltype til en bestemt modelleringsproces kan eleverne anvende arbejdsark 1 "Modeller og deres anvendelse". Arbejdsarket kan også bidrage til at give overblik over, hvad der kendetegner forskellige modeltyper.

Eleverne kan i deres egen modelleringsproces tage udgangspunkt i modeller fra det digitale gæstelærerforløb med Mads





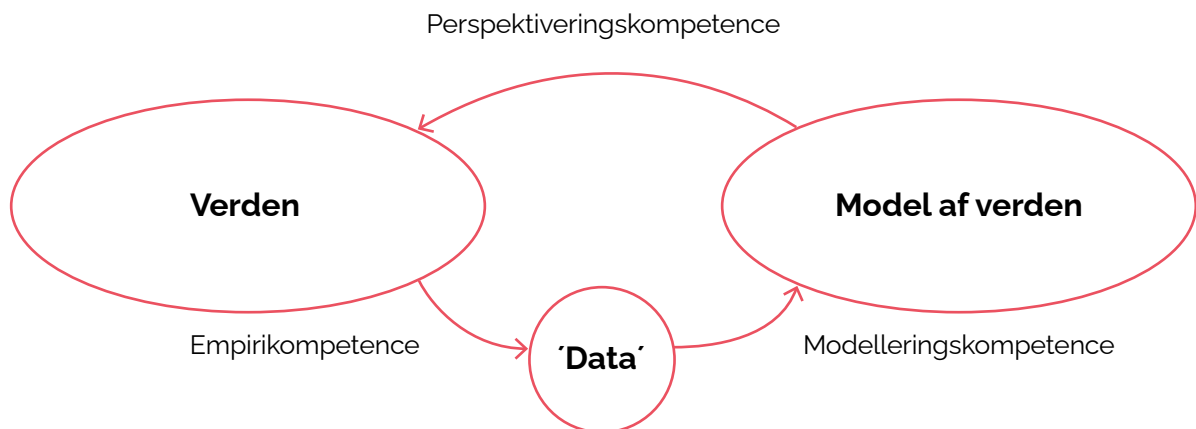
Faurschou Knudsen - eksempelvis modeller
over drivhuseffekten, Milankovic-cykler,
kulstofkredsløbet eller Eem-mellemistiden.

Læs mere om modeltyper hos Astra:

https://astra.dk/sites/default/files/Modeller%20i%20naturfagsundervisningen%20HB_B LJ_o.pdf

Modelleringsproces

Figuren herunder gengiver modelleringskompetencen som et spørgsmål om at kunne omsætte data om verden til en model. Modellering er lig med processen, der fører fra data og til model, og omfatter også de tanker, overvejelser og argumenter, der indgår i processen.



Kilde: Jørgen Løye Christiansen: 'Kompetenceorienteret naturfagsundervisning' i KOMPIS - Kompetencemål i praksis: Et udviklings- og forskningsprojekt i dansk, matematik og naturfag 2009-2012).

Eleverne kan eksempelvis udvikle en model ud fra data fra Danmarks Meteorologiske Instituts KlimaAtlas. Modelleringsprocessen vil i dette tilfælde dreje sig om at udvikle en model, der præsenterer data på en måde, som lever op til atlasets formål.

