

## Jordens system

*Denne time er en introduktion til Jorden forstået som et selvregulerende system. Målet er at forstå naturlige systemers homøostase, de fundamentale dynamikker som regulerer atmosfæren og kulstofkredsløbets betydning for klodens temperatur. Dette er den mest tekniske, og derfor måske den mest krævende, time, men hvis vi kan forstå disse grundlæggende koncepter, har vi den grundforståelse der skal til for at kunne følge med på resten af rejsen. Det er derfor vigtigt at tage tiden til at forklare koncepterne indgående og tjekke elevernes forståelse.*

*Timen slutter med et blik på, hvilke konsekvenser klimaforandringerne vil få for livet på kloden de næste hundrede år. Videoen, der viser forskellige klimaforskeres syn på fremtiden, er tænkt som en indgang til en bredere diskussion om, hvordan vi som almindelige mennesker kan forholde os til det perspektiv videnskaben åbner op. Denne diskussion er måske den allervigtigste del af timen – hvis der er brug for den. Det er svært at kigge på fremtiden uden at komme til at føle afmagt og det er vigtigt at snakke om. Derfor er der i mine timer som regel 45 minutter til en åben diskussion til sidst. Hvis ikke der er brug for diskussionen til sidst, kan man supplere med noget af det ekstra materiale der findes på [klodenkalder.tumblr.com](http://klodenkalder.tumblr.com).*

START (FORSIDE SLIDE): Introduktion til dagens time. Kæd gerne sammen med sidste time: nu går vi fra det store blik til at kigge på nogle af detaljerne omkring, hvordan temperaturen på Jorden reguleres, og hvilken rolle atmosfærens drivhusgasser spiller.

SLIDE 2 (TEKST): Introducer Amsterdam erklæringen. Læs den højt sammen og sæt i videnskabshistorisk perspektiv (<http://bit.ly/2q2loY3>).

SLIDE 3-6 (BILLEDER + TEKST): Forklar hvordan Jorden som system består af fire sfærer som igen består af andre elementer.

SLIDE 7 (forsideslide)

SLIDE 8 (TEKST): Introducer tilbagekoblinger i systemer – brug eksempler fra det klimatiske system, evt. afsmeltning af is eller metan i permafrosten (<https://da.wikipedia.org/wiki/Tilbagekobling>).

SLIDE 9 (BILLEDE): Introducer negative tilbagekoblinger ([https://da.wikipedia.org/wiki/Negativ\\_tilbagekobling](https://da.wikipedia.org/wiki/Negativ_tilbagekobling)).

SLIDE 10 (BILLEDE): Introducer positive tilbagekoblinger ([https://da.wikipedia.org/wiki/Positiv\\_tilbagekobling](https://da.wikipedia.org/wiki/Positiv_tilbagekobling)).

SLIDE 11 (VIDEO): Afspil videoen "Feedback loops in nature" (5:10 min).

SLIDE 12 (forsideslide)

SLIDE 13 (TEKST): Introducer homøostase  
(<https://da.wikipedia.org/wiki/Hom%C3%B8ostase>)

SLIDE 14 (VIDEO/TEKST): Fortæl om Lovelock og Daisyworld (tråd til sidste time): selvregulering er ikke magi, men en kvalitet ved komplekse systemer (emergens: <https://da.wikipedia.org/wiki/Emergens>). Afspil video (6:44 min).

SLIDE 15 (BILLEDE): Forklar, hvad der sker når naturlige systemers dynamiske balancepunkt bliver forstyrret.

SLIDE 16 (BILLEDE): Forklar, hvor på kloden klimaforskerne forventer der eksisterer "tipping points".

SLIDE 17 (forsideslide)

SLIDE 18 (VIDEO): Vi skal nu så en række korte klip der fortæller om atmosfærens historie og sammensætning. Vi starter med at se på, hvordan atmosfæren opstod. Afspil video (5:32).

