
En
Videnskabelig Guide
til
'Skeptikernes håndbog'

Beviser for,
at mennesker forårsager
global opvarmning



Anerkendelser

En videnskabelig Guide til "Skeptikernes håndbogen" er skrevet af John Cook på skepticalscience.com. Tak til følgende videnskabsmænd, der har bidraget og kommenterede dette dokument:

- John Bruno
Associate Professor of Marine Ecology, University of North Carolina
- Ove Hoegh-Guldberg
Foundation Professor and Director of the Centre for Marine Studies, University of Queensland
- Steven Sherwood
Professor, Physical Meteorology and Atmospheric Climate Dynamics, University of NSW
- Kevin Judd
Professor, School of Mathematics and Statistics, University of WA
- Malcolm McCulloch
Professor, School of Earth Sciences, University of WA
- Thomas Stemler
Assistant Professor, School of Mathematics and Statistics, University of WA
- Julie Trotter
Assistant Professor, School of Earth Sciences, University of WA

Referencer

Alexander, L. V., et al (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*, 111(D5).

Harries, J. E., et al (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355-357.

Sherwood, S. C., et al, (2008). Robust tropospheric warming revealed by iteratively homogenized radiosonde data. *J. Climate*, 21, 5336-5350.

Wang, K., Liang, S., (2009). Global atmospheric downward longwave radiation over land surface under all-sky conditions from 1973 to 2008. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D19).

En Videnskabelig Guide til 'Skeptikernes Håndbog' er en reaktion på 'Skeptikernes Håndbog', som findes på <http://joannenova.com.au/global-warming/> på engelsk og på dansk på hjemmesiden

<http://klimabedrag.dk/skeptiker-handbogen>

Hvilke beviser er der for, at CO2 forårsager global opvarmning?

Skeptikerne sår ofte tvivl om, hvorvidt mennesker forårsager global opvarmning, med spørgsmål som:

1. der et aftryk fra drivhusgasserne?
2. Har CO2 ikke haltet bagefter temperaturen i fortiden?
3. Sker der en global opvarmning nu?
4. Er der sket en mætning af CO2?

Udforskningen af disse spørgsmål giver svaret på det første spørgsmål, nemlig at der er bevis for, at CO2 forårsager global opvarmning?

Der er en række af beviser, der alle peger i samme retning, nemlig at mennesker forårsager den globale opvarmning

Det menneskelige fingeraftryk på klimaændringer

Når vi kigger på hele mængden af beviser, fremstår der et klart og entydigt billede:

- Mennesker udleder **milliarder af tons** CO2 i luften hvert år
- Mængden af CO2 i atmosfæren er **steget 40 % fra niveauet fra før industrialiseringen**
- Den **øgede drivhuseffekt er blevet direkte observeret** af en række uafhængige målinger

På de næste par sider vil vi se på flere beviser, der alle peger på et sammenhængende svar, nemlig at den menneskelige udledte CO2 forårsager den globale opvarmning.

1 Identifikation af drivhusgassernes aftryk

Drivhuseffekten efterlader et klart aftryk i atmosfæren. Drivhusgasser hindrer varmen i at nå den øvre atmosfære. Derfor forventer vi at se opvarmning i den nedre atmosfære (troposfæren) og en afkøling i den øvre atmosfære (stratosfæren). Det er præcis, hvad vi observerer.



Klimamodellerne forudsiger en hot spot omkring 10 km over troperne. Dette bekræftes med de nyeste data indsamlet af vejrballoonere. En almindelig misforståelse er, at hot spot er en konsekvens af drivhuseffekten - det er den ikke. Den skyldes faktisk ændringer i **den mættede adiabatiske temperaturkurve**.

En almindelig misforståelse er, at hot spot er en konsekvens af drivhuseffekten - det er den ikke.

Når man bevæger sig højere op i atmosfæren, bliver det koldere. Når det bliver koldt nok til at vanddamp kondenseres, frigives der varme. Dette kompenserer delvis for temperaturfaldet. I troperne, hvor luften er mere fugtig, frigives der mere varme. Så hot spot er resultatet af en overfladeopvarmning og er ikke enestående for drivhuseffekten.

