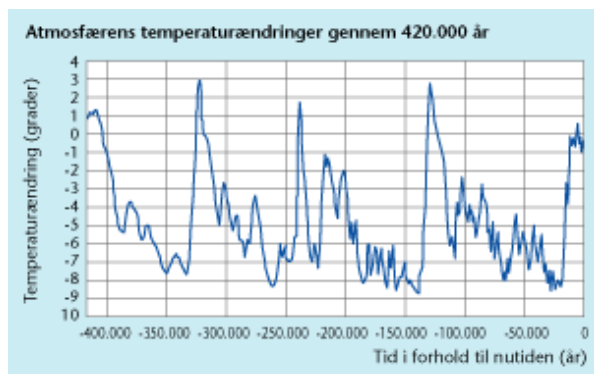
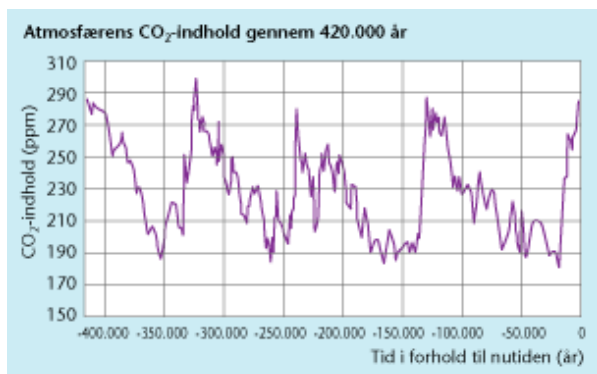


Bestemmelse af temperaturen og CO₂-indholdet i atmosfæren tilbage i tiden



Baggrund

I de senere år er det lykkedes at undersøge nogle vigtige egenskaber ved jordens atmosfære, så vi nu ved noget om hvordan den var for flere hundredtusinde år siden. Man har fx opdaget at både CO₂-indholdet og temperaturen har varieret meget og at ændringer ofte er foregået meget hurtigt, i løbet af få hundrede år.

Der er tilsyneladende en sammenhæng mellem CO₂-indholdet og atmosfærens middeltemperatur. De fremkomne data kan dog (endnu) ikke fortælle os om hvad der er hovedårsag til temperaturændringer. Der er således flere teorier om hvilken mekanisme der er afgørende for de observerede variationer – i virkeligheden er det nok et samspil mellem flere mere eller mindre komplicerede processer. En af teorierne bygger på drivhuseffekten, som er behandlet i Oplev naturvidenskaben side 72.

Her skal vi se nærmere på hvordan man overhovedet kan måle på atmosfæren i jordens fortid. Man kalder denne videnskab for palæoklimatologi.

Atmosfærens CO₂-indhold

Der er flere metoder til at måle luftens CO₂-indhold. En af de mest direkte metoder er at analysere små luftbobler der er indkapslet i isen ved jordens polarområder.

Ved Antarktis har man foretaget boreprøver i dybder på over 3600 m; graferne bygger på prøver udtaget ved Vostok-målestationen der ligger midt på et stort isplateau ca. 1700 km fra Sydpolen, se graferne figur 90 og 91 fra bogen her på siden. Denne målestation blev valgt i 1980 af forskere fra Sovjetunionen men betjenes nu af forskere fra både USA, Frankrig og Rusland.

De isprøver man borer op er som en historiebog over jordens fortid. Ved at analysere disse prøver i laboratoriet kan man finde oplysninger om atmosfærens indhold af forskellige gasser og støv samt af temperaturen. Da isprøverne er lagdelte pga. årlige variationer af snefald, kan man også finde alderen på isen nogenlunde som når man tæller årringe i træer. De dybeste borer er således også de ældste og har en alder på godt 420.000 år. Se figur 1 og 2.



Figur 1. Videnskabelig målestation i Antarktis Foto: NOAA/Fred Walton



Figur 2. Sne og is lægger sig i årlige lag som man benytter til datering af isprøver. Foto: NOAA/Fred Walton

Atmosfærens temperatur

Man kan ikke direkte måle atmosfærens temperatur tilbage i tiden; men man har alligevel pålidelige målinger, som bygger på forskellige indirekte metoder.

En af disse bygger på at luftens oxygen består af to forskellige slags atomer – en let udgave af oxygen (^{16}O) og en tung udgave (^{18}O). Man siger at der findes forskellige isotoper af oxygen; tallet angiver massen i enheden 'u'.

Man kan måle mængdeforholdet mellem disse to oxygenisotoper i fx luftbobler fra isprøverne fra Vostok. Da der er en direkte sammenhæng mellem dette forhold og temperaturen, kan man bestemme temperaturen til forskellige tidspunkter i jordens forhistorie.

En af årsagerne til at der er en sådan sammenhæng, er at når vand (H_2O) fordampes fra jordens oceaner, vil dampen indeholde forholdsvis lidt af den tunge oxygenisotop – tunge molekyler har simpelt hen sværere ved at fordampe. Når denne vanddamp senere falder som regn eller sne i fx polarområderne, vil indholdet af ^{18}O i nedbøren også være ret lavt sammenlignet med ^{18}O i havvand.

Da vand med ^{18}O samtidigt lettere fortættes og falder som nedbør end vand med ^{16}O , vil skyerne indeholde mindre og mindre af de tunge oxygenisotoper efterhånden som de afgiver deres vand.

Da nedbørsmængden afhænger af temperaturen, vil forholdet mellem oxygenisotoperne i vand der falder i polarområderne også afhænge af temperaturen.

For bedre at forstå dette kan vi se på et konkret eksempel (se figur 3).

Lad os antage at oxygen består af 80 % ^{16}O og 20 % ^{18}O (i virkeligheden er der kun 0,2 % af ^{18}O).

Hvis vi fx har 1000 vandmolekyler i havet, vil de 800 således være ^{16}O og de resterende 200 være ^{18}O .

Den vanddamp som ligger umiddelbart over havets overflade indeholder mindre af den tunge iltisotop; fordelingen kan fx være 160 ^{18}O og 840 ^{16}O (tallene er ikke realistiske).

Når denne vanddamp bevæger sig ind over landområder fortættes noget af dampen og falder som regn eller sne.

Nedbøren indeholder forholdsvis meget ^{18}O – derfor bliver indholdet af ^{18}O i skyerne mindre. Fordelingen kan fx nu være

100 ^{18}O og 900 ^{16}O . Jo mere nedbør, jo lavere vil indholdet af ^{18}O være, og da nedbørsmængden afhænger af

temperaturen, vil der også være en sammenhæng mellem indholdet af ^{18}O og temperaturen.

Målinger af forholdet mellem ^{16}O og ^{18}O i isboringer kan altså fortælle os noget om nedbørsmængder og derved temperatur for mange tusind år siden.

Lokalitet	^{16}O indhold	^{18}O indhold
Havet	800	200
Damp over havet	840	160
Damp over land - periode med lille nedbør	900	100
Damp over land - periode med stor nedbør	930	70

Figur 3.