

Global varmekforurening

HISTORIEN OM EN GLEMT MILJØRISIKO

CA. 1960-85

AF

BO FRITZBØGER

Den 7. februar 1978 udgav forlaget Gyldendal debatbogen *Oprør fra midten*. Den var skrevet af professor i halvlederfysik ved Danmarks Tekniske Højskole Niels I. Meyer (f. 1930), den erfarne radikale folketingspolitikker Kristen Helveg Petersen (1909-97) og den skønlitterære forfatter og filosof Villy Sørensen (1929-2001), og allerede i løbet af de første tre måneder efter udgivelsen solgte den i mere end 50.000 eksemplarer.¹ Bogen blev siden oversat til adskillige sprog, var ophav til et tidsskrift og en bevægelse og gav anledning til en heftig og langvarig debat. Som udgangspunkt for vidtgående og detaljeret beskrevne samfundsreformer udmalede forfatterne i bogens indledende kapitler et i tiltagende grad konfliktfyldt forhold mellem det moderne kapitalistiske industrisamfund og det naturlige miljø.²

I kort form tilsluttede forfatterne sig konklusionerne i den modelbaserede fremskrivning *Grænser for vækst*, som den private tænketank Club of Rome med en gruppe unge forskere fra Massachusetts Institute of Technology (MIT) som forfattere havde udgivet forud for FN's topmøde om det menneskelige miljø i Stockholm 1972. Med klubbens ordvalg bestod „the predicament of mankind“ i, at ulandenes hastigt voksende befolkninger havde moralsk krav på økonomisk udvikling samtidig med, at der ville blive snævre materielle grænser for ilandenes fremtidige ressourceforbrug og affaldsproduktion af enhver form.

Som et af de mest alarmerende miljøproblemer pegede *Oprør fra midten* på risikoen for omfattende menneskeskabte klimaforandringer:

1 Flemming Behrendt: *Debatten om Oprøret fra Midten*, København 1978, s. 9.

2 Tak til lektor emeritus Kjeld Rasmussen, Institut for Geovidenskab og forvaltning, KU, og lektor Sune Auken, Institut for Nordiske Studier og Sprogvidenskab, KU, for hjælp og vejledning ved udarbejdelsen af denne artikel.

Selv nogle få graders stigning af den gennemsnitlige overfladetemperatur kan få uoverskuelige konsekvenser. Vi ved [min fremhævning] at alt energiforbrug fører til opvarmning af atmosfæren, og at der ved forbrænding af fossilt brændstof (olie, kul, naturgas) dannes store mængder kuldioxid, der kan forhindre varmeafgivning fra Jorden og føre til den såkaldte drivhuseffekt. Vi ved derimod ikke, hvornår disse virkninger vil kunne mærkes.³

Som bekendt opnåede bogen sin bestemmelse: Debatten blev intens.⁴ Blandt andet kritiserede forfatteren Henrik Stangerup (1937-98) hårdt, hvad han anså for utopiens livsfornægtende implikationer: „Ligesom universet stræber imod entropi, det vil sige: imod orden, stilstand, anti-liv, stræber enhver utopi imod kvadrat, klassifikation, regler og atter regler, paragraffer, anti-liv – død“.⁵ Den misvisende definition på entropi, som han læste ud af filosofiprofessor Jørgen Jørgensens (1894-1969) grundbog til filosofikum, afstedkom en længere diskussion med Villy Sørensen, som – i god overensstemmelse med den teoretiske fysik – hævdede, at entropi tværtimod betegnede uorden. Men de var dog enige om, at *Oprør fra midten* med sine bemærkninger om klimaet refererede til den afslutning på universet, der i 1800-tallet blev kendt som „varmedøden“.

De truende globale klimaforandringer skyldtes ifølge de tre forfattere en uheldig parallelitet mellem tiltagende opvarmning og øget tilbageholdelse af den producerede overskudsvarme som følge af en stigende drivhuseffekt. Men hvor sidstnævntes katastrofale effekt i dag er alment anerkendt, finder den såkaldte globale varmeforurening ikke længere vej til videnskabelige artikler eller til den offentlige debat. Den blev lige så stille glemt engang i begyndelsen af 1980'erne.

Det er denne forsvundne viden om den globale varmeforurening, der er emnet for det følgende. Først spores dens oprindelse ved en gennemgang af videnskabelig primærlitteratur. Dernæst forfølges genreskift til først videnskabelige lærebøger og siden politisk debatliteratur. Endelig undersøges dens forekomst i periodens danske publikationer.

³ Niels I. Meyer, Kristen Helveg Petersen & Villy Sørensen: *Oprør fra midten*, København 1978, s. 25.

⁴ Se f.eks. Niels I. Meyer, Kristen Helveg Petersen & Villy Sørensen: *Røret om oprøret. Mere om Midten*, København 1982.

⁵ Henrik Stangerup: „I vil gøre Danmark til en fangelejr“, i Poul A. Jørgensen (red.): *Opsang til midten*, Haarby 1978, s. 1-12, s. 10.

Foranderlig viden

Undersøgelsen er inspireret af det hastigt voksende felt med betegnelsen „videnshistorie“.⁶ Den søger især at adskille sig fra traditionel videnskabshistorie ved ikke primært at fokusere på produktion, men på omsætning eller cirkulation af viden. Det vil sige de processer, hvor viden „udvikler, forandrer og ’realiserer’ sig igen og igen gennem cirkulationen mellem forskellige samfundsmæssige sfærer, indtil den måske ’forbruges’ og forsvinder i dem“.⁷

Videnshistorien bygger med vekslende grader af udtrykkelighed og refleksion på nyere videnskabssociologiske og -historiske studiers insisteren på, at videnskabelig praksis blot er en bestemt form for social praksis; ikke en særlig privilegeret adgang til sandhed.⁸ Denne forståelse af videnskab forbindes ofte med Thomas Kuhns (1922-96) angreb på forestillingen om videnskab som opbygningen af kendsgerninger og stadig mere udbyggede og korrekte teorier. I stedet formulerede han tanken om, at videnskaben er struktureret af hinanden afløsende og gensidigt inkommensurable paradigmer.⁹ Men det er faktisk muligt at adskille hans ide om videnskabelige paradigmer fra hans radikale afvisning af, at der kan opnås gradvis større korrespondens mellem virkelighed og erkendelse.

Hvad Kuhn kaldte paradigmer, betegnede den polske mikrobiolog og videnskabsteoretiker Ludwik Fleck (1896-1961) allerede i 1930'erne for „tænkestile“.¹⁰ Vi har ifølge Fleck lært at se og at fortolke vore sansindtryk på bestemte måder, der deles inden for mere eller mindre

6 Peter Burke: *What is the History of Knowledge?*, Cambridge 2016.

7 Philipp Sarasin: „Was ist Wissensgeschichte?“, i *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der Deutschen Literatur*, 36:1 (2011), s. 159-172, (s. 166): „entwickelt, verändert und ’realisiert’ sich immer wieder neu durch die Zirkulation zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Sphären, bis es sich darin möglicherweise ’verbraucht’ und wieder verschwindet“; om videncirkulation, se også Johan Östling & David Larsson Heidenblad: „Cirkulation – ett kunskapshistoriskt nyckelbegreb“, (Svensk) *Historisk Tidskrift*, 137:2 (2017), s. 269-284.

8 Bruno Latour & Steve Woolgar: *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton 1979 (1986); Steven Shapin & Simon Schaffer: *Leviathan and the Air-Pump. Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, Princeton 1985.

9 Thomas S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1962; Finn Collin: „Kuhn og revolutionen i videnskabsfilosofien“, i Hanne Andersen & Jan Faye (red.): *Arven efter Kuhn*, København 2006, s. 51-68.