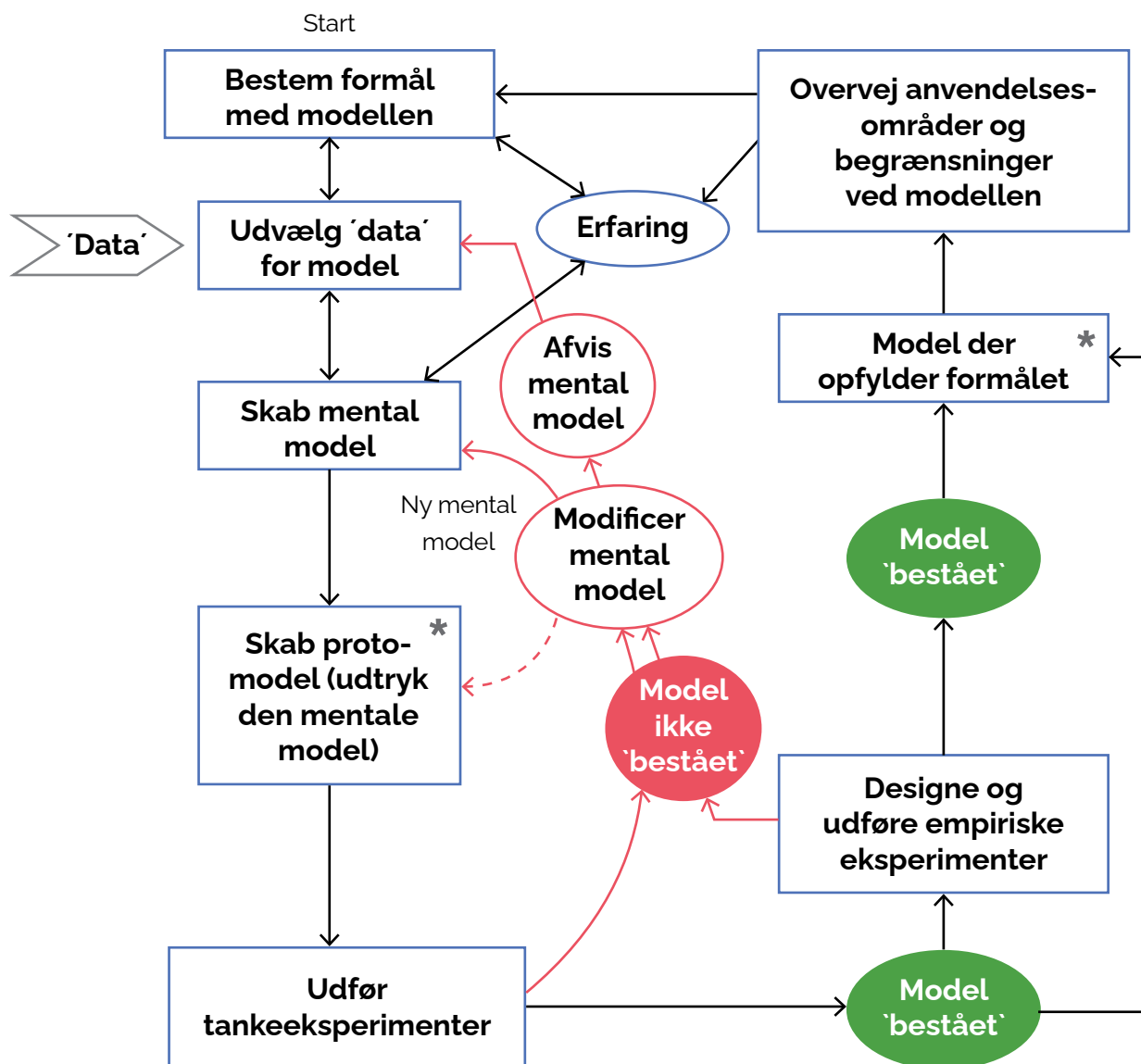
Se klimaatlasset her:

<https://www.dmi.dk/klimaAtlas/>.





Følgende model kan bruges som stillads for modelleringsprocesser:



* Fysisk model
Illustrationsmodel
Symbolmodel
Verbal model
Simuleringsmodel

Kilde: Jørgen Løye Christiansen (2019). Modelleringsprocessen. I: *Mona*, s 86-88.





Ifølge Jørgen Løye Christiansen involverer en modelleringsproces "talrige processer og overvejelser, som modeldesigneren gennemgår" (ibid.). Modelleringsprocessen kan for eksempel bestå af følgende trin:

1. Formål med modellen

Eleven, der skal gennemføre en modelleringsproces, tænker over, hvad der skal modelleres og hvorfor. Det kan også være læreren, der definerer dette.

2. Erfaringsdannelse og mental model

I den indledende fase af modelleringen drager eleven erfaringer med sammenhængen mellem det udsnit af virkeligheden, modellen skal repræsentere, udvælgelse af data, skabelse af en mental model og formålet med modelleringen. På baggrund af erfaringerne forfiner eleven sin mentale model.

3. Protomodel

På et tidspunkt skaber eleven en protomodel for at få den mentale model "ud af hovedet" og lade læreren og de andre elever se den.