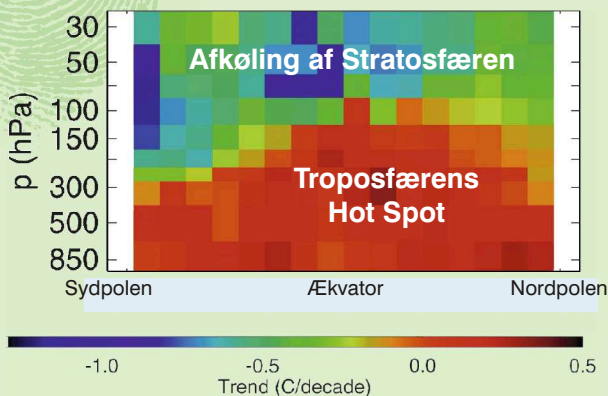
Vi måler atmosfærens temperatur ved hjælp af satellitter og vejrballoner. Flere faktorer påvirker disse målinger så som opvarmning af balloner på grund af sollys. Når disse påvirkninger tages i betragtning, viser data fra vejrballoner, at der findes en hot spot over troperne.

Bekræftelse af hot spot kommer fra målinger af vindretninger. Da der er en direkte sammenhæng mellem temperatur og vindretning, giver dette os en uafhængig måde at beregne temperaturændringerne på. Denne metode peger på den største opvarmning over troperne, ligesom vi forventer.

Fingeraftrykket fra drivhusgasserne, en varmende troposfære og afkølede stratosfæren, er præcis, hvad vi observerer.

Det menneskelige fingeraftryk nr. 1 Afkøling af stratosfæren

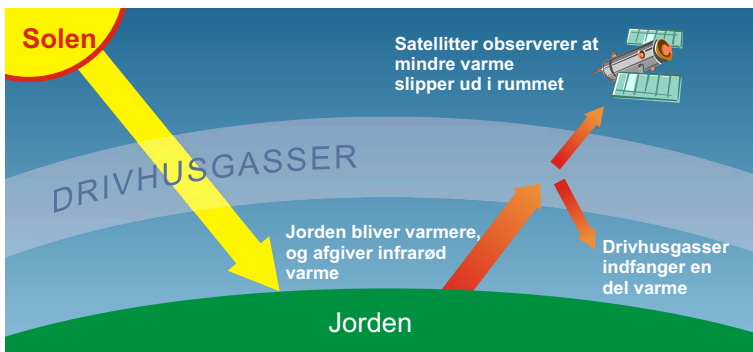
Satellitter og vejrballoner finder både en opvarmning i troposfæren og en afkøling i stratosfæren: et tydeligt drivhusaftryk.



(Sherwood et al 2008)

Beviser for at CO2 forårsager opvarmning

Kuldioxid indfanger varme. Dette er direkte målt af satellitter, der viser at mindre varme er sluppet ud i rummet i løbet af de seneste årtier (se **Human Fingerprint nr. 2**). Så vi har direkte beviser for, at CO2 forårsager opvarmning.



Iskerne viser, at i fortiden gik CO2 koncentrationen op efter at temperaturen steg. Det betyder, at temperaturen påvirker mængden af CO2 i luften. Så opvarmning forårsager mere CO2 og mere CO2 forårsager opvarmning. Sæt disse to faktorer sammen, og du får et positivt feedback.

Tidligere tiders opvarmning af Jorden har forårsaget at havet frigav mere CO2 ud i atmosfæren. Dette havde flere virkninger:

- Den ekstra CO2 i atmosfæren **forstærkede den oprindelige opvarmning**. Det er den positive feedback.
- Den ekstra CO2 blandedes i atmosfæren og **spredte drivhuseffekt over hele kloden**.

CO₂-målingerne er helt i overensstemmelse med den varmende effekt af CO₂. Faktisk forklarer CO₂ opvarmning både de dramatiske ændringer i temperaturen i Jordens fortid, og hvordan temperaturændring er i stand til at sprede sig over hele kloden. CO₂-efterslæbet modbeviser ikke den varmende effekt af CO₂. Tværtimod er det tegn på et positiv feedback på klimaet.

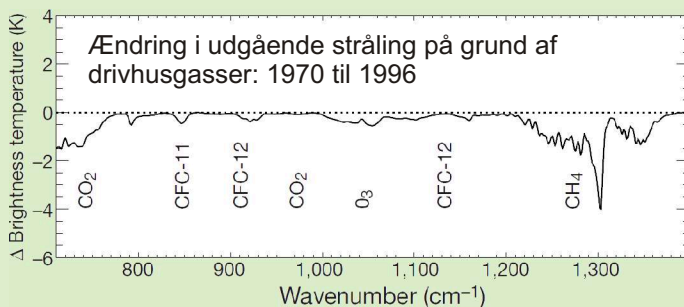
CO₂-efterslæb modbeviser ikke den varmende effekt af CO₂. Tværtimod er det tegn på et positiv feedback på klimaet.