10 Katja Sabisch: „Die Denkstilsanalyse nach Ludwik Fleck als Methode der qualitativen Sozialforschung – Theorie und Anwendung“, *Forum Qualitative Sozialforschung* 18:2, 2017, artikel 5; David Demeritt: „The Construction of Global Warming and the Politics of Science“, *Annals of the Association of American Geographers*, 91:2, 2001, s. 307-337.

lukkede „tankefællesskaber“.11 Men i modsætning til Kuhn så Fleck netop interaktionen mellem forskellige tænkestile og -fællesskaber som det, der skaber videnskabelige fremskridt mod en højere grad af korrespondens.12

Videnshistoriens definition af „viden“ er pragmatisk, idet begrebet med grundlæggeren af det såkaldte *strong programme* for videnssociologi, David Bloor (f. 1942), simpelthen dækker „whatever people take to be knowledge“.13 Interessen samler sig altså ikke mindst om formerne og baggrunden for netop denne påberåbelse af vidensstatus. Men som nævnt rettes interessen i stigende grad mod brugen og udvekslingen af viden; mod hvordan den tilsyneladende samme viden tjener forskellige formål i varierende sociale kontekster.

Også cirkulationsbegrebet stammer oprindeligt fra Fleck, som blandt andet slog fast, at ideer ikke går uforandrede gennem et kredsløb mellem tankefællesskaber.14 Eller som udtrykt med hans nutidige åndsfælle Bruno Latours (f. 1947) begreb „oversættelse“ (*translation*): „a relation that does not transport causality but induces two mediators into coexisting“.15 Viden kan altså indgå i en lang og varieret række af transformationsprocesser, som ikke kvalitativt adskiller sig fra den oprindelige produktionsproces. Og Andreas Daum beskriver da også netop videnscirkulationen som „transformations [...] across, time, space, and cultures“.16

Det følgende er altså ikke historien om, hvordan erkendelsen af de igangværende menneskeskabte klimaforandringer som følge af udledningen af CO₂ og andre drivhusgasser (f.eks. metan og lattergas) blev

11 Ludwik Fleck: „Das Problem einer Theorie des Erkenntnis“, i *Denkstile und Tatsachen. Gesammelte Schriften und Zeugnisse*, S. Werner & C. Zittel (udg.), Frankfurt a/M 2011, s. 260-309. Flecks tankefællesskaber har stor lighed med Knorr Cetinas „epistemiske kulturer“, Karin Knorr Cetina: *Epistemic Cultures. How Sciences Make Knowledge*, Cambridge MA 1999, s. 1.

12 Ludwik Fleck: *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Frankfurt a/M 1980 (1935), s. 111ff.

13 David Bloor: *Knowledge and Social Imagery*, Chicago 1976 (1991), s. 5; se også Peter Burke: *A Social History of Knowledge. From Gutenberg to Diderot*, London 2000, s. 12.

14 Fleck 2011, s. 267.

15 Bruno Latour: *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*, Oxford 2005, s. 108.

16 Andreas W. Daum: „Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge. Some Historical Reflections“, *Isis* 100, 2009, s. 319-332 (s. 320).

til. Den er skrevet adskillige gange.¹⁷ Historien om den varmeforurening, som i en kort tid var en videnskabelig forklaring på højde med den øgede drivhuseffekt, er derimod uskrevet. Og selv om den med overvejende sandsynlighed blev glemt, fordi dens antagelser viste sig at være forkerte (mangle korrespondens), kan det være værd at undersøge, hvordan denne glemsel kom i stand. Hvordan viden så at sige ændrede status til uviden, uden at nogen rigtig formulerede det. Derved kan vi måske også komme lidt tættere på den ængstelse for menneskeskabte risici, der synes at være en af modernitetens bærende konstruktioner.¹⁸ I 1970'erne såvel som i dag.

Ældre teorier om energi og klima

Oprindelig knyttede betegnelsen klima sig til de geografiske variationer i vejr og vegetation, der er et resultat af forskellige egnenes placering på jordkloden.¹⁹ Klimaet betragtedes derfor som regionalt uforanderligt. Hertil lagdes ofte en fysisk determinisme, ifølge hvilken klimaet afgjorde kulturens særkender. Men fra 1700-tallet anså stadig flere det for tænkeligt, at klimaet kunne ændre sig. Det var eksempelvis en forudsætning for de teorier om ukendte istiders geomorfologiske betydning, der begyndte at blive formuleret.²⁰ Og med tiden vandt den tanke udbredelse, at mennesket selv kunne bidrage til at ændre klimaet. For i takt med den vesterlandske kulturs undertvingelse af den såkaldt nye verden mente emigranterne ofte at kunne iagttage en påfaldende mildning af klimaet, når koloniale landskaber gennem opdyrking blev civiliseret og tillempet de europæiske hjemlandes idealer. Men der var altså vel at mærke tale om ændring af lokale eller regionale vejrforhold.

Menneskets evne til at påvirke jordens generelle klima fandt i 1800-tallet en teoretisk-fysisk begrundelse.²¹ Den tog afsæt i de under-

¹⁷ F.eks. Spencer R. Weart: *The Discovery of Global Warming. Revised and Expanded Edition*, Cambridge MA 2008 og Bert Bolin: *A History of the Science and Politics of Climate Change. The Role of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge 2007.

¹⁸ Mary Douglas: „Environment at Risk”, i *Implicit meanings. Essays in anthropology*, London 1975, s. 230-248; Ulrich Beck: *Risikogesellschaft. Auf dem Wege in eine andere Moderne*, Berlin 1986; Scott Lash, Bronislaw Szerszynski & Brian Wynne (red.): *Risk, Environment and Modernity. Towards a New Ecology*, Thousand Oaks 1996.

¹⁹ Terence Glacken: *Traces on the Rhodian Shore. Nature and Culture in Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century*, Berkeley 1967, s. 80ff.

²⁰ Tobias Krüger: *Discovering the Ice Ages. International Reception and Consequences for a Historical Understanding of Climate*, Leiden 2014.

²¹ Stephen G. Brush: *The Temperature of History. Phases of Science and Culture in*

søgelse af fænomenet energi, som blandt mange andre franskmanden Sadi Carnot (1796-1832), tyskeren Rudolf Clausius (1822-88) og briterne William Thomson/Lord Kelvin (1824-1907) stod for. De fandt ud af, at energi ikke er stof, men en egenskab ved stof, der er betingelsen for, at noget kan ske, og som kan forekomme i forskellige former.

I termodynamikkens første lov konstaterede de, at mængden af energi i et lukket system er konstant. Efterfølgende indførte de betegnelsen entropi om graden af systemets uorden. I et lukket system, hvor potentiel energi gennem bevægelse omdannes til varme, vil entropien forøges; og den kan ifølge termodynamikkens anden lov (entropiloven) aldrig atter aftage. Man kan derfor også sige, at entropi er et udtryk for irreversibilitet. Denne tankegang førte i 1854 den tyske fysiker Hermann von Helmholtz (1821-94) til at formulere begrebet universets varmedød. En tilstand, hvor alle temperaturforskelle er udlignet, ingen energi derfor længere er anvendelig, og historien så at sige ender med fuldkommen stilstand.

Forestillingen om universets varmedød forudsatte ikke i sig selv menneskelig medvirken. Men entropiloven fik hurtigt stor betydning i 1800-tallets samfundsdebat og kulturproduktion langt fra dens teoretisk-fysiske ophav. Videnskabshistorikeren Helge Kragh (f. 1944) har således vist, hvordan der i den teleologi, som loven indebar, blandt andet kunne findes stærke argumenter for den kristne kosmologis tanker om historiens begyndelse og afslutning; om skabelse og dommedag.²² Der var i den forstand tale om en radikal historisering af den geofysiske og astronomiske virkelighed.