4. Tankeeksperimenter

Eleven kan herefter udføre tankeeksperimenter: Kunne der være data, som modellen ikke formår at illustrere i overensstemmelse med formålet og virkeligheden? Eller bestemte relationer mellem data, som er vigtige, men usynlige i modellen? I givet fald skal både den mentale model og protomodellen justeres. Processen med tankeeksperimenter og justeringer kan i princippet gentages lige så længe, der er potentiale for at forbedre modellen.

5. Empiriske eksperimenter

Når modellen har bestået elevens tankeeksperimenter, kan der gennemføres empiriske eksperimenter. Disse eksperimenter kan enten føre til en ny runde af justeringer af både den mentale model og protomodellen eller til verifikation af modellen.

6. Refleksion over modellen og ny modellering

Når modellen er verificeret i de empiriske eksperimenter, kan modellen udfærdiges i sin endelige form. I den forbindelse kan eleven vurdere, hvad modellen kan anvendes til, og hvilke begrænsninger den har i forhold til at forklare det udvalgte udsnit af virkeligheden. Refleksionen kan føre til et ønske hos eleven om at udvikle en model med en større forklaringskraft. Det kan være startskuddet til en ny runde i modelleringsprocessen. Frit gengivet efter Jørgen Løye Christiansen: 'Modelleringsprocessen' i *Mona*, s 86-88 (2019).





Arbejdsark til elever.



Arbejdsarket kan øge elevernes opmærksomhed på modeller og deres anvendelse samt skærpe deres kompetence til at forstå og forklare komplekse naturfaglige problemstillinger ved hjælp af modeller.



Som afsæt for at anvende arbejdsarket kan læreren introducere eleverne for forskellige modeltyper ud fra informationsarket herover - gerne med eksempler fra elevernes egen hverdag.

Arbejdsark 1: Modeller og deres anvendelse

Find modellerne

I kan begynde med at liste alle de modeller op, som har indgået i undervisningen om klimaforandringer. Tilføj også gerne andre relevante modeller, som I kan komme i tanke om.

Nedenfor ses en liste med modeltyper. Tal med hinanden om, hvilke af de fem typer af modeller I har arbejdet med i undervisningen, og sæt de forskellige modeller ind i skemaet nedenfor (skema til at inddele modeller efter typer). Søg eventuelt efter andre modeltyper, som I kan sætte ind i skemaet.

- *Verbale modeller* udtrykkes sprogligt igennem tale eller tekst.
- *Fysiske eller konkrete modeller* er lavet af materiale og har ofte en tredimensional karakter.
- *Illustrationsmodeller* er tegninger, fotos, grafiske udtryk (ikke-bevægelige billeder).

- *Symbolmodeller* kan være matematiske udtryk, formler, koder, reaktionsligninger eller tilsvarende.
- *Simuleringsmodeller* (interaktive modeller) er baseret på brugerens interaktion med modellen og benytter sig for dem meste af it-teknologier.

Listen er inspireret af Vivi Ringnes & Merete Hannisdal: *Kjemi i skolen – undervisning og læring* (2006).


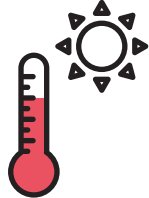
Tænk over modellerne

Tal med hinanden om, hvad de forskellige modeller viser, og hvordan de kan bruges. I kan drøfte modellerne ud fra spørgsmål som:

- Hvad viser de forskellige modeller?
- Hvordan kan den viden bruges?
- Er nogle modeltyper bedre end andre? (Hvorfor/hvorfor ikke?)
- Hvad er en god/dårlig model?





Modeltype Modellens genstand	Fysiske eller konkrete modeller	Symbolmodeller	Illustrationsmodeller	Verbale modeller	Simuleringsmodeller
Objekt Fysisk genstand					
Fænomen Sanselig/observerbar forekomst					
Proces Et forløb, en række begivenheder		$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$			
System En mængde interagerende komponenter					





Arbejdsark til elever.



Arbejdsarket kan øge elevernes opmærksomhed på modelleringsprocesser og styrke deres modelleringskompetence ved at lade dem gennemføre en modelleringsproces.



