

Nr. 4-2007 Det frosne hav

Fag: Naturgeografi B, fysik C

Udarbejdet af:

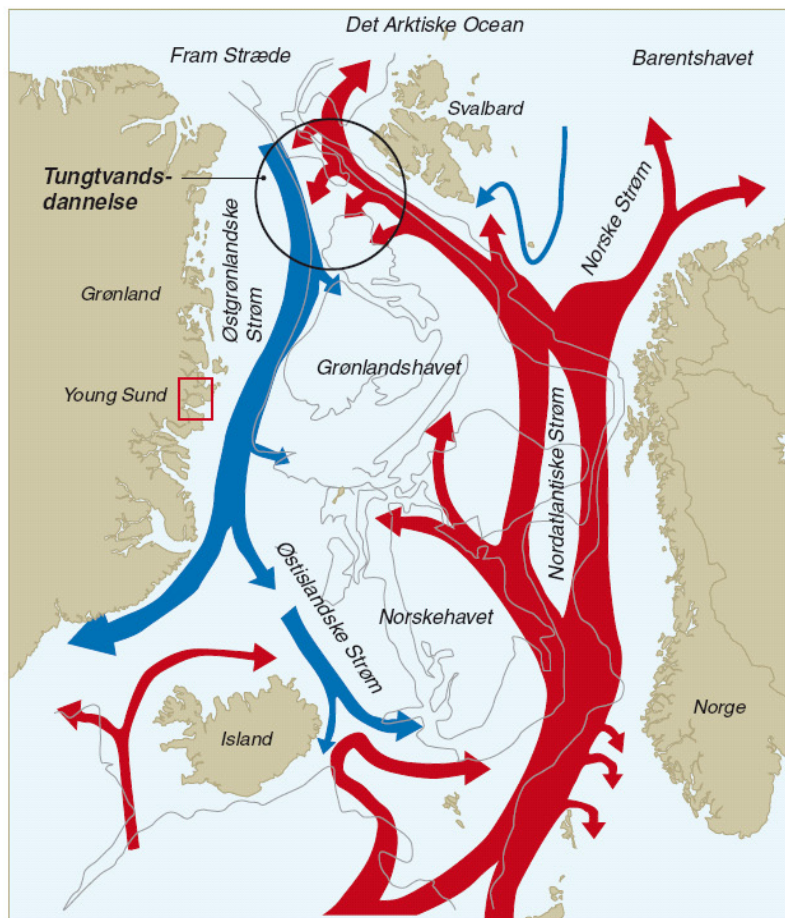
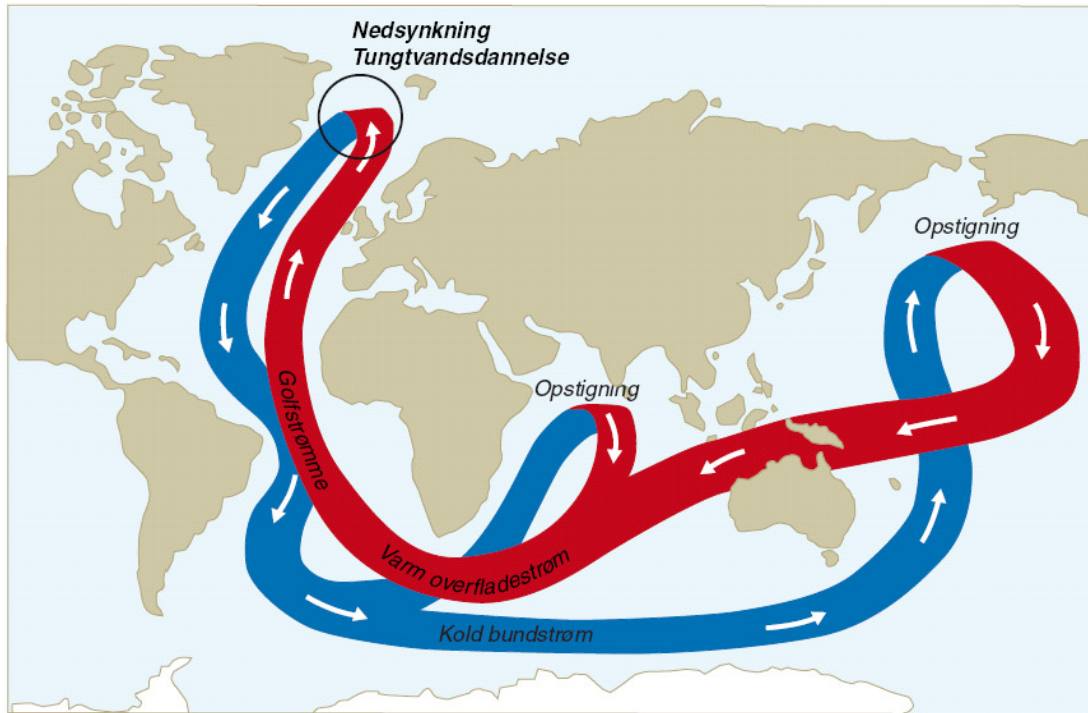
Lone Als Egebo, Hasseris Gymnasium & Peter Bondo Christensen, DMU, september 2009