En anden af 1800-tallets teorier om klimaforandringer, som imidlertid ikke udsprang af generelle fysiske love, men knyttede an til jordens aktuelle geofysik, var forestillingen om en „drivhuseffekt“.²³ Den franske fysiker Joseph Fourier (1768-1830) var i 1820'erne den første, som sammenlignede atmosfæren med et beskyttende drivhus (uden dog at bruge ordet). 40 år senere påviste englænderen John Tyndall (1820-93), at gasarter har varierende gennemtrængelighed for stråler af forskellig bølgelængde, og at kuldioxid eksempelvis bremser langbølget varmestråling. I 1896 publicerede den svenske kemiker og fysiker Svante Arrhenius (1859-1927) de første beregninger af en forventet sammenhæng mellem tiltagende CO₂-koncentration og temperaturstigninger. En sammenhæng, som han fortrøstningsfuldt mente,

the Nineteenth Century, New York 1978.

²² Helge S. Kragh: *Entropic Creation. Religious Contexts of Thermodynamics and Cosmology*, Farnham 2008.

²³ James Rodger Fleming: *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford 1998.

ville bidrage til at afbøde en kommende istids skadevirkninger. Endelig antydede den engelske ingeniør Guy Stewart Callendar (1898-1964) fra 1930'erne og frem i en række undersøgelser af historiske målinger af atmosfærens kemiske sammensætning, at en temperaturstigning som følge af et øget CO₂-niveau allerede da var i gang.

System, model, scenarium

En ting var imidlertid at kende de fysiske principper, der kunne lede til et varmere klima, noget ganske andet at sandsynliggøre, om og i hvilken udstrækning sådanne utilsigtede effekter ville blive til virkelighed. For det forudsatte en evne til at forudsige fremtiden, som ingen selvsagt havde eller kunne få. Men der viste sig i løbet af 1900-tallet en næstbedste mulighed: matematisk modellering.

Den østrigske biolog Ludwig von Bertalanffy (1901-72) lagde i 1920'erne grunden til den såkaldte systemteori, der senere i 1900-tallet skulle få kolossal indflydelse inden for snart sagt alle grene af videnskab og forvaltning.²⁴ Den byggede på en antagelse om, at virkelighedens mere komplekse sammenhænge bedst kan beskrives og forstås som systemer af indbyrdes forbundne enkeltdele, der er knyttet sammen på en sådan måde, at helheden udfylder en funktion.²⁵ Forbindelsen mellem systemets dele består ifølge denne tænkemåde af udveksling af stof, energi eller information, men udvekslingen kan være ganske kompliceret. Der kan for eksempel undervejs være tidsforskydninger som følge af midlertidig oplagring, ligesom der kan finde betingede tilbageløb (*feedback*) sted.

Uanset om der var tale om eksempelvis økosystemer, sociale systemer eller økonomiske systemer, kan sådanne relationer omsættes til matematiske forskrifter, som igen kan sammensættes til modeller af systemets dynamiske helhed.²⁶ At gennemregne effekter af en sådan model ved ændring af en eller flere faktorer er imidlertid yderst arbejdskrævende, så det var først efter udviklingen af tilstrækkeligt store og hurtige computere i anden halvdel af 1900-tallet, at matematisk systemmodellering for alvor vandt frem. Med modelleringen fulgte muligheden at skabe scenarier for fremtiden ved betinget fremskrivning

²⁴ Fritjof Capra & Pier Luigi Luisi: *The Systems View of Life. A Unifying Vision*, Cambridge 2014.

²⁵ Jay W. Forrester: *Principles of systems, text and workbook*, Cambridge MA 1972; Donella Meadows: *Thinking in Systems. A Primer*, White River Junction 2008.

²⁶ Frank Benjamin Golley: *A History of the Ecosystem Concept in Ecology. More Than the Sum of the Parts*, New Haven 1993; Hunter Heyck: *Age of System. Understanding the Development of Modern Social Science*, Baltimore 2015; Ellen Andersen: *Træk af makroøkonomiske modellers historie og udvikling*, København 1974.

af udvalgte variabler. *Grænser for vækst* var et af de første ambitiøse forsøg på ved modellering at præsentere mulige scenarier for fremtidens menneskelige miljø.

Systemtænkningen havde imidlertid været markant til stede allerede ved International Council of Science's tilrettelæggelse og gennemførelse af det Internationale Geofysiske År (IGY), som løb fra 1/7 1957 til 31/12 1958.²⁷ Formålet med dette storstilede samarbejde på tværs af Jerntæppet var simpelthen med efterkrigstidens stærkt forbedrede teknologiske muligheder at forbedre kendskabet til jordkloden som et sammenhængende bio-geofysisk system.

Hypotesen om drivhuseffekten var aldrig blevet underbygget eksperimentelt, og Guy Callendars beregninger blev af mange betragtet som utilstrækkelige.²⁸ Men IGY gav mindst to vigtige bidrag til denne del af klimatologien. Oceanografen Roger Revelle (1909-91) og kemikeren Hans Suess (1909-93) pegede på, at verdenshavenes fortsatte evne til at optage atmosfærens overskydende CO₂ ikke var ubegrænset, og at mennesker af den grund uden at vide det var i gang med et betænkeligt geofysisk eksperiment i fuld skala.²⁹ De opfordrede følgelig til systematisk måling af atmosfærens kemiske sammensætning med henblik på at afgøre, om en forøgelse af drivhuseffekten var ventelig.

Denne opfordring blev taget op af deres kollega ved Scripps Institution of Oceanography i Californien, David Keeling (1928-2005).³⁰ Han fik økonomisk støtte til opbygning af en målestation på toppen af vulkanen Mauna Loa på Hawaii, hvorfra atmosfærens CO₂-indhold siden har været målt dagligt. Det har afsløret en eksponentielt stigende koncentration, som i 2018 er på ca. 410 milliontedele (ppm) eller godt en tredjedel højere end ved målingernes start.³¹

Global varmeforurening var til gengæld ikke et emne, som IGY ofrede nogen opmærksomhed. Udsigten til et varmere klima havde da også ved denne tid svært ved at trænge igennem i den offentlige debat, eftersom middeltemperaturen i store dele af verden faktisk havde

²⁷ Walter Sullivan: *Assault on the Unknown. The International Geophysical Year*, London 1961; Robert G. Fleagle: „From the International Geophysical Year to Global Change”, *Reviews of Geophysics* 30:4, 1992, s. 305-313.

²⁸ James Rodger Fleming: *The Callendar Effect. The Life and Work of Guy Stewart Callendar (1898-1964), the Scientist Who Established the Carbon Dioxide Theory of Climate Change*, Boston 2007.

²⁹ Roger Revelle & Hans E. Suess: „Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades”, *Tellus* 9:1, 1957, s. 18-27.

³⁰ Weart 2008, s. 20ff.

³¹ <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> (1.6.2018).

været faldende siden 1940'erne. Til gengæld var bekymringen for industrialismens og forbrugersamfundets negative følger stærkt stigen- de. Frygten for de uoverskuelige konsekvenser af en mulig atomkrig bidrog ydermere til en udbredt forestilling om, at mennesket ved sin uovertrufne teknologiske formåen var blevet i stand til at skabe så fatale miljøforandringer, at det let kunne blive dets egen undergang.³²

I en mindre skala var det dog især marinbiologen Rachel Carsons (1907-64) påpeging i bogen *Silent Spring* fra 1962 af skadevirkningerne ved flyspredning af insektgifte, der satte miljøet på den vestlige verdens politiske dagsorden.³³ Og sammenkædning af stedbundne forureningsproblemer med atomkraft førte til en stigende bekymring for den varme, som blandt andet atomkraftanlægs kølevand tilførte det lokale havmiljø.³⁴

Klimatologisk vidensproduktion i 1960'erne og 1970'erne

Først i løbet af 1960'erne blev computerteknologien så avanceret, at det var muligt ikke kun at modellere regionalt vejr med henblik på fremstilling af vejrudsigter, men også langtidssvingninger i det globale klima. Takket være et stigende antal satellitter øgedes også datamængden støt. Det var en forudsætning for at skabe underbyggede scenarier af, hvor omfattende menneskeskabte klimaændringer der under bestemte fast definerede betingelser var tænkelige.³⁵ Men selv uden avancerede computermodeller var der i nogle videnskabelige kredse en klar fornemmelse af, at et varmere globalt klima var under udvikling.