Læreren kan som introduktion modellere, hvordan en modelleringsproces baseret på figuren i arbejdsarket kan gennemføres.

Arbejdsark 2: Modelleringsproces

I denne aktivitet skal I gennemgå den første del af en modelleringsproces med figuren på næste side som afsæt. I kommer i gang på denne måde:

1. Definér først formålet med modellen: Hvad der skal modelleres og hvorfor? (Markeret med 'start' i figuren).
2. Vælg bagefter data, for eksempel fra Danmarks Meteorologiske Instituts Klimaatlas (www.dmi.dk). Det kan være data om temperaturforandringer, solindstråling eller nedbør i en given, afgrænset periode.
3. Når I har udvalgt data, skal I sammen danne en mental model, det vil sige en forestilling om, hvilken type af model I vil anvende, hvordan den skal sættes sammen, og hvad den skal bestå af.

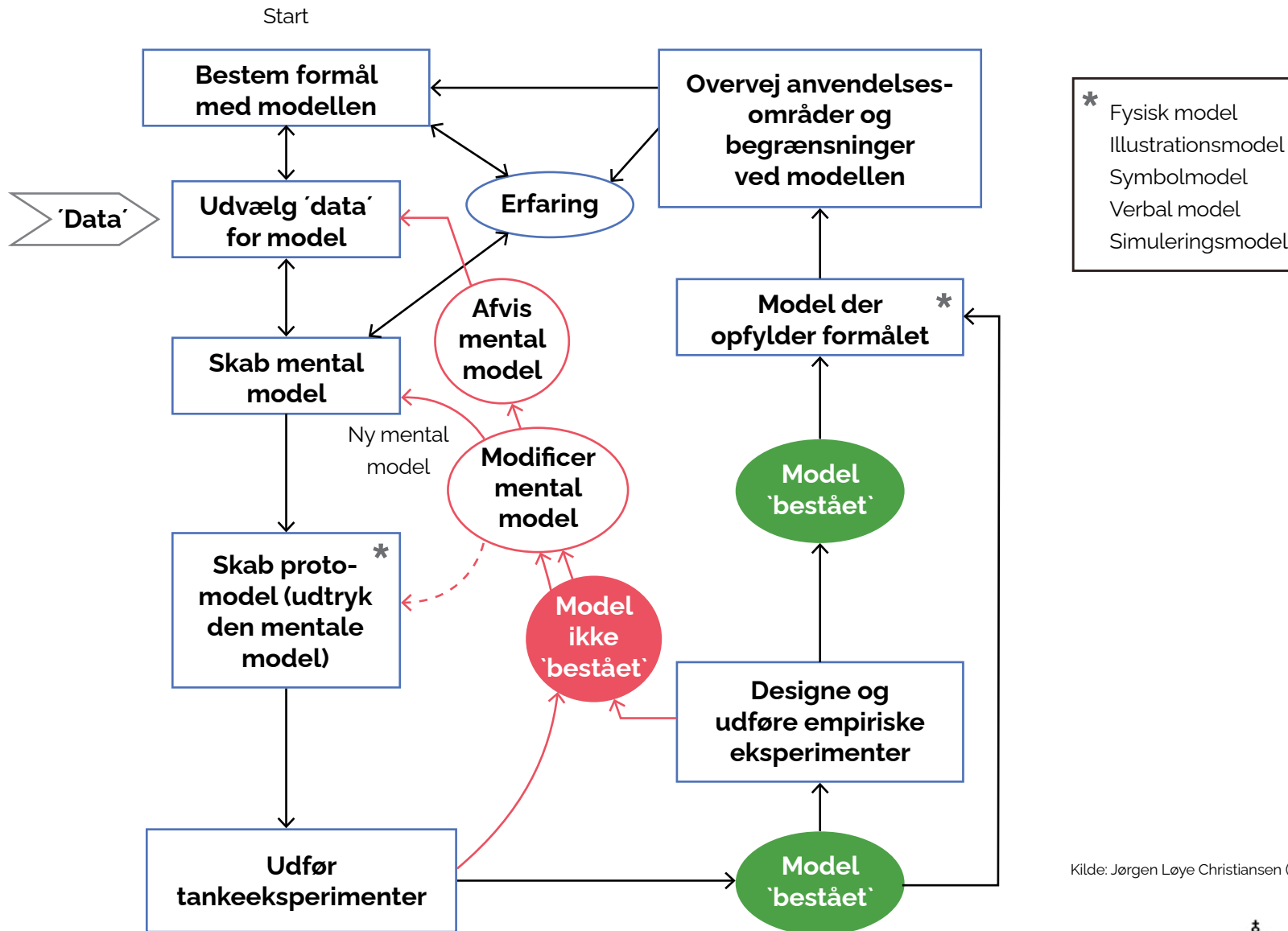
I kan samskabe den mentale model ud fra spørgsmål som:

- Hvad skal modellen vise - for eksempel data eller relationer mellem data?
- Hvordan får I mest muligt med i modellen?
- Hvem skal bruge modellen?
- Hvilke hensyn skal I tage for, at andre kan forstå og anvende modellen?
- Opfylder modellen dens formål?

I kan også teste jeres mentale model ved hjælp af tankeeksperimenter: Prøv at forestille jer, om der kan være data, som modellen ikke formår at illustrere i overensstemmelse med formålet og virkeligheden. Eller om der er bestemte relationer mellem data, som er vigtige, men usynlige i modellen. I givet fald skal den mentale model justeres.

Det er muligt, at modellen skal gennemtænkes og rettes til flere gange, før den opfylder sit formål.





Kilde: Jørgen Løye Christiansen (2019). Modelleringsprocessen. I: *Mona*, s 86-88.





Ordforklaringskort
til elever.



Ordforklaringskortene kan øge elevernes
opmærksomhed på de fagbegreber, som indgår i
undervisningsforløbet, og understøtte deres arbejde
med klimaforandringer og klimafænomener.



Ordforklaringskortene kan anvendes til at indføre nye
begreber, til at stilladsere elevernes diskussioner eller til
en aktiv begrebsleg. Eleverne kan eventuelt udfylde nye
ordforklaringskort selv, efterhånden som nye begreber
dukker op i undervisningen.

Ordforklaringskort: Fagbegreber om klimafænomener

Centrale begreber fra gæstelærerforløbet kan også belyses
med andre materialer. For eksempel kan klassen arbejde med
kulstofkredsløbet samt kilder til, veje for og lagring af CO₂ ud fra
Temamagasinet Indblik: Hav og klima i den antropocæne tidsalder fra
Børne- og Undervisningsministeriet.

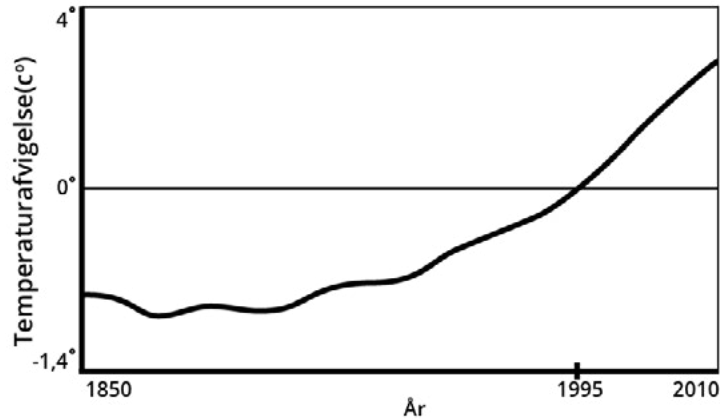
Find temamagasinet her:

https://emu.dk/sites/default/files/2021-02/gsk_naturvidenskabsstrategien_ny%20viden_Temamagasin_tema%201.pdf





Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurschou Knudsen



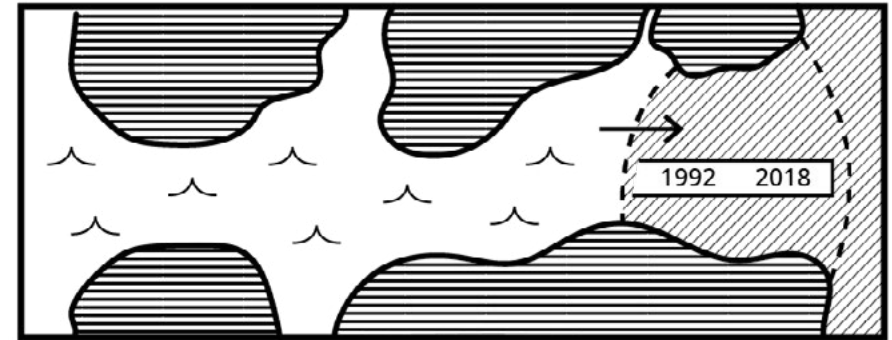
Ordforklaringskort 1: Temperaturstigning

Siden 1870'erne er den gennemsnitlige temperatur i Danmark steget med cirka 1,5 grader celsius. Den globale opvarmning skyldes primært udledningen af drivhusgasser til atmosfæren. Fortsætter det nuværende niveau af udledning, forventes temperaturen at stige med cirka 3,4 grader celsius frem mod år 2100.

På Danmarks Meteorologiske Instituts hjemmeside kan du finde relevant data - eksempelvis en graf, der viser stigningen i den globale månedsmiddeltemperatur fra 1850 til 2018: www.dmi.dk/nyheder/2015/guide-forstaa-din-klimaforsker/global-opvarmning/.



Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurschou Knudsen



Ordforklaringskort 2: Isen smelter

Siden 1990'erne er afsmeltningen af den grønlandske indlandsis forøget. Kontinentet har mistet 4.300 kubikkilometer is fra 1992 til 2018. Det svarer til, at 4.300 isterninger på 1 x 1 x 1 kilometer er smeltet og løbet ud i verdenshavene som ekstra vand.

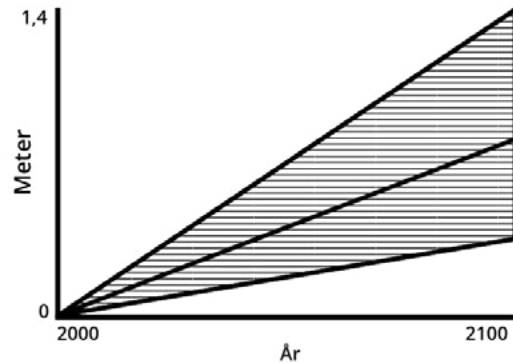
Grønlands indlandsis har været en af de største kilder til havniveaustigninger siden begyndelsen af 00'erne. Den såkaldte turbogletsjer Sermeq Kujalleq ved byen Ilulissat kan være en af de afgørende faktorer - den har siden midten af 00'erne afgivet mellem 40 og 50 gigaton is til fjorden, som derfra er flydt videre ud i havet.

Læs mere om turboglestjeren hos Geoviden: www.geoviden.dk/turbogletsjer-spiller-hovedrolle-i-massebalancen/.





Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurschou Knudsen



Den forventede globale havniveaustigning

Ordforklaringskort 3: Havniveaustigning

Danmarks Meteorologiske Institut forudser, at havet omkring Danmark kan stige med op til 1,2 meter i perioden fra 2081-2100.

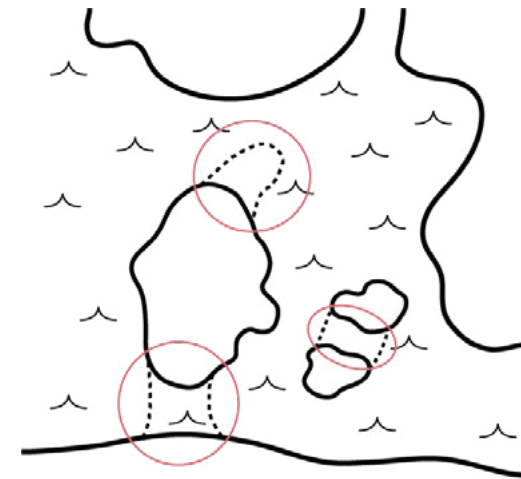
Det flugter med, at havene på verdensplan forventes at stige med mellem 0,2 og 1,4 meter i løbet af de næste 100 år.

Siden år 1900 er vandstanden på hele kloden steget med mellem 17 til 21 centimeter, heraf 6,5 centimeter alene fra 1993 til 2013.

