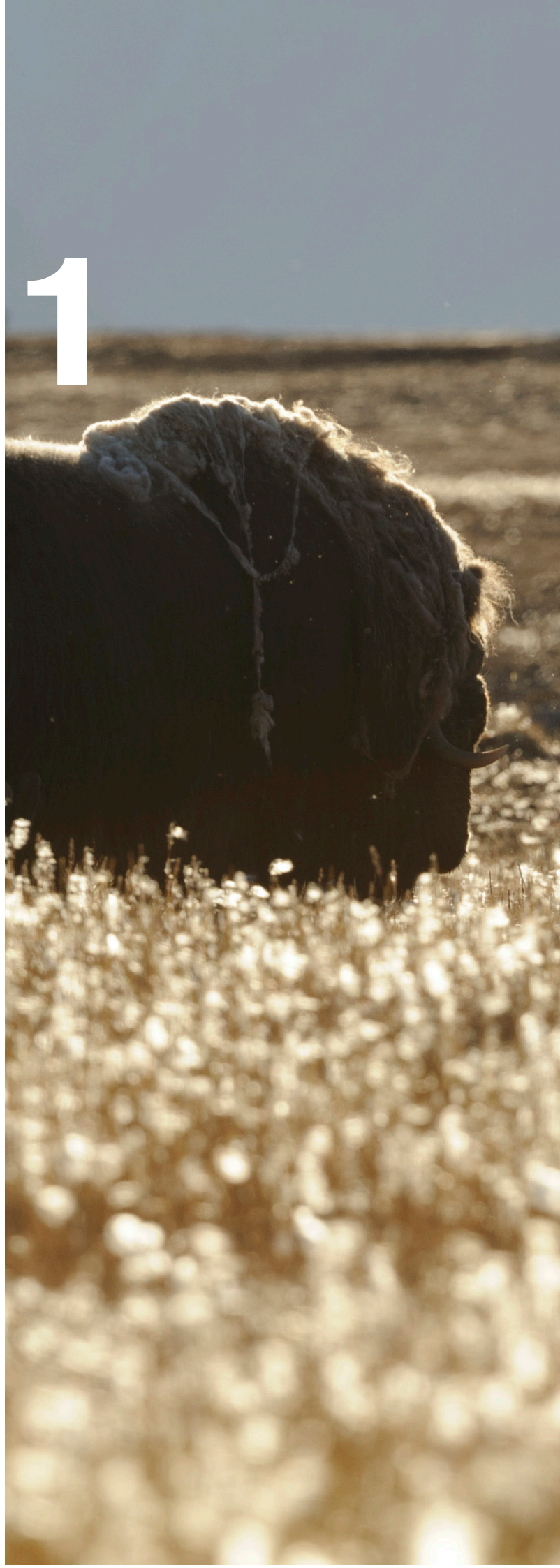


KAPITEL 1



KLIMA OG VEJR I GRØNLAND/ARKTIS

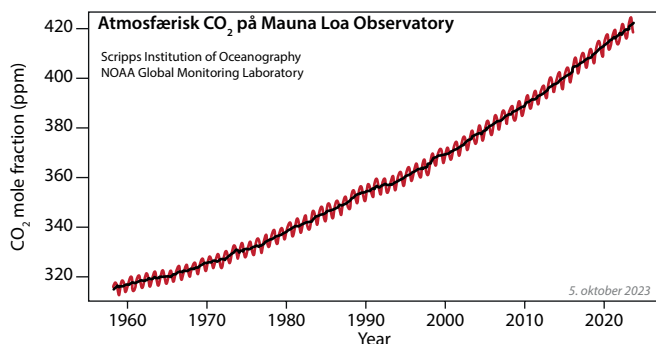
INDHOLD

1	DRIVHUSEFFEKTEN	5
1.1	Albedo	6
1.2	Jordens og atmosfærens strålingsbalance	6
1.3	Forstyrrelse af balancen	6
	VEJR OG KLIMA	6
	Den nordatlantiske strøm og Golfstrømmen	8
	Grønlandspumpen	8