I 1961 afholdt UNESCO og World Meteorological Organization (WMO) således i Rom en konference med titlen „Changes of Climate“. Her kunne flere deltagere, blandt andre den danske afdelingsleder ved Danmarks Meteorologiske Institut Leo Lysgaard (1899-1986), fremlægge empiriske tidsserier over temperaturudviklingen siden

³² Jacob Darwin Hamblin: *Arming Mother Nature. The Birth of Catastrophic Environmentalism*, Oxford 2013.

³³ Edmund Russell: *War and Nature. Fighting Humans and Insects with Chemicals from World War I to Silent Spring*, Cambridge 2001; Harri Siiskonen: „Silent Spring and the Nordic Agricultural Magazines“, *Scandinavian Economic History Review* 50:1, 2002, s. 7-23.

³⁴ Bryce Nelson: „Thermal Pollution. Senator Muskie Tells AEC to Cool It“, *Science*, New Series 158:3802, 1967, s. 755-756; Peter A. Krenkel & Frank L. Parker (red.): *Biological Aspects of Thermal Pollution. Proceedings of the National Symposium on Thermal Pollution*, Portland OR 1968.

³⁵ Paul N. Edwards: *A Vast Machine. Computer models, climate data, and the politics of global warming*, Cambridge MA 2010.

1800-tallet, der klart havde en stigende tendens.³⁶ Konferencedeltagerne fokuserede imidlertid overvejende på naturlige klimafaktorer (astronomiske, astrofysiske og geofysiske), når udviklingen skulle forklares. Der var en vis skepsis i forhold til drivhusteoriens forklaringskraft, og global varmemeforurening blev ikke nævnt, men der blev set med stor alvor på de mulige virkninger af den målte temperaturstigning – uanset årsag.³⁷

Op gennem 1960'erne vandt miljøspørgsmål i stigende grad indflydelse på den politiske dagsorden, og i 1965 slog den amerikanske præsident Lyndon B. Johnson (1908-73) fast, at forurening var blevet „one of the most pervasive problems of our society“.³⁸ Han igangsatte derfor et videnskabeligt program under regeringens Environmental Pollution Panel, som skulle komme med ideer til, hvordan man kunne forbedre miljøets kvalitet. Med hensyn til mulige menneskeskabte klimaforandringer fokuserede den resulterende rapport udelukkende på den muligt forøgede drivhuseffekt. Baseret på Fritz Möllers (1906-83) videnskabelige publicering af modelberegninger fra 1963 skønnede den, at en 25 % stigning i atmosfærens CO₂-indhold i gennemsnit ville resultere i en temperaturstigning på mellem 0,6 og 4 °C.³⁹ Samtidig begyndte mere præcise resultater af beregninger baseret på såkaldte Generelle Cirkulationsmodeller (GCM) at blive publiceret, men stadig uden omtale af global varmemeforurening.⁴⁰

Men så i 1969 anvendte William D. Sellers (1928-2014) en numerisk model på jord-atmosfære energibalancen, der inddrog den såkaldte solkonstant (solens indstråling, som faktisk ikke er konstant), albedo-effekten, atmosfærens gennemtrængelighed for varmestråling (uden

³⁶ Leo Lysgaard: „On the climatic variation“, i: *Changes of Climate. Proceedings of the Rome Symposium organized by UNESCO and the World Meteorological Organization*, 1963, s. 151-160.

³⁷ H. Flohn: „Theories of climatic change from the viewpoint of the global energy budget“, i *Changes of Climate. Proceedings of the Rome Symposium organized by UNESCO and the World Meteorological Organization*, 1963, s. 339-344.

³⁸ *Restoring the Quality of our Environment. Report of the Environmental Pollution Panel, President's Science Advisory Committee*, Washington 1965, p. III.

³⁹ *Restoring the Quality of our Environment. Report of the Environmental Pollution Panel President's Science Advisory Committee*, 1965, s. 121; Fritz Möller: „On the Influence of Changes in the CO₂ Concentration in Air on the Radiation Balance of the Earth's Surface and on the Climate“, *Journal of Geophysical Research* 68:13, 1963, s. 3877-3886.

⁴⁰ Paul N. Edwards: „A Brief History of Atmospheric General Circulation Modeling“, i D.A. Randall (red.): *General circulation model development*, *International Geophysics* 70, 2000, s. 67-90; Gilbert N. Plass: „Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate“, *American Journal of Physics* 24, 1956, s. 376-387.

dog at henvise til varierende drivhusgaskoncentrationer) og turbulens. Han konkluderede på dette grundlag blandt andet, at menneskets stigende industrielle aktivitet meget vel engang i fremtiden kunne lede til et klima, der var meget varmere end det, man kendte.⁴¹ Uden at betegnelsen varmemeforurening blev anvendt, var der altså her tale om konsekvenserne af en mulig forskydning af systemets varmebalance.

I et samtidigt studie regnede økologen Lamont Cole (1916-78) sig på basis af de samme kendte faktorer i energibalancen frem til, at det med den aktuelle årlige forøgelse af klodens energiforbrug ville tage 91 år at fremkalde en gennemsnitlig global temperaturstigning på 1 °C. Selv en så relativt beskeden ændring, skønnede han, ville medføre betydelige forandringer i f.eks. grænsedragningen mellem plante-samfund. Han konkluderede derfor, at „Man cannot go on increasing his use of thermal energy without causing degradation of his environment, and if he is persistent enough, he will destroy himself“.⁴²

I sommeren 1970 blev potentiel varmemeforurening for første gang for alvor taget under videnskabelig behandling. Da mødtes nemlig en række fremtrædende amerikanske forskere på MIT for at bidrage til forberedelsen af USA's deltagelse i Stockholm-konferencen to år senere. Mødet resulterede i rapporten *Study of Critical Environmental Problems* (SCEP), som på baggrund af eksisterende modelstudier skønnede, at overskydende varme var lige så meget en forureningsfaktor som gasser og partikler. Det var imidlertid uvist, hvornår denne varmemeforurening ville begynde at påvirke det globale klima.⁴³ „Kendte ubekendte“ spillede altså en fremtrædende rolle i gruppens forudsigelser, men den konkluderede ikke desto mindre, at selv om den globale varmemeforurening ved årtusindskiftet skulle være blevet seks gange højere end i 1970, ville det næppe påvirke klodens klima.⁴⁴

Nye undersøgelser fulgte i kølvandet på SCEP, og geografen Donald F. Anthrop advarede i en artikel i *Bulletin of the Atomic Scientists* om, at „the phenomenal growth in energy consumption which has characterized the past three decades must eventually cease, for there are li-

41 William D. Sellers: „A Global Climate Model Based on the Energy Balance of the Earth-Atmosphere System“, *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 8, 1969, s. 392-400 (s. 392).

42 LaMont C. Cole: „Thermal Pollution“, *BioScience* 19:11, 1969, s. 989-992 (s. 992).

43 *Man's Impact on the Global Environment. Assessments and Recommendations for Action*, Cambridge MA 1970, s. 63.