Læs om havniveaustigningen hos Danmarks Meteorologiske Institut: www.dmi.dk/nyheder/2015/guide-forstaa-din-klimaforsker/globalt-havniveau/.



Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurschou Knudsen



Ordforklaringskort 4: Eem-mellemistid

Eem-mellemistiden begyndte for 130.000 år siden og sluttede for 117.000 år siden. I den varmeste del af Eem var klimaet lidt varmere og mere fugtigt end i dag. Eem-havet havde et havniveau, der ligger nogle meter over det nuværende, og det trængte derfor frem og oversvømmende de lavereliggende landområder.

Øverst til venstre på side 6 i Geoviden 2 kan du se et kort over Danmark under Eem-mellemistiden. På kortet kan du blandt andet se, at hele Vendsyssel dengang var dækket af havet.

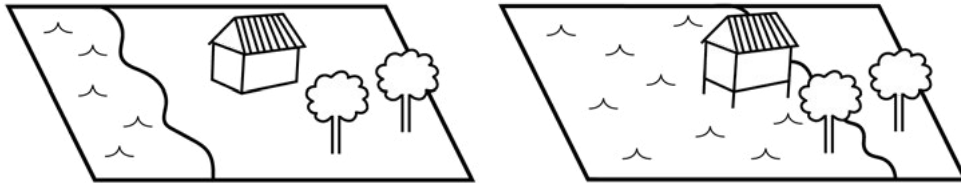
Du finder kortet her:

www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_2_2005.pdf.





Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurshou Knudsen



Ordforklaringskort 5: Danmarks kystområde

Danmark har en lang kystlinje. Geodatastyrelsen, der står for opmålingen af kystlinjen i Danmark, målte i 2016 kystlinjen til at være på 8.509 km.

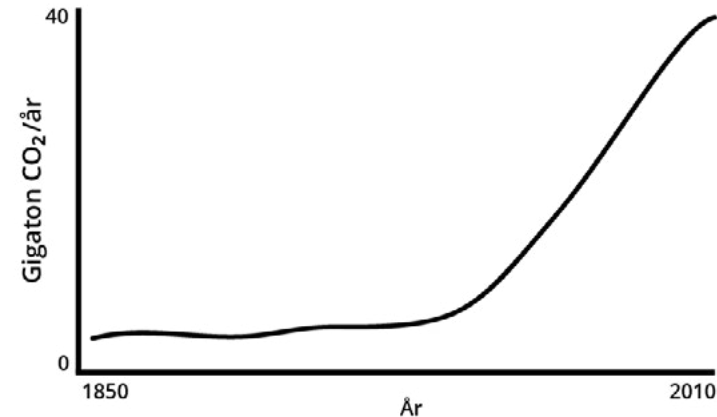
Næsten alle områder i Danmark ligger nær kysten, og intet sted i landet er mere end 52 km fra havet.

I takt med, at vandstanden stiger, vil Danmarks kystlinje ændre sig. Havet æder land, og vi er nødt til at finde på smarte løsninger til at beskytte de hjem, der ligger tættest på kystlinjen.

Figur 3.3 på side 15 i Kystdirektoratets vejledning om kystbeskyttelse fra 2018 viser nogle eksempler på kystbeskyttelse. Se figuren her: kyst.dk/kyster-og-klima/klimaaendringer/.



Ordforklaringskort til forløbet 'Årsager til klimaforandringer' med Mads Faurshou Knudsen



Ordforklaringskort 6: CO₂ i atmosfæren

Jordens temperatur stiger, og forskere er enige om, at mængden af CO₂ spiller en afgørende rolle. Der er derfor brug for en markant reduktion af CO₂-udslippet, hvis den globale opvarmning skal holdes under to grader.

Ifølge en rapport fra FN's klimapanel IPCC er der brug for en reduktion på 40-70 procent i de globale drivhusgasser, for at det kan lade sig gøre.

Hos IPCC kan du finde masser af relevante grafer og illustrationer - blandt andet figur 1.5, som viser den globale udledning af kuldiioxid, som mennesker står for. Se figuren her:

www.ipcc.ch/report/ar5/syr/synthesis-report/.