1 DRIVHUSEFFEKTEN

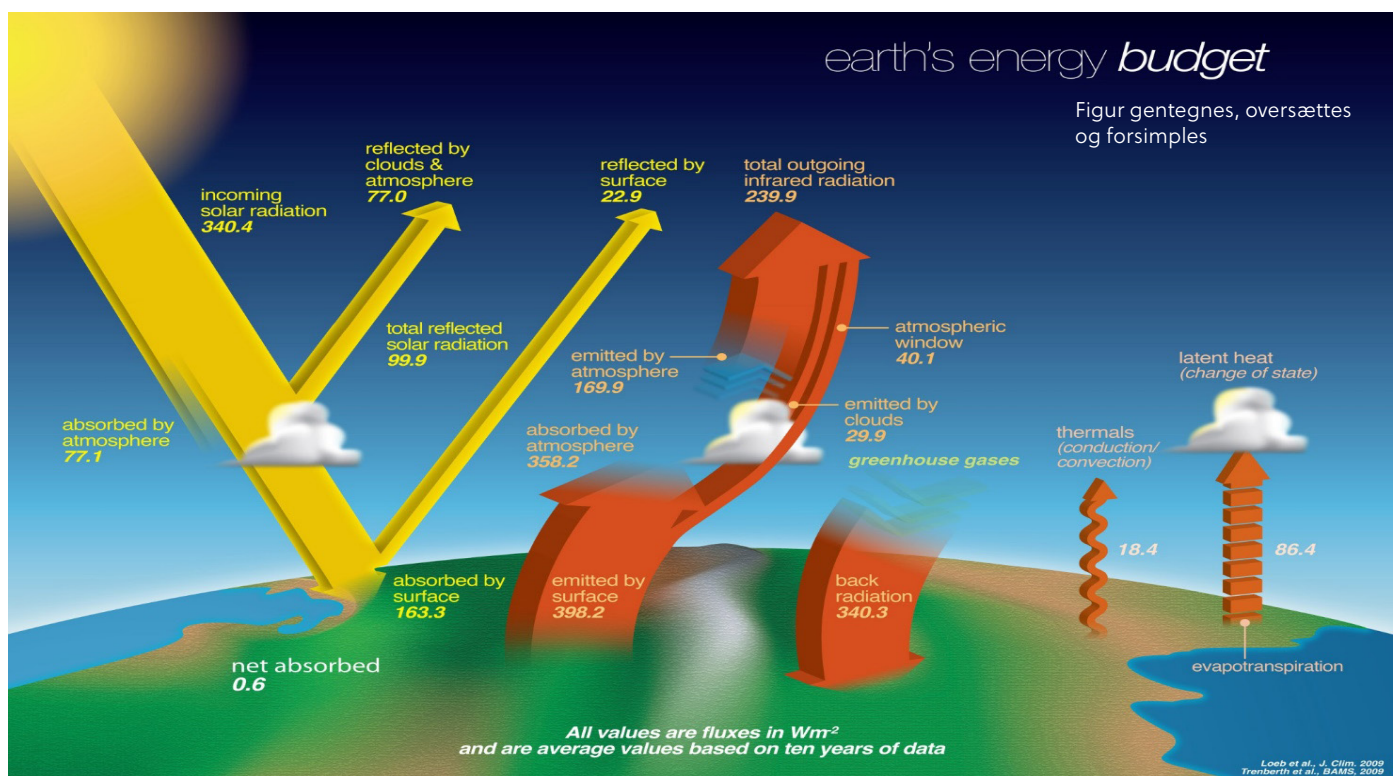
Der er forskellige gasser i atmosfæren. Nogle af disse gasser har samme virkning som glasset i et drivhus og varmer atmosfæren op – gasserne kaldes derfor drivhusgasser. Det synlige lys fra solen passerer næsten uhindret gennem laget af gasser og ind i atmosfæren. Når det synlige lys rammer jorden, bliver en stor del af lyset absorberet. På den måde stiger jordens temperatur til gavn for både planter og dyr. Jorden tilbagesender også varmestråling til atmosfæren. Denne varmestråling bliver absorberet af drivhusgasserne og der bliver derfor varmere i atmosfæren – der bliver derfor varmere på jorden.