44 *Man's Impact on the Global Environment* 1970, s. 19.

mits beyond which the world ecosystem cannot be pushed“.⁴⁵ Samtidig med denne tidlige forskningsindsats var atmosfærens CO₂-koncentration steget med i gennemsnit 0,2 % om året, siden David Keeling (der selv tog del i SCEP) som nævnt begyndte målingerne på Mauna Loa i 1958. Hvis den årlige afbrænding af fossile brændsler steg med 4 % om året, ville det føre til en stigning i koncentrationen fra ca. 320 til 379 ppm (milliontedele).⁴⁶ Denne konklusion betød, at en fremtidig fordobling af atmosfærens CO₂-koncentration alt andet lige ville medføre en gennemsnitlig global temperaturstigning på 2 °C.⁴⁷

I december 1970 fremlagde det amerikanske flyvevåbens tænketank Rand Corporations miljøafdeling ydermere en rapport, som ekstrapolerede den fremtidige globale varmekontaminering af en forventet gennemsnitlig forøgelse af energiforbruget på 5,7 % per år. Rapporten forudsagde på dette grundlag en årlig produktion af overskudsvarme i 2000 på sammenlagt 31,8 x 10⁶ mW eller omtrent fem gange niveauet i 1970.⁴⁸ Men spørgsmålet om denne mulige effekts realitet forblev ubesvaret. W.R. Frisken konkluderede således året efter, at „Response of the climate of the real atmosphere is likely to be more complicated than that of the simple model used by Sellers, and less extreme“.⁴⁹

Som opfølgning på SCEP mødtes en gruppe internationale forskere det følgende år i Wijk uden for Stockholm for at identificere områder, hvor de eksisterende klimamodeller trængte til at blive forfinet. De pegede i den efterfølgende afrapportering under overskriften *Inadvertent Climate Modification* på den afgørende effekt af drivhusgasser. Men de slog samtidig fast:

Until quite recently it has been assumed that man could not compete directly with nature in the release of heat on a large scale, but now we must take a further look at this matter as we realize the implications of a doubling of the present world population of

⁴⁵ Malcolm Peterson: „The Space Available. A Report from the Committee for Environmental Information“, *Environment* 12:2, 1970, s. 2-9; Donald F. Anthrop: „Environmental Side Effects of Energy Production“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, October 1970, s. 39-41.

⁴⁶ *Man's Impact on the Global Environment* 1970, s. 55. Koncentrationen i 2000 var ifølge NASA 369 ppm, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> (10.8.2018).

⁴⁷ *Man's Impact on the Global Environment* 1970, s. 88.

⁴⁸ Stanley M. Greenfield: *Projection and Distribution of Waste Thermal Energy*, RAND Report 4550, 1970.

⁴⁹ W.R. Frisken: „Extended Industrial Revolution and Climate Change“, *Eos. Transactions of the American Geophysical Union* 52:7, 1971, s. 500-508 (s. 503).

3,6 billion by the year 2000, coupled with an expectation of more energy to be used per capita.⁵⁰

Ophobning af varme som følge af menneskets stigende energiforbrug betragtedes altså fortsat som kilde til relevant bekymring. Spørgsmålet om global varmekforurening „simply will not go away“.⁵¹

Sideløbende fortsatte udviklingen af klimamodeller, som inddrog stadig flere faktorer, og hvis forudsigelser derfor antoges at være i stigende grad retvisende.⁵² Stort set ingen af disse modeller forholdt sig imidlertid til varmekforurening. Den fremtrædende sovjetiske klimatolog Mikhail Budyko (1920-2001) konstaterede ikke desto mindre i 1977, at også denne faktor kunne få afgørende indflydelse på det globale klima i det 21. århundrede.⁵³ Samtidig påpegede et omfattende amerikansk modelstudie fra samme år dog det fortsat meget høje usikkerhedsniveau, der knyttede sig til emnet.⁵⁴

Usikkerheden gjaldt imidlertid ikke alene effektens omfang, men også om den overhovedet fandtes. I takt med at evidensen for øget drivhuseffekt voksede, blegnede derfor den videnskabelige interesse for global varmekforurening. Fokus rettedes nu entydigt mod CO₂, idet andre faktorer eksplicit ansås for sekundære.⁵⁵ Da den internationale meteorologiske organisation WMO i 1979 afholdt *A Conference of Experts on Climate and Mankind* i Geneve, konkluderede den, at udledningen af CO₂ var stigende, og at det på grund af drivhuseffekten sandsynligvis ville bidrage til en opvarmning af atmosfæren, især nær polerne. Samtidig fastslog deltagerne dog, at øget energiforbrug og varmeudledning allerede havde skabt lokale klimaforandringer i områder med høj befolkningskoncentration og industri, og at disse på-

⁵⁰ *Inadvertent Climate Modifications. Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC)*, Cambridge MA 1971, s. 11.

⁵¹ Alvin M. Weinberg: „Global Effects of Man's Production of Energy“, *Science* 186:4160, 1974, s. 205.

⁵² F.eks. Syukuro Manabe & Richard T. Wetherald: „The Effects of Doubling the CO₂ Concentration on the Climate of a General Circulation Model“, *Journal of the Atmospheric Sciences* 32:1, 1975, s. 3-15.

⁵³ Mikhail Budyko: *The Earth's Climate: Past and Future*, New York 1982, s. 202.

⁵⁴ Ralph A. Llewellyn & Warren M. Washington: „Regional and Global Aspects“, i *Energy and Climate*, National Academy of Sciences 1977, s. 106-118 (s. 117).

⁵⁵ Jill Williams (red.): *Carbon Dioxide, Climate and Society*, IIASA Proceedings Series. Environment, Oxford 1978; William W. Kellogg: „Is Mankind Warming the Earth?“, *The Bulletin of the Atomic Scientist* 34:2, 1978, s. 10-19; George M. Woodwell m.fl.: „The Carbon Dioxide Report“, *The Bulletin of Atomic Scientists* October 1979, s. 56-57.

virksomheder i fremtiden godt kunne tænkes at få betydning i en større geografisk skala.⁵⁶

Dette var mig bekendt sidste gang, videnskabelig primærlitteratur omtalte varmeforurening som en potentiel risikofaktor for det globale klima. Herefter er historien velkendt. I 1981 fremlagde James Hansen (f. 1941) m.fl. i tidsskriftet *Science* et banebrydende modelstudie af sandsynlige temperaturstigninger som følge af en øget drivhuseffekt.⁵⁷ I 1985 indkaldte WMO til en ny international konference i den østrigske by Villach, og også denne gang var det eneste emne på dagsordenen kuldioxid og andre drivhusgassers påvirkning af klimaet.⁵⁸ Året efter publicerede en gruppe inden for rammerne af Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), der var nedsat af FN efter Stockholm-konferencen i 1972, rapporten *The Greenhouse Effect, Climatic Change, and Ecosystems*.⁵⁹ I 1987 udsendte Brundtland-kommissionen om miljø og udvikling rapporten *Vor fælles fremtid*, der rettede opmærksomheden mod „the serious probability of climate change generated by the 'greenhouse effect' of gases emitted to the atmosphere“.⁶⁰ I 1988 etablerede FN sit Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),⁶¹ og i dets første rapport, som dannede grundlag for vedtagelsen af Klimakonventionen på Rio-Konferencen om miljø og udvikling i 1992, var hovedvægten på drivhuseffekt, aerosoler og strålingsbalance.⁶² Drivhuseffekten var knæsat, men global varmeforurening blev ikke længere nævnt med ét ord.⁶³

⁵⁶ *Proceedings of the World Climate Conference. A Conference of Experts on Climate and Mankind*, WMO No. 537, Genève 1979, s. 714.

⁵⁷ J. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind & G. Russell: „Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide“, *Science* 213:4511, 1981, s. 957-966.

⁵⁸ *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts*, WMO 661, Genève 1985.

⁵⁹ Bert Bolin m.fl. (red.): *The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems*, SCOPE 29, Hoboken NJ 1986.

⁶⁰ *Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development*, New York 1987, Kapitel 2, punkt II.17 og Kapitel 7, punkt I.11.

⁶¹ For historien herefter, se f.eks. Bolin 2007.

⁶² J.T. Houghton m.fl. (red.): *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*, Cambridge 1990.

⁶³ Jill Jäger & Roger G. Barry: „Climate“, i B.L. Turner et al. (eds): *The Earth as Transformed by Human Action. Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*, Cambridge 1990, s. 335-351, henviser også alene problemet til en lokal skala.