Spørgsmål til artiklen

1. Studér satellitbilledet s. 25 og beskriv, hvad der er sket med havisens udbredelse i Polhavet (Det Arktiske Ocean) de senere år.
2. Hvor mange procent har udbredelsen ændret sig henholdsvis om vinteren og sommeren i perioden fra 1979 til 2005?
3. Hvilke år har udbredelsen ændret sig mest?
4. Hvilke årsager kan der være til isens reducerede udbredelse?
5. Forklar den såkaldte is-albedo feedback. Hvad betyder den for udviklingen af havisens udbredelse omkring Arktis og Antarktis?
6. Redegør vha. illustrationen s. 26 for de havstrømme, der findes i Atlanterhavet, den såkaldte termohaline cirkulation.
7. Hvad sker der med saltkoncentrationen i havvandet i Nordatlanten, hvis temperaturen på Jorden bliver højere?
8. Hvordan kan disse ændringer eventuelt påvirke den termohaline cirkulation?
9. Forklar hvilken bane isen følger, når den smelter i Polhavet/Det arktiske Ocean.
10. Hvordan påvirker det den globale vandstand, hvis havisen smelter i de Arktiske områder?
11. Hvordan påvirker det den globale vandstand, hvis iskapen i Grønland og på Antarktis smelter?
12. Diskutér mulige konsekvenser af et isfrit Arktis for planter, dyr og mennesker.

- Undervisningsmateriale til udvalgte artikler fra tidsskriftet *Aktuel Naturvidenskab* •
- Se mere på www.aktuelnaturvidenskab.dk •

Boks 1. Den thermohaline cirkulation



Modificeret efter Peter Bondo, Ronnie N. Glud og Søren Rysgaard, *Naturens Verden* 2008-5.

Boks 1. Den thermohaline cirkulation

Ud for Nordøstgrønlands kyst eksisterer et fænomen, der populært går under betegnelsen ”Oceanernes kolde hjerte”. Det er en slags pumpe, der styrer og driver nogle af de største havstrømme i verdenshavene.

Når overfladevandet i Arktis nedkøles, bliver det ”tungt” (densiteten stiger) og synker til havbunden tusinde meter nede. Herfra løber det sydpå som en gigantisk undersøisk strøm, der fortsætter gennem verdenshavene. Det kolde vand fra nord presses ind under det varmere vand i de tropiske områder af det Indiske Ocean og Stillehavet. Det skaber en nordgående overfladestrøm, der på et tidspunkt bliver til Golfstrømmen. En gren af Golfstrømmen bøjer af og bliver til den Nordatlantiske Strøm. Med denne strøm løber vandet hele vejen tilbage til Nordatlanten og Grønlandshavet, hvor det atter afkøles og en ny cyklus starter.

Den globale strøm af vand kaldes den termohaline cirkulation eller mere populært havets globale transportbånd (På engelsk ”The Great Ocean Conveyor Belt”). Man regner med, at turen rundt for et enkelt vandmolekyle tager op til 1600 år.

Termohalin betyder, at både temperaturen (thermos=varme) og saltholdigheden (halin=salt) af vandet spiller ind på processerne bag pumpen og havstrømmen. Koldt og saltholdigt vand har en højere densitet (er ”tungere”) end varmere og mere ferskt vand.

I troperne fordamper ferskvand fra havet og det gør havvandet meget salt. Over Atlanterhavet transporteres vanddampene til polerne, hvor det kommer ned som nedbør, mens det salte havvand transporteres nordpå med havstrømmene.

Når det salte vand køles af i Grønlandshavet, sker der flere ting. Vandet bliver koldere og dermed tungere, og det synker derfor ned mod havbunden. Der dannes havis, hvorved saltet fryser ud af havvandet. Saltet samles i den såkaldte ”brine”, som er små kanaler i isen, og her løber det mod undersiden af isen og videre ud i vandet under isen. Dette vand bliver nu meget saltholdigt og tungt, og det øger transporten af koldt vand til havbunden. Man kalder denne proces for tungtvandsdannelsen eller dybvandsdannelsen. Oceanerne kolde hjerte er ansvarlig for tungtvandsdannelsen, der sker på et relativt lille område, mens opblandingen af det kolde vand med overfladevandet i de varmere egne er en proces, der strækker sig over store områder.