Figur 1. Viser koncentrationen af CO₂ siden 1958.

Atmosfærens drivhuseffekt er summen af den naturlige drivhuseffekt og den menneskeskabte drivhuseffekt. Den naturlige drivhuseffekt er afgørende for opretholdelse af det nuværende temperaturniveau på Jordens overflade. Hvis den naturlige drivhuseffekt ikke fandtes, ville jorden være mere end 30 grader koldere. Uden drivhuseffekten ville det liv vi kender slet ikke kunne eksistere. Det er altså ikke den naturlige drivhuseffekt som skaber problemer. Derimod er det den menneskeskabte forøgelse af drivhuseffekten som fører til en u hensigtsmæssig global opvarmning. Vanddamp er en drivhusgas som forekommer naturligt, men i forbindelse med global opvarmning fokuseres der på carbondioxid, da det især er indholdet af denne drivhusgas, der er forøget på grund af menneskelig aktivitet.

Som det fremgår af grafen (figur X), er atmosfærens indhold af kuldioxid varierende hen over året. Det kan forklares med planternes fotosyntese, hvor der optages CO₂, primært foregår om sommeren. Derfor er CO₂ koncentrationen lavere i sommerhalvåret end om vinteren. En forstærkende faktor for t CO₂-indholdet er højere om vinteren er fordi plantemateriale stadig nedbrydes på trods af mørke og lave temperaturer og den process frigiver kuldioxid.



1.1 Albedo

Jordens overflade og skyerne reflekterer en del af solens stråling og det sker uden at denne stråling bidrager til jordens opvarmning. Denne refleksion kaldes albedo, og ordet anvendes i forbindelse med refleksion af solens stråling. Albedo kommer af det latinske ord, alba, som betyder hvid. Hvide overflader reflekterer mest stråling, mens sorte overflader optager mere stråling end de reflekterer. Hvis mere end 80% af den indkomne stråling reflekteres taler man om at overfladen er hvid. Og man siger at albedoen er mere end 80%.

1.2 Jordens og atmosfærens strålingsbalance

Jordens og atmosfærens strålingsbalance fremgår af figuren (fig xx). Jorden og dens atmosfære modtager i gennemsnit 340 W/m^2 fra solen. Af den gennemsnitlige indstråling reflekteres i gennemsnit ca. halvdelen og kun 163 W/m^2 absorberes ved jordens overflade. Denne energi omsættes til varmestråling og jorden udsender næsten 400 W/m^2 som infrarød stråling. Den infrarøde varmestråling fanges imidlertid af drivhusgasserne i den nære atmosfære. Det betyder, at energien forbliver ved jordoverfladen og varmer kloden op.