International cirkulation af viden

Det er ikke meningsfuldt at adskille den videnskabsinterne cirkulation af forskningsresultater og tanker skarpt fra den bredere samfundsmæssige spredning af samme. Forskere er også samfundsborgere, og i bedste fald følger journalister og beslutningstagere fra sidelinjen med i den videnskabelige debat. Især på klimaområdet blev der med dannelsen af IPCC skabt en megen åben (nogle forskere synes for åben) forbindelse mellem videnskab og politik.⁶⁴ Alligevel vil jeg i det følgende forsøge at spore den dobbelte klimatrussel (opvarmning/varmekforurening over for isolering/drivhuseffekt) i en bredere kontekst.

Overgangen af viden fra én sfære til en anden, eksempelvis fra videnskabelige tidsskrifter til politisk debatlitteratur, har ofte form af markante skift i „genre“.⁶⁵ Begrebet genre dækker i moderne litteraturanalyse alle former for „typified rhetorical action“.⁶⁶ Det defineres altså funktionelt som et arsenal af ord og sproglige former, der anvendes til at tænke og udtrykke tanker med inden for et afgrænset socialt og emnemæssigt felt, men som står i forbindelse med andre felter.⁶⁷ Feltet defineres af den konstituering af viden, som udspringer af spillet mellem virkelighed, tekst, modtager og det skrivende selv.⁶⁸ Interaktionen mellem genrer er derfor en meget væsentlig form for videnscirkulation.

Ifølge Ludwik Fleck er den endelige prøve på, om noget har opnået status af viden, at det optræder i videnskabelige håndbøger. Først da bliver det med hans ord „til umiddelbart konstaterbare ting, til virkelighed“.⁶⁹ Noget tilsvarende må siges at gælde om lærebøger, af hvilke flere i årene omkring 1970 begyndte at omtale den forøgede drivhuseffekt som mulig årsag til klimaforandringer, mens kun ganske få nævnte risikoen for en fremtidig global effekt af varmekforure-

⁶⁴ Sheila Jasanoff: „A New Climate for Society“, *Theory Culture Society* 27:2-3, 2010, s. 233-253.

⁶⁵ Charles Bazerman: „Scientific Knowledge, Public Knowledge, and Public Policy: Genred Information and Disruption of Knowledge for Acting about Global Warming“, *Linguagem em (Dis)curso*, Palhoça 10:3, 1020, s. 445-463.

⁶⁶ Carolyn R. Miller: „Genre as Social Action“, *Quarterly Journal of Speech* 70, 1984, s. 151-167 (s. 151).

⁶⁷ Sune Auken: „Understanding Genre“, *Journal of Zhejiang International Studies University* 2018:2, s. 14-27

⁶⁸ Charles Bazerman: „What written knowledge does. Three examples of academic discourse“, i *Shaping Written Knowledge. The Genre and Activity of the Experimental Article in Science*, Maddison 1988, s. 3-50.

⁶⁹ Fleck 1980, s. 164: „sie wird zum unmittelbar wahrnehmbaren Dinge, zur Wirklichkeit“.

ning.⁷⁰ I *Global Ecology* fra 1971 beregnede John Holdren (f. 1944) dog eksempelvis, at selv en menneskeskabt opvarmning af atmosfæren på 1 % af den naturlige opvarmning ville kunne påvirke klimaet, og at et sådant niveau med en årlig stigning i energiforbruget på 4-5 % ville blive nået på mellem 107 og 134 år.⁷¹ Andre, senere lærebøger henviser til denne beregning.⁷² I udgaven fra samme år af standardværket *Fundamentals of Ecology* skrev Eugene Odum (1913-2002), at selv om der var videnskabelig konsensus om, at varmekontamineringen ville udvikle sig til et alvorligt lokalt problem, var der ikke enighed om dens eventuelle betydning for den globale varmehælbalance.⁷³

Den fremtrædende amerikanske biolog og miljøforkæmper Barry Commoner (1917-2012) beskrev allerede i 1971 i en debatbog drivhuseffektens sandsynlige betydning for jordens temperatur i en tid med stigende afbrænding af fossile brændsler.⁷⁴ Efterfølgende blev han af sin engelske fagfælle og redaktør af det højt profilerede videnskabelige tidsskrift *Nature*, John Maddox (1925-2009), i en kritisk debatbog foreholdt, at temperaturen jo faktisk ikke længere steg, men tværtimod faldt, og at havene optog så store mængder CO₂, at menneskeskabte klimaforandringer aldrig ville komme på tale.⁷⁵ Herved var de to grundstandpunkter i miljødebatten etableret, som helt ind i det 21. århundrede kom til at stå stejlt over for hinanden.⁷⁶

I januar 1972 udsendte det britiske miljøtidsskrift *The Ecologist* som oplæg til Stockholm-konferencen et særnummer med titlen „Blueprint for Survival“. Det refererede i hovedtræk SCEP's forudsigelser om en øget CO₂-koncentration i atmosfæren og dennes klimatiske konsekvenser. Samtidig konstaterede det (igen på grundlag af SCEP, der byggede på Rand Corporations beregninger), at udledningen af

⁷⁰ Drivhuseffekt: F.eks. George R. Rumney: *Climatology and the World's Climates*, London 1968, s. 32; John E. Oliver: *Climate and Man's Environment. An Introduction to Applied Climatology*, Hoboken 1973, s. 384; John G. Lockwood: *World Climatology. An environmental approach*, London 1974, s. 10f.

⁷¹ John P. Holdren: „Global Thermal Pollution“, i J.P. Holdren & P. R. Ehrlich (red.): *Global Ecology*, Harcourt 1971, s. 85-88.

⁷² Oliver 1973, s. 19.

⁷³ Eugene P. Odum: *Fundamentals of Ecology*, Philadelphia 1971, s. 466.

⁷⁴ Barry Commoner: *The Closing Circle. Nature, Man, and Technology*, New York 1971, s. 29f.

⁷⁵ John Maddox: *The Doomsday Syndrome*, New York 1972, s. 116f.

⁷⁶ Mike Hulme: *Why We Disagree about Climate Change. Understanding Controversy, Inaction and Opportunity*, Cambridge 2009; Naomi Oreskes & Erik M. Conway: *Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*, London 2010.

menneskeskabt overskudsvarme steg med 5,7 % om året, men at dens langsigtede effekt på det globale klima endnu var ukendt.⁷⁷

Også *Grænser for vækst*, der ligeledes udkom i forberedelserne til FN-konferencen i Stockholm, inddrog som tidligere nævnt menneskeskabte klimaforandringer i sine modelberegninger. Dens konklusioner var imidlertid tøvende: „It is not known how much CO₂ or thermal pollution can be released without causing irreversible changes in the earth's climate“.⁷⁸ De to faktorer tillagdes dog tydeligvis samme potentielle vægt.

Stockholm-konferencen resulterede ikke i nogen egentlig officiel rapport, men økonomen Barbara Ward (1914-81) og mikrobiologen René Dubos (1901-82) fik af konferencens generalsekretær Maurice Strong (1929-2015) frie hænder til sammen med et panel bestående af 152 internationale forskere at skrive en uofficiel, debatskabende rapport, der blev udgivet med titlen *Only One Earth. The Care and Maintenance of a Small Planet* (1972). Blandt de mange miljømæssige risici, som rapporten behandlede, var drivhuseffekten, som med den hidtidige vækstrate for udledninger ifølge SCEP ville kunne resultere i en global temperaturstigning i 2000 på 0,5 °C.⁷⁹ En anden var luftforureningen med støv og andre aerosoler, som enten ville kunne modvirke drivhuseffekten (ved at nedsætte varmeindstrålingen) eller forstærke den (ved at bidrage til at reducere udstrålingen). Varmeforurening blev ikke nævnt, men rapportens bemærkelsesværdige konklusion var, at „Industrial man, by using the air as a giant sewer, can have profound and unforeseen effects on the earth's climate“.⁸⁰

I takt med at ideen om global varmeforurening bevægede sig bort fra sagkyndige videnskabelige miljøer og ud i den bredere samfundsdebat, svandt den erklærede usikkerhed ind. Den amerikanske politolog William Ophuls (f. 1934) konstaterede således i en miljøpolitologisk pionerbog fra 1977, at „continued growth in energy use must inevitably cause a significant alteration of current climatic patterns (leading to altered capacity to grow food, shifts in areas of endemic disease, and similar ecological dangers) within a matter of decades“.⁸¹ Og den tidligere britiske diplomat i Danmark Ronald Higgins (1929-2018) fortalte i debatbogen *The Seventh Enemy* fra det følgende år sine

⁷⁷ „A Blueprint for Survival“, *The Ecologist* 2:1, 1972, s. 28.