Human Fingerprint nr. 2

Mindre varme siver ud i rummet

Satellitter måler den infrarøde stråling, når den slipper ud i rummet. En sammenligning mellem satellitdata fra 1970 til 1996 viser, at mindre energi er sluppet til rummet ved de bølgelængder, som drivhusgasserne absorberer. Forskere beskriver dette som "*direkte eksperimentelle beviser for en betydelig stigning i Jordens drivhuseffekt*".

Dette resultat er blevet bekræftet af nyere data fra flere forskellige satellitter.



(Harries et al 2001)

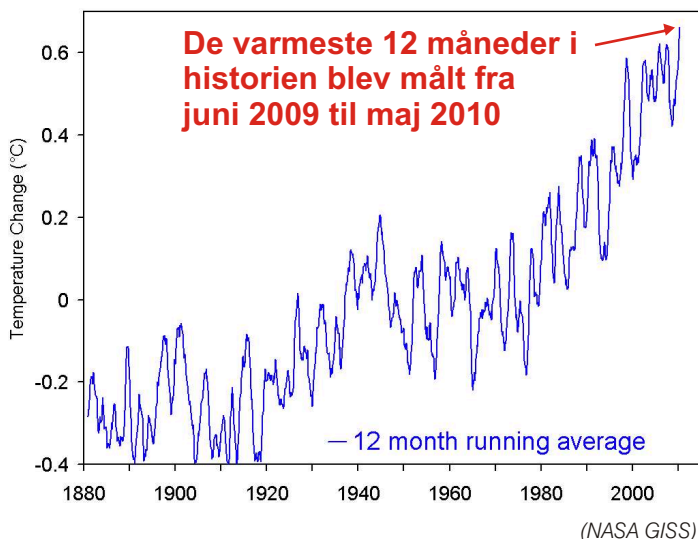
Virkeligheden af den globale opvarmning

Skeptikere hævder, at en stor del af den målte globale opvarmning skyldes vejstationer placeret i nærheden af klima anlæg og parkeringspladser. Vi ved, at dette ikke er tilfældet af flere grunde.

Til en begyndelse, kan vi sammenligne temperaturerne fra de godt placerede vejstationer med de dårligt placerede vejstationer. Både gode og dårlige placeringer viser den samme opvarmning.

En anden måde at kontrollere rigtigheden af termometermålingerne er at sammenligne dem med satellitdata. Satellitmålinger viser den samme mængde af global opvarmning. Da der ikke er nogen klima anlæg eller parkeringspladser i rummet, der kan påvirke målingerne, bekræfter dette, at termometre giver os et præcist billede.

En anden påstand fra skeptikere er, at der ikke har været opvarmning i de seneste år. Men der er en stærk opvarmningstendens i denne periode. I



virkeligheden blev 12-måneders varmere rekord brudt i marts i år, kun for at blive brudt igen i april og igen i maj.

Rekordtemperaturer er kun én detalje, der bekræfter at den globale opvarmning er en realitet:

- Iskapperne smelter og mister milliarder af tons is hvert år
- Vandstanden i havene stiger med en accelererende hastighed (hovedsageligt på grund af en reduktion af iskapperne)
- Arter migrerer mod polerne
- Gletsjerne bliver mindre og truer vandforsyningen for millioner af mennesker

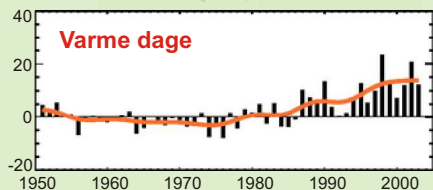
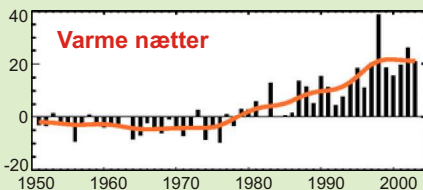
Når nogen fortæller dig, at der ingen beviser er for at mennesker forårsager den globale opvarmning, er det fordi de ikke har set omhyggeligt efter.

For at få en fuld forståelse af klimaet, er vi nødt til at se på alle beviserne. Hvad vi ser, er mange beviser, der alle peger i den samme retning - den globale opvarmning finder sted og vi er årsagen. Når nogen fortæller dig, at der ingen beviser er for at mennesker forårsager global opvarmning, er det fordi de ikke har set omhyggeligt efter.

Human Fingerprint nr. 3

Nætterne opvarmes hurtigere end dagen

En øget drivhuseffekt betyder at nætterne vil opvarmes hurtigere end dagene. Dette skyldes, at drivhuseffekten fungerer dag og nat. Hvis den globale opvarmning var forårsaget af solen, ville vi forvente, at opvarmningstendensen ville være størst i dagtimerne. I stedet for ser vi, at antallet af varme nætter stiger hurtigere end antallet af varme dage.