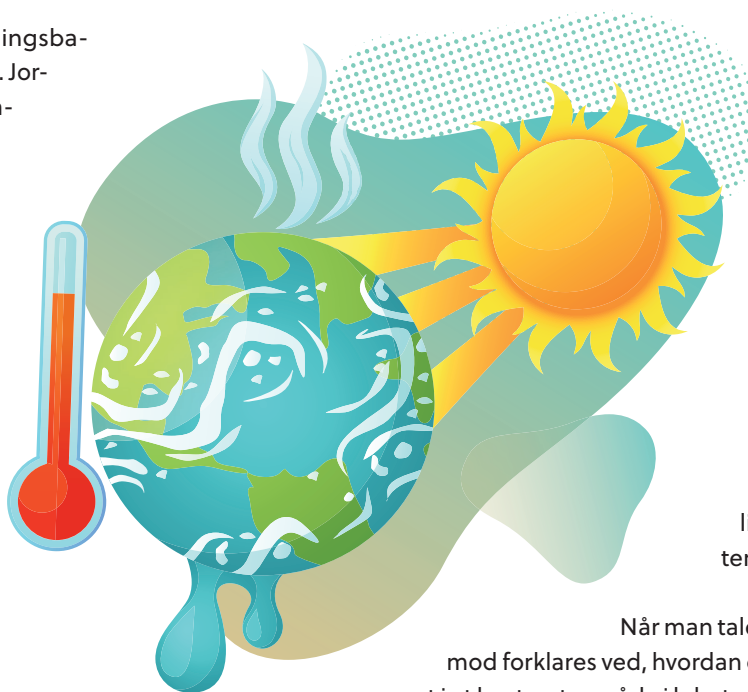
1.3 Forstyrrelse af balancen

Den globale opvarmning er resultatet af en forskydning i strålingsbalancen. En stigning i atmosfærens indhold af drivhusgasser forøger optagelsen af infrarød varme fra jorden. Derfor stiger den globale temperatur. Temperaturstigninger betyder at sne og is smelter. Der bliver derfor fritlagt ny områder med lav albedo (brun jord) og klodens samlede overfladealbedo falder. Den samlede mængde stråling som reflekteres fra jordens overflade stiger og det samme gør den mængde stråling som absorberes.

Vejr og klima

Hedebølger, langvarig tørke, og intensiv regn som forårsager oversvømmelser, er udslag af at klimaet er på vej til at forandre sig. Ingen enkeltstående vejsituation uanset, hvor ekstrem den er, kan bruges til at konkludere, at klimaet har forandret sig, hverken med eller uden menneskets medvirken. Det skyldes at vejr og klima ikke direkte hænger sammen. Vejret er en beskrivelse af f.eks. temperatur, lufttryk, skydække og andre egenskaber i atmosfæren et givet øjeblik. Vejret kan skifte fra time til time og fra minut til minut, men også i løbet af et år. Man kan også sammenligne vejret mellem sæsoner eller mellem år. Som regel vil vejret variere i forhold til et gennemsnit, men stadig falde indenfor klimanormalen som er den variation

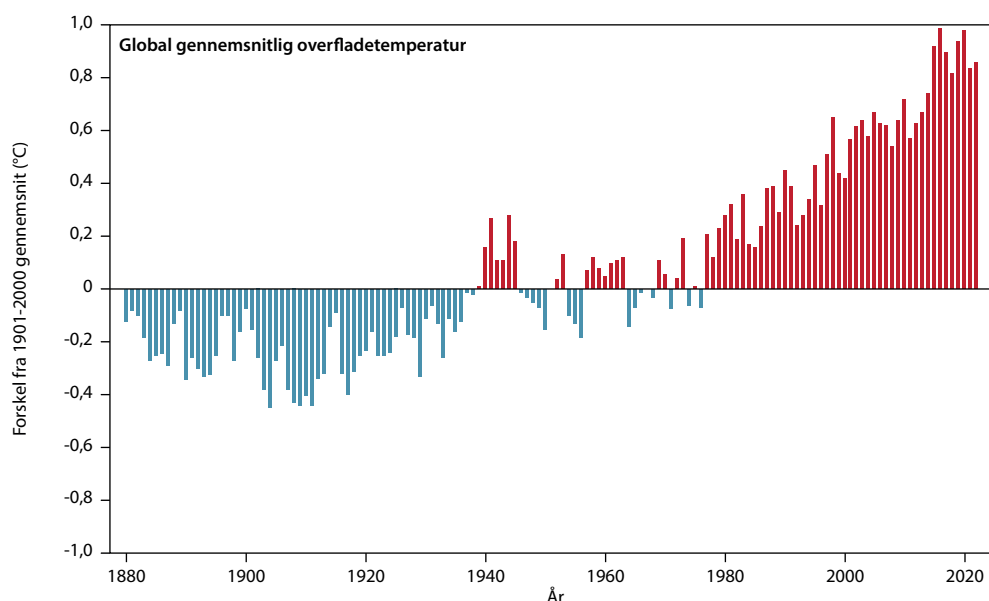
man må forvente baseret på den observerede gennem mange årtier. Andre år kan vejret afvige så meget fra gennemsnittet, at der er tale om anomalier. Der kan i disse tilfælde både være tale om kortvarige udsving og om langvarige egentlige afvigelser. Eksempler på sådanne korte udsving kan i Arktis være, voldsomt snefald om sommeren eller usædvanlige varmeperioder om vinteren.