Med klimaforandringerne kommer der mere nedbør og dermed mere ferskvand til de arktiske områder. Det giver et ferskere overfladevand, der lægger sig oven på det salte Nordatlantiske vand. Forskerne er bange for, at det vil svække dybvandsdannelsen og at det får indflydelse på den termohaline cirkulation, idet det svækker Golfstrømmen. Sker det, bliver det koldt i Europa, da det bl.a. er Golfstrømmen, der varmer os op. Der er efterhånden mange beviser for, at den seneste istid opstod efter den globale termohaline cirkulation blev svækket.

Uddybende opgaver og spørgsmål

13. Undersøg begrebet albedo. Forklar hvorfor is har en høj albedo. Hvad betyder en høj albedo for udviklingen af temperaturen, og hvorfor er en høj albedo særlig kritisk i de arktiske områder?
14. Tegn en figur, der illustrerer is-albedo feedback.
15. Forklar ved hjælp af informationerne i boks 1 (Den termohaline cirkulation), hvad der driver de havstrømme, der hersker i Atlanterhavet.
16. Brug følgende internetsider <http://ocean.dmi.dk/arctic/index.php> og <http://ocean.dmi.dk/arctic/icecover.php> til at besvare spørgsmålene herunder.
 - a. Beskriv udviklingen i havisen fra 2000 til 2007.
 - b. Hvorfor er der meget havis ned langs Grønlands østkyst?
 - c. Hvornår oplevede vi den mindste udbredelse af havisen gennem de sidste 30 år?
 - d. Hvordan er udbredelsen af havisen i 2009 i forhold til de seneste otte år?
 - e. Hvornår oplevede vi det mindste volumen af is gennem de sidste 30 år. Forklar hvorfor.

Perspektiverende opgaver og spørgsmål

17. Undersøg ved hjælp af internetsiden herunder, hvilke fordele Grønland og verdenssamfundet kan drage af de mindre ismængder i Arktis.
http://www.dmi.dk/dmi/smeltning_i_oest_og_vest_aabner_arktiske_sejlruter_samtidigt
18. Redegør for indholdet i artiklen fra Jyllands-Posten d. 8/8-2009, og fremhæv de vigtigste pointer. Hvordan stemmer indholdet overens med de forudsigelser som artiklen fra *Aktuel Naturvidenskab* har om ændringer i den termohaline cirkulation?

 Jyllands-Posten | 08.08.2009 | 1. sektion | Side 8 | 763 ord | artikel-id: e19f897e

Golfstrømmen på skrump

Klima: Havstrømmene i det arktiske og nordeuropæiske område står foran dramatiske ændringer. Golfstrømmen vil blive 20-30 pct. svagere, hvilket i sig selv vil sænke temperaturen med et par grader.

Af LARSFROM

Golfstrømmen, der tilfører hele Nordeuropa seks-syv graders ekstra varme, vil skrumpes med 20-30 pct., hvilket vil sænke temperaturen med et par grader og dermed aflyse en del af den globale opvarmning i hele Nordeuropa.

Samtidig vil mange af havstrømmene i Arktis ændre sig dramatisk - nogle vil stort set forsvinde - hvis mængden af CO₂ i atmosfæren bliver fordoblet, sådan som meget tyder på.

Det viser ny forskning fra en international forskergruppe med repræsentanter fra Norge, Rusland og Ukraine under ledelse af professor Ola Johannessen fra Nansen Senteret i Bergen i Norge.

»Hele strømsystemet i det arktiske område bliver meget svagere. Strømmen langs Grønlandshavet forsvinder, hele Beaufortstrømmen forsvinder, ligesom strømmen ned langs Grønlands østkyst bliver meget svagere. Og så forventer vi, at Golfstrømmen bliver 20-30 pct. svagere i løbet af de næste 50-60 år,« forklarer Ola Johannessen.

Dramatiske konsekvenser

Han forudser dramatiske konsekvenser for både dyre og planteliv i hele det arktiske område ikke mindst i havet, ligesom mange af ændringerne også vil få stor betydning for os mennesker.

Med en svagere Golfstrøm vil der ganske enkelt via havet blive ført mindre varme til vores del af verden. Det ændrer dog næppe ved, at der er en global opvarmning i gang, som ventes at øge den globale gennemsnitstemperatur med måske fire-fem grader i løbet af dette århundrede.

Derfor vil det måske kun blive et par grader varmere i Nordeuropa i stedet for fire-fem, vurderer Ola Johannessen, der samtidig understreger, at forudsigelserne fortsat er meget usikre, da der er mange usikre faktorer, der spiller ind.