SLIDE 19 (VIDEO): Atmosfærens sammensætning. Skru gerne ned for lyden og fortæl selv, hvis du kan! Afspil video (2:36).

SLIDE 20 (VIDEO): Jordens energibalance (følg gerne op på denne video bagefter eller undervejs: det er vigtigt at vi nu forstår den rolle drivhusgasserne spiller). Afspil video (4:25).

SLIDE 21 (VIDEO): Kulstofkredsløbet (humlen her er at forstå den konstante udveksling af kulstof til og fra atmosfæren. Afspil video (5:51).

SLIDE 22 (VIDEO): Et blik på, hvordan CO<sub>2</sub> opfører sig i atmosfæren i løbet af et år. Jeg skruer altid ned for lyden og forklarer lidt om, hvad vi ser. Læg især mærke til, hvor på kloden CO<sub>2</sub>en befinder sig og hvornår den udløses i større mængder. I den nordlige halvkugles sommer- og vækstperiode trækkes der mere CO<sub>2</sub> ned end der frigives (OBS: det er skovene i Siberien er afgørende for, hvornår dette kan ses på illustrationen: vi er helt henne i juni før sommeren slår ind). Afspil video (3:10).

SLIDE 23 (forsideslide)

SLIDE 24-25 (GRAFER): Forklar sammenhængen imellem CO<sub>2</sub> og klodens middeltemperatur.

SLIDE 26 (GRAF): Forklar fremskrivningerne af CO<sub>2</sub> i atmosfæren og klodens middeltemperatur. Brug 2100 som holdepunkt. IPCC som konservativt estimat.

SLIDE 27 (TEKST): Hvad kan vi forvente? Forklar usikkerheden og kæd sammen med diskussionen af tipping points. 2 grader betyder 3 grader betyder... Hvor er det klimatiske systems næste balancepunkt?

SLIDE 28 (GRAF): Hvor kommer den menneskelige CO<sub>2</sub> fra? (Her kan man også lægge andre snit: hvilke sektorer udleder f.eks. mest?) Introducer NASAs hjemmeside "Vital signs" som et sted, hvor man kan undersøge andre indikatorer på klimaforandringerne – vis hvordan man kan bruge det.

SLIDE 29 (forsideslide)

SLIDE 30 (GRAF): Hvad betyder det, hvis klodens middeltemperatur stiger 3,7-4.8 grader C i 2100? Diskuter grafen.

SLIDE 31 (VIDEO): Afspil video (4:46 min).

SLIDE 32 (VIDEO): Vi tager et kig på, hvordan klimaforskere forholder sig til fremtiden. Afspil video (8:51 min).

SLIDE 32 (BILLEDE + TEKST): Diskussion. Hvordan forholder I jer? Hvordan forholder vi os sammen? Nogle grupper har virkeligt behov for at sige noget her imens andre ikke har meget at sige. Prøv at holde diskussion så personlig og nede på jorden som muligt. Det næste og sidste slide henviser til tekster som kan give inspiration til, hvordan samtalen kan udfoldes.

Hvis der ikke er liv i diskussionen og du synes der er brug for mere indhold, kan du kigge på noget af ekstra materialet til denne lektion. Men det kan være lige så fint at stoppe lidt tidligere – dette er den time der kræver mest koncentration og der er ingen grund til at gøre timen hårdere end nødvendigt.

SLIDE 33 (TEKST): Henvis evt. til disse tekster, hvis eleverne har brug for at udforske diskussionen yderligere på egen hånd.

Hvis du gerne vil have en mere udvidet og løs idé om, hvordan du kan bruge materialet kig på: <https://klodenkalder.tumblr.com/earthsystem> (på engelsk).

Du kan finde mere inspirationsmateriale ved at søge på "kk-earthssystem" på fagets Tumblr-side (<https://klodenkalder.tumblr.com/search/kk-earthsystem>).