Når man taler om "klima", kan det derimod forklares ved, hvordan det gennemsnitlige vejr har været i et bestemt område i løbet af en årrække. Man taler ofte om, at eventuelle klimaændringer skal ses som gennemsnitlige vejrparametre i løbet af 25-30 år.

En komplet beskrivelse af klimaet indbefatter gennemsnitsværdier af temperatur- og andre vejrdato, men angiver også, hvor meget disse vejrdato i gennemsnit varierer i løbet af en dag, et år eller endnu længere tid. Selv ekstreme og usædvanlige vejsituationer hører med til ingredienser i klimaet på en bestemt lokalitet.

Fra midten af 1800-tallet findes der pålidelige temperaturmålinger, som dækker størstedelen af kloden. Globalt set ligger er temperaturen i årene 2020 til 2021 mere end 0.8°C over gennemsnittet for perioden mellem 1901-2000.



Figurtekst

Det er oplagt at fastlægge en "global temperatur" som en slags gennemsnittemperatur for hele jorden. Det der almindeligvis opfattes som den globale temperatur, er gennemsnitstemperaturen nær jordoverfladen og nær havoverfladen beregnet ud fra temperaturmålinger fra en række målestationer på landjorden og havoverfladetemperaturen målt fra bøjer på havet og fra skibe.

Figur xx viser, hvordan den globale temperatur har varieret i perioden 1880 til 2022. De røde søjler viser, hvordan den globale temperatur har varieret fra år til år, og angiver samtidig, at temperaturen var højere end gennemsnittet for perioden 1901-2000 som var 13,9 grader celsius. De blå søjler viser, hvordan temperaturen tilsvarende var lavere end dette gennemsnit før 1940. Den globale gennemsnitstemperatur er i perioden 1880 til 2022 steget med ca. 1°C.

Klimaforandringer kan enten have naturlige årsager eller være skabt af menneskelig aktivitet. Naturlige årsager kan være varierende solaktivitet og vulkanudbrud, som kan føre til store temperaturudsving i atmosfæren. Sådanne temperaturudsving betegnes naturlige klimavariationer.

En væsentlig del af klimaændringerne skyldes processer, som forekommer naturligt, og som mennesker bidrager til. Den naturlige påvirkning inkluderer påvirkning af drivhusgasserne CO_2 og metan (CH_4) men helt nye påvirkninger, som ikke har naturlig baggrund inkluderer udledning af menneskeskabte kemiske stoffer som fx aerosoler. Desuden påvirker vi mennesker jordens albedo ved fx at bygge huse med mørke overflader/tage. De naturlige processer accelereres mange gange af de menneskelige processer som fx afbrænding af kul, olie, og naturgas.

Den største del af de temperaturstigninger, der er målt de seneste 100 år er et resultat af stigende udledning af drivhusgasserne CO_2 (kuldioxid), metan (CH_4) og lattergas (N_2O). Stigningen er et resultat af forskellige former for menneskelig aktivitet, det være sig afbrænding af fossile brændstoffer, skovrydning og en intensiveret landbrugsdrift.