(Alexander et al 2006)

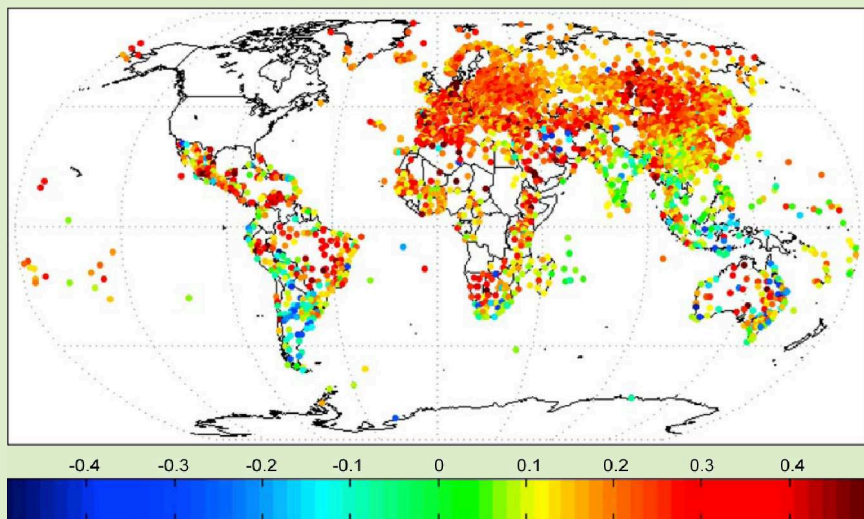
Human Fingerprint nr. 4

Mere varme er på vej tilbage til Jorden

Overflademålinger viser at mere varme vender tilbage til jorden på grund af en øget drivhuseffekt. Når vi tager et nærmere kig på spektret af den nedadgående stråling, kan vi regne ud, hvor meget hver drivhusgas bidrager til opvarmningen. Fra disse resultater blev det konkluderet:

“Disse eksperimentelle data vil effektivt afvise skeptikernes argument om, at der ikke findes eksperimentelle beviser for forbindelsen mellem forøgelse af drivhusgasserne i atmosfæren og den globale opvarmning.”

Udvikling i nedadgående infrarød stråling



Watts per square metre per year

(Wang et al 2009)

4 CO₂-effekten er stigende

Mennesker udleder over 30 milliarder tons kuldioxid til atmosfæren hvert år. Når vi tilføjer mere CO₂ til atmosfæren, fanger atmosfæren mere varme. Hvordan kan vi kontrollere dette? Målinger viser at ekstra CO₂ indfanger mere varme. Vi har allerede set, at satellitter måler at mindre varme slipper ud i rummet (se **Human Fingerprint nr. 2**). Dette er et direkte observationsmæssigt bevis for, at opvarmningen stammer fra at CO₂ er stigende.

Vi har yderligere bekræftelse på, ved hjælp af overflademålinge, at ekstra CO₂ indfanger mere varmer (se **Human Fingerprint nr. 4**). Når mindre varme slipper ud i rummet, er der mere varme, der vender tilbage til Jordens overflade. På overfladen iagttager vi mere infrarød stråling, der kommer ned på jorden fra atmosfæren.

Mennesker udleder over 30 milliarder tons kuldioxid i atmosfæren hvert år. Når vi tilføjer mere CO₂ til atmosfæren, indfanger atmosfæren CO₂ mere varme.

Hvad med argumentet om, at CO₂-effekten er mættet? Dette er baseret på den fejlagtige opfattelse, at vores atmosfære er et enkelt lag af CO₂, der blokerer varmen som en persienne. I virkeligheden består vores atmosfære af mange lag og hvert lag udstråler varme.

Når vi tilføjer mere CO₂ i luften, blandes den op i hele atmosfæren, herunder øverste lag. Den ekstra CO₂ i højere lag af troposfæren

absorberer stråling fra de lavere niveauer. Så at tilføje ekstra CO₂ til atmosfæren er at udvide den globale opvarmning.

Den menneskeskabte globale opvarmning er baseret på mange uafhængige beviser. En skepsis over for den globale opvarmning er ofte fokuseret på små detaljer, medens helheden negligeres.

Vores klima er under forandring, og vi er den væsentligste årsag gennem vores udledning af drivhusgasser. Fakta om klimaforandringer er væsentlige for forståelsen af verden omkring os, og for at træffe kvalificerede beslutninger om fremtiden.



For mere information, besøg:



THE UNIVERSITY OF
WESTERN AUSTRALIA
Achieving International Excellence

www.climate-science-wa.org