Mere CO₂ end ventet

Forskerne fra Bergen, St. Petersburg i Rusland og Kiev i Ukraine har regnet på, hvad der vil ske med havstrømmene, hvis mængden af CO₂ i atmosfæren bliver fordoblet, sådan som det vurderes i nogle af de scenarier, som FN's Klimapanel, IPCC, har sat op. Det kan dog sagtens blive endnu værre: »I de modeller, vi har brugt, forudsætter man, at udledningen af CO₂ stiger med 1 pct. om året, men den stigning er i øjeblikket nærmere på 3 pct. Derfor forventer vi en fordobling i mængden af CO₂ i atmosfæren i 2070 eller 2080, hvis der ikke gribes ind,« forklarer den norske professor, der var blandt de første til i 2004 at forudsige, at isen i Arktis for alvor ville begynde at skrumpe.

Siden har isen omkring Nordpolen været udsat for en ekstremt stor afsmeltning - langt større end forudset af IPCC - med den hidtil mindste udbredelse i september 2007.

Isen smelter hurtigt

Ola Johannessen mener, at der er en direkte sammenhæng mellem afsmeltningen af isen omkring Nordpolen og mængden af CO₂ i atmosfæren.

»Det, vi ser nu, er, at helårsisen forsvinder langt hurtigere end forudset af IPCC. Derfor mener flere af mine kolleger, at sommerisen omkring Nordpolen vil være helt væk om 30-40 år.« Lige nu smelter isen i Arktis hurtigere end sidste sommer.

I de første to uger af juli skrumpede isen med ikke mindre end 97.000 kvadratkilometer - om dagen. Det slår dog ikke afsmeltningen i 2007, da der forsvandt hele 111.000 kvadratkilometer om dagen på samme tid.

Midt i september har den arktiske is sin mindste udbredelse, og forskerne venter spændt på, om der i år vil blive sat rekord.

Dramatisk vejr

Hvis - eller måske snarere når - isen i Arktis er helt væk om sommeren, vil det også få stor betydning for skibstra-fikken nord om henholdsvis Canada og Rusland, den såkaldte Nordvestpassage og Nordøstpassage. Der vil dog formentlig gå 20-30 år, før der bliver væsentlig og kommerciel trafik på de to vigtige skibsruter, mener Ola Johannessen.

Endelig understreger den norske professor, at selv om vi formentlig slipper for en del af den globale opvarmning i vores del af verden, slipper vi ikke for at få et langt mere dramatisk vejr: »Den nordatlantiske oscillation, der er de vejrsystemer, der sender lavtryk ind over bl. a. Danmark, Norge og Storbritannien, bliver nemlig stærkere og mere intens.

Det betyder, at vi får et varmere, vådere og vildere klima med mere vind især om efteråret og om vinteren,« forklarer Ola Johannessen.

lars.from@jp.dk

Fakta: HOVEDPUNKTER

Udledningen af CO₂ er større end beregnet, og den arktiske is smelter hurtigt.

Vi vil få et varmere, vådere og vildere klima med mere vind især om efteråret og vinteren.

KLIMA

Den 7. -18. december 2009 er der klimatopmøde i Danmark.

Morgenavisen Jyllands-Posten vil de kommende måneder sætte fokus på klimaet.

- Undervisningsmateriale til udvalgte artikler fra tidsskriftet Aktuel Naturvidenskab •
 - Se mere på www.aktuelnaturvidenskab.dk •
-

Til læreren

Vi har udarbejdet spørgsmål og opgaver til denne artikel samt til de fire artikler, som er nævnt under 'Relateret materiale'.

Vi har tænkt dem anvendt i et tema der kunne have overskriften: Klimaforandringer i Arktis.

Temaet ville egne sig enten til tværfagligt samarbejde mellem de naturvidenskabelige fag eller som en del af et forløb under Almen Studieforbereelse.

Artiklerne kan selvfølgelig også læses enkeltvis uafhængigt af hinanden, hvilket er årsagen til, at der er nogle af spørgsmålene til artiklerne, der går igen.

Relateret materiale

Livet på den arktiske havbund af Mikael K. Sejr m.fl., *Aktuel Naturvidenskab* 1/2009, s. 13-17 (bi).

Indlandsisen i fremtiden af Sebastian H. Mernild, [Aktuel Naturvidenskab 5/2008, s. 4-7](#) (ng/fy/ke).

Indlandsisen sveder af Sebastian H. Mernild, [Aktuel Naturvidenskab 2/2008, s. 7-10](#) (ng/fy/ke).

Klimaforandringer i Arktis af Peter Bondo Christensen og Søren Rysgaard, [Aktuel Naturvidenskab 1/1999, s. 4-7](#) (bi)

Man kan finde undervisningsmateriale til andre klimarelaterede artikler fra *Aktuel Naturvidenskab* på <http://www.aktuelnaturvidenskab.dk>