Klimamodeller er en form for matematisk beskrivelse af klimasystemets forskellige dele. Klimadata fra fortiden og nutiden bruges i klimamodeller til at komme med forudsigelser om fremtidens klima.

For at vide hvordan klimaet ændrer sig, er det nødvendigt at vide noget om, hvor meget det ændrer sig af sig selv. Det er en af mange grunde til, at vejr- og klimadata er så vigtige og værdifulde. Den globale temperatur kan beregnes ca. 150 år tilbage i tiden ud fra temperaturmålinger foretaget på store dele af jorden. Hvis man skal vurdere, hvor alvorlig den globale opvarmning i virkeligheden er, må man anvende data som er endnu ældre. En vigtig kilde til oplysninger om temperaturforhold længere tilbage i tiden er is, der er dannet gennem flere tusinde år. Når der falder sne på fx den grønlandske indlandsis, så vil sneen over tid (mange år) blive presset mere og mere sammen og omdannes til is. I isen er der små luftbobler, støvkorn og mikroskopiske partikler som fortæller om vejret, da sneen faldt. Dvs. at der i isen findes oplysninger om vejret flere hundrede-tusinde år tilbage i tiden. At kende temperaturens udsving langt tilbage i tiden, giver bedre mulighed for at afgøre, om stigningen i den globale temperatur er naturlig, eller om den skyldes afbrænding af fossile brændstoffer. Igennem de sidste næsten 50 år er der blevet undersøgt is fra Grønland og Antarktis. Der er foretaget boreriger flere kilometer ned i forskellige iskapper og hentet iskerner op til nærmere analyser.



opvarmning betyder også kraftigere orkaner, længere og mere alvorlige tørkeperioder og kraftigere nedbør.

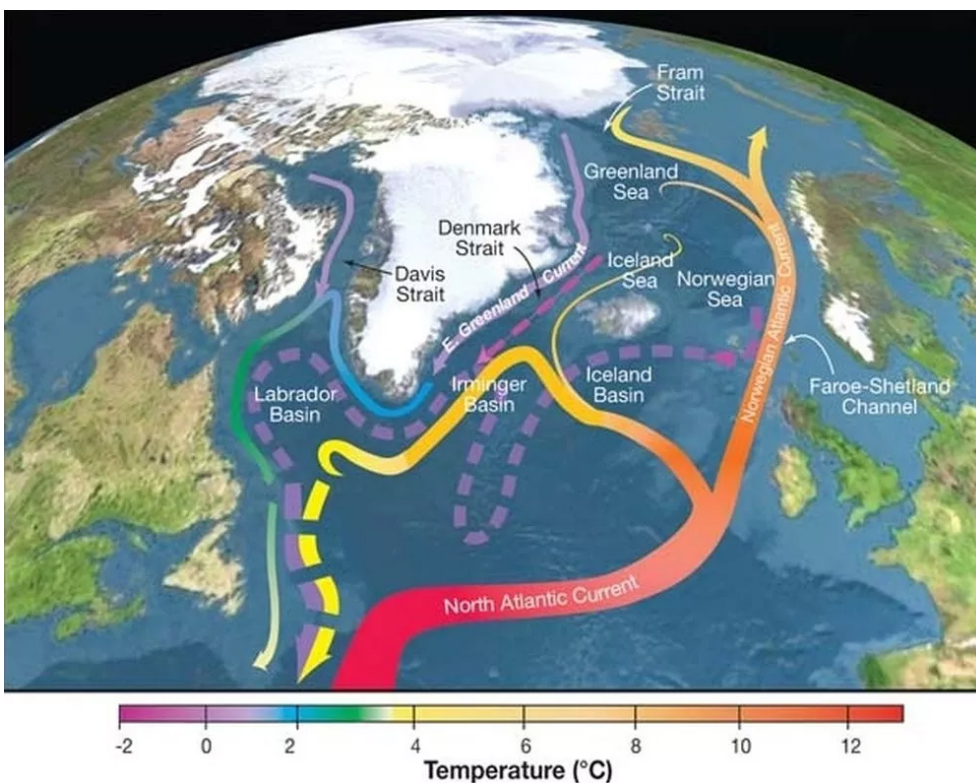
Den nordatlantiske strøm og Golfstrømmen