⁷⁸ Meadows m.fl. 1972, p. 81.

⁷⁹ Barbara Ward & René Dubos: *Only One Earth. The Care and Maintenance of a Small Planet*, London 1972, s. 267.

⁸⁰ Ward & Dubos 1972, s. 269.

⁸¹ William Ophuls: *Ecology and the Politics of Scarcity. Prologue to a Political Theory of the Steady State*, San Francisco 1977, s. 109.

læsere, at fremtidige klimaforandringer blandt andet kunne udspringe af “the continued injection of man-made heat”.⁸²

Den første rapport fra OECD's såkaldte Interfutures-projekt, baseret på gennemgang af den foreliggende videnskabelige litteratur, tilsluttede sig RAND-rapportens forudsigelse om en femdobling af den menneskeskabte globale varmeudledning i 2000, men forfatterne vurderede samtidig (med SCEP), at såfremt denne udledning blev fordelt jævnt over jordkloden, „such an increase does not pose a major problem“.⁸³ De mente dog samtidig, at usikkerheden om udledningen af drivhusgasser var for stor til, at der overhovedet burde tages højde for den i den vestlige verdens energipolitik.⁸⁴

Cirkulationen når Danmark

I 1972, samme år som afholdelsen af Stockholm-konferencen, gjorde en del af gruppen bag det danske socialistiske miljøtidsskrift *Naturkampen* i en eksamensopgave ved biologistudiet på Københavns Universitet på et teoretisk-fysisk grundlag rede for, at jorden fungerer som medium for laventropisk indstråling fra solen og højentropisk udstråling mod det ydre rum.⁸⁵ Det blev set som et klart udtryk for, at termodynamikkens anden lov ikke forhindrer entropien i et åbent system som jorden i at falde, når blot der er udveksling med andre systemer (verdensrummet). Loven gælder således universet som helhed, og der findes da også gode teoretiske argumenter for, at jordsystemets entropi faktisk har været faldende i takt med livets udvikling.⁸⁶

Eftersom der var tale om en upubliceret eksamensopgave, blev denne indsigt imidlertid ikke delt med en større offentlighed, og det danske fagblad *Ingeniør- og bygningsvæsen* kunne samme år referere uddannelseschef i Ingeniør-Sammenslutningen Hans Harboe for, at „Det alvorligste ved den stærkt voksende energiomsætning på jorden er det forhold, at man ifølge naturlovene ikke kan omsætte energi uden at producere spildvarme. Der opstår herved et nyt og hidtil temmelig upåagtet begreb, der går under navnet varmekontamineringen“. Interviewet med uddannelseslederen fulgte efter et møde om verdens energireserver, som kort forinden havde været afholdt på Christiansborg med

⁸² Ronald Higgins: *The Seventh Enemy. The Human Factor in the Global Crisis*, London 1982 (1978) s. 124.

⁸³ *Facing the Future. Mastering the Probable and Managing the Unpredictable*, Interfutures, OECD 1979, p. 59.

⁸⁴ *Facing the Future*, s. 36.

⁸⁵ Jesper Ansbæk m.fl.: *Energi og udvikling i økosystemer*, København 1972, s. 12ff.

⁸⁶ Lazlo P. Csernai & Jan S. Vaagen: „Bærekraftig udvikling og energi“, *Naturen* 2018:2, s. 68-72.

Selskabet for samfundsdebat som arrangør. Selskabet, der af bladet blev omtalt som „politikernes og videnskabsmændenes debatklub”, var stiftet i 1969 af den daværende radikale kultur- og udviklingsminister K. Helveg Petersen. Det rummede blandt sine medlemmer tillige Niels I. Meyer og Villy Sørensen og dannede således grundlaget for det senere *Oprør fra midten*.⁸⁷

Harboe beskrev i interviewet, hvordan „Vi må gå ud fra, at udviklingslandenes energibehov vil stige overordentligt, og vi vil få vækstbiler, der ligner dem, vi havde i USA og i Europa omkring forrige århundredskifte. Disse kraftige tilvækster i energiaktivitet på jorden vil få vidtrækkende følger for hele klodens befolkning. Der bliver tale om temperaturstigninger i vort klima af så gennemgribende karakter, at vi simpelthen må forudse helt nye klimatiske vilkår på jorden inden for de kommende 100 år“. Da der var tale om et avisinterview, henviste Harboe alene til alment kendte fysiske love (entropiloven) og ikke til specifik faglitteratur.

Det gjaldt også, da geologen Troels V. Østergaard (1939-2018) samme år udgav en bog om energi og forurening. Han skrev her forholdsvis detaljeret:

Jorden modtager ca. $1,5 \times 10^{18}$ kW/år fra solen, svarende til en gennemsnitstemperatur på 7 °C. Øges tilførslen af energi med 1 %, vil det svare til en temperaturstigning på 0,7 °C. Med de nuværende udviklingstendenser vil det kun vare mellem 60 og 120 år, før energiproduktionen når et omfang svarende til 1 % af solenergien. Der er ikke tvivl om, at en varmekforurening af et sådant omfang vil kunne få følger for det globale klima.⁸⁸

Noget mere forsigtig var biokemikeren Jesper Hoffmeyer (f. 1942) fra kredsen omkring *Naturkampen*, da han i 1975 som bidrag til en populærvidenskabelig antologi om fremtiden beskrev, hvordan „En særlig interesse knytter der sig til det fænomen, der er blevet kaldt varmekforurening. Ikke fordi varmekforureningen foreløbig ser ud til at være den værste trussel, men fordi den sætter en uafvendelig overgrænse for vores energiforbrug“.⁸⁹ Syv år senere beskrev han i den dengang kontroversielle bog *Samfundets naturhistorie* både drivhuseffekten og den loka-

⁸⁷ Niels I. Meyer: *Fra højre mod venstre. Samtidshistoriske erindringer*, København 2004, s. 166ff.

⁸⁸ Troels V. Østergaard: *Forurening fra energiomsætningen*, København 1972, s. 72f.

⁸⁹ Jesper Hoffmeyer: „Mennesket og biosfæren“, i Arne Sørensen & Johannes Witt-Hansen (red.): *Fremtidens verden. På vej mod det 21. århundrede*, København 1975, s. 100-145 (s. 116).

le varmeforurening mere detaljeret og tilføjede dernæst, at „i den alersidste tid er man begyndt at tænke over mere globale konsekvenser, som denne varmeforurening kunne tænkes at have på klimaet“.⁹⁰ Da biologen Peder Agger (f. 1940) og geografen Jesper Brandt (f. 1946) fra den samme kreds i 1976 udgav den populærvidenskabelige bog *Om økologi*, faldt det også dem naturligt at omtale drivhuseffekten, idet de lagde behørig vægt på den betydelige usikkerhed, der stadig prægede emnet.⁹¹ Varmeforureningen var til gengæld udeladt.