Klimaet i Danmark er mildt, i forhold til fx Sibirien, grunden til det er, havene omkring Danmark får tilført relativt varmt vand via et system af havstrømme. Varmt vand fra området omkring ækvator ud for USA's østkyst, bliver af Golfstrømmen og dens fortsættelse mod nord, den Nordatlantiske Strøm, ført nord om de britiske øer og videre ned omkring Danmark. Derfra trækkes strømmen nordpå op til området mellem Østgrønland og Island, hvor den nedkøles, for så igen at drive sydpå rundt Kap Farvel. Uden denne tilførsel af varmt vand, ville den gennemsnitlige årstemperatur i Danmark være væsentlig lavere.

Grønlandspumpen

Fluktuationer i klimaet hænger sammen med forandringer af havstrømmene i Nordatlanten. Cirkulationsmønsteret kan se ud på flere forskellige måder. Varmt overfladevand transporteres fra Atlanterhavets tropiske områder op til Nordeuropa af Golfstrømmens nordlige gren, kaldet den Nordatlantiske Strøm. Vinde og densitetsforskelle er med til at drive oceanernes havstrømme. Mens vindene påvirker og bevæger overfladevandet, er densitetsforskellene mellem fx salt- og ferskvand og mellem koldt og varmt vand med til at føre vand fra

En vigtig størrelse når vejret skal beskrives er naturligvis temperaturen, men andre typer af vejr-data spiller også en vigtig rolle. Vejret i Danmark veksler afhængigt af den dominerende vindretning samt årstiden. Desuden varierer vejret i Danmark fra år til år helt naturligt. Der er dog en tendens i variationerne i retning af flere kraftige storme og mere og kraftigere nedbør, hvis man ser på vejret de sidste omkring 100 år. Rundt omkring i verden er lignende tendenser gældende, og den globale



Figur Grønlandspumpen er et vigtigt led i cirkulationen i verdenshavene.

overfladen ned mod havbunden. Disse vertikale og horisontale vandbevægelser er fremtrædende i Atlanterhavet. Fra polerne udgår kolde havstrømme, som er tilført fersk smeltevand. Men i området mellem Østgrønland og Island sker en dybvandsdannelse som følge nedsynkning af saltholdigt havvand sydfra som afkøles. Efter nedsynkningen mod bunden returnerer havvandet sydover i stor dybde som en kold vandmasse. Der følger dermed det som kaldes en termohalin cirkulation.

Den globale opvarmning fører større mængder ferskvand til havet i takt med at is smelter, og mere ferskvand i det arktiske område forstyrrer den atlantiske havcirkulation. Det skyldes til dels, at densitetsforskellen bliver formindsket, og dels at ferskvand kan lægge sig som et isolerende lag i overfladen

af havet. Resultatet bliver, at havstrømmene aftager i styrke, Grønlandspumpen bliver svækket i styrke.

Vejret på Grønland er en funktion af det arktiske klima og som sådan under forandring. De vejrforhold vi kender i dag som er beskrevet ovenfor kan se anderledes ud om nogle årtier som en konsekvens af klimaets forandring. Grønland er derfor centralt placeret i mange studier af klimaets forandring blandt andet på grund af den globale opvarmnings konsekvenser for indlandsisen og havisudbredelsen i havene som omgiver Grønland. Men Grønland rummer også økosystemer som konstant tilpasser sig de klimaforhold som er dem givne. Derom handler de kommende kapitler