Den verdensberømte danske palæoklimatolog Willy Dansgaard (1922-2011), der havde været konsulent for SMIC i 1971, bidrog syv år senere til en lille antologi om energi og miljø, hvor han skrev om ikke-giftige forureningsformer, nemlig varme, kuldioxid og aerosoler. Han beroligede i forbindelse med førstnævnte læserne med, at den aktuelle varmeproduktion var forsvindende lille på global skala. Men med en uændret vækstrate i energiforbruget ville den i løbet af 100 år nå op på at udgøre 10 % af netto-solindstrålingen, „og det kan næppe undgå at ændre verdensklimaet“.⁹² Om drivhuseffekten understregede han, at dens omfang endnu ikke kunne bedømmes, „hvilket ikke betyder, at den kan negligeres – tværtimod“.

Ved en offentlig konference om „Naturværdierne og fremtiden“ på H.C. Ørsted Institutet ved Københavns Universitet i februar 1980 kom menneskeskabte klimaforandringer naturligt nok atter på dagsordenen. Blandt oplægsholderne var Niels I. Meyer, som i sin tale om energispørgsmål udpegede tre „af de mest truende farer for naturværdierne“ ved en fortsættelse af den nuværende stigning i energiforbruget: „Drivhuseffekt stammende fra et stigende indhold af CO₂ i atmosfæren. Generel opvarmning af jordens overflade på grund af stigende afbrænding af energiressourcer. Spredning af radioaktivt affald og atombombe-materiale i forbindelse med A-kraft“.⁹³

Den danske udgave af det populærvidenskabelige tidsskrift *Illustreret Videnskab* kunne i juli 1984 fortælle sine læsere, hvad der ville ske, „Når Jorden bliver et drivhus“. Forklaringen på den udvikling, der ifølge bladet allerede var i gang, var en forøget drivhuseffekt som følge af afbrændingen af fossile brændstoffer. Efter en grundig gennemgang af klimamodellernes udvikling og udfordringer lød artiklens på en

⁹⁰ Jesper Hoffmeyer: *Samfundets naturhistorie*, København 1982, s. 162.

⁹¹ Peder Agger & Jesper Brandt: *Økologi. En introduktionsbog*, København 1976, s. 181ff.

⁹² Willy Dansgaard: „Ikke toksiske forureningsprodukter“, i Uffe Korsbech & C.U. Linderstrøm-Lang (red.): *Energi og miljø*, København 1978, s. 81-89 (s. 82).

⁹³ *Naturværdierne og fremtiden. Konference på H.C. Ørstedinstitutet, København den 2. februar 1980*, Kaskelot, s. 10.

gang beroligende og formanende konklusion: „Der er grund til bekymring, men ikke til panik“.94 Muligheden for global varmemeforurening blev ikke nævnt, og det samme var tilfældet med en række næsten samtidige artikler i *Naturens Verden*.95

Endnu i anden udgave af *Økologisk håndbog*, der udkom samme år, omtalte ingeniøren Niels Munk Plum (1911-86) til gengæld spildvarme fra afbrænding af fossile brændstoffer og drivhuseffekt side om side som mulige klimaforandrende faktorer. Om førstnævnte hed det dog, at „Hvis energiforbruget bliver ved med at stige med den samme spildprocent som nu, vil det vare adskillige hundrede år, før den således forøgede varmespild påvirker den gennemsnitlige atmosfæretemperatur“.96 Og da pro-atomkraftbevægelsen Reel Energi Oplysning (REO) i 1985 udsendte en pjece om drivhuseffekten, var der for dens forfatter, Uffe Korsbech (f. 1938) fra DTH, ikke længe nogen tvivl om de truende klimaforandrings årsag: Atmosfærens koncentration af CO₂ og andre drivhusgasser forøges støt som følge af menneskets udnyttelse af fossile brændsler. Hverken aerosoler eller varmemeforurening var altså årsager til de målte temperaturstigninger. Men dommen, som byggede på en særdeles grundig og pædagogisk gennemgang af den foreliggende videnskabelige litteratur indtil Villach-mødet, var også lammende: „Den påvirkning, vi mennesker er i færd med at påføre kloden, har den aldrig været udsat for før“.97

Klimaet som risikofaktor og forudsigelse om verdens ende

Forøget drivhuseffekt og global varmemeforurening optrådte i en kort periode i 1970'erne side om side som potentielle årsager til fremtidige, menneskeskabte klimaforandringer. Men det videnskabelige fokus på varmemeforureningen var aldrig så stærkt som på drivhuseffekten, og det baserede sig på almene teoretisk-fysiske ræsonnementer eller undtagelsesvis på primitive fremskrivninger og ikke på empiriske studier. Heller ikke udforskningen af den forøgede drivhuseffekt var dog rent empirisk, idet den i tiltagende grad baserede sig på modelstudier, hvilket var en væsentlig årsag til vedvarende kritiske røster.98 Samtidig omgav de fleste forskere forudsigelserne om global varmemeforurening med en betydelig større usikkerhedsmargen end både drivhuseffekt og aerosoler, som imidlertid ikke altid i tilstrækkelig grad blev bragt

94 *Illustreret Videnskab* 1984:6, s. 37-39, 81.

95 *Naturens Verden* 1984:3.

96 Niels Munk Plum: *Økologisk håndbog* (2. udgave), København 1984, s. 182.

97 Uffe Korsbech & C. U. Linderstrøm-Lang: *Energi og miljø*, København 1978, s. 11.

98 Se f.eks. Johannes Krüger: *Klimamyten*, København 2016.

med fra videnskabelige publikationer over i andre genrer såsom populær videnskabsformidling og debatliteratur.

Omtalen af global varmekforurening fulgte i store træk en klassisk *issue-attention-cycle*:⁹⁹ en periode med stigende opmærksomhed indtil et toppunkt efterfulgt af faldende interesse. En analyse på grundlag af engelsksproget litteratur i GoogleBooks Ngram viser et maksimum for „thermal pollution“ omkring 1975 og for „greenhouse effect“ (på et væsentligt højere niveau) omkring 1995, og en tilsvarende analyse på grundlag af danske aviser og tidsskrifter i Mediestream/Smurf udviser samme mønster. Det var dog næppe den væsentligste grund til, at varmekforureningen først (i slutningen af 1970'erne) forsvandt ud af den videnskabelige litteratur og dernæst (ved midten af 1980'erne) af den offentlige debat. Vigtigere var det, at evidensen for betydningen af global varmekforurening simpelthen udeblev, samtidig med at der blev samlet stadig stærkere indicier for de vidtrækkende konsekvenser af en forøget drivhuseffekt.¹⁰⁰

Man skulle så forvente, at hypotesen om global varmekforurening havde udspillet sin rolle. Men sådan gik det ikke helt. I sin futuristiske klassiker fra 1980, *The Third Wave*, beskrev skribenten Alvin Toffler (1928-2016) således blandt andet, hvordan „thermopollution threaten[s] the planetary climate“.¹⁰¹ Og samme år udgav den britiske økonom og videnskabsjournalist Jeremy Rifkin (f. 1945) ligefrem en debatbog med titlen *Entropy*, der blev beskrevet som et realistisk korrektiv til moderne fremskridtstro. Han fandt til formålet stærk støtte i økonomen Nicolas Georgescu-Roegens (1906-94) afhandling fra 1971, der dristigt søgte at kombinere termodynamik og makroøkonomi. Den konkluderede nemlig, at uafbrudt økonomisk vækst var en simpel umulighed som følge af entropiloven.¹⁰²

Kemikeren Frederick Soddy (1877-1956) havde allerede i 1930'erne sammentænkt de to, men med den alternative konklusion, at eftersom al fysisk kapital er underkastet entropiloven, er det kun i pengefor-

⁹⁹ Anthony Downs: „Up and Down with Ecology – the Issue-Attention Cycle“, *Public Interest* 28, 1972, s. 38-50.

¹⁰⁰ Enkelte forsøg er blevet gjort på en videnskabelig genoplivning, men de er hurtigt blevet skudt ned, se f.eks. Bo Nordell: „Thermal pollution causes global warming“, *Global and Planetary Change* 38, 2003, 305-312 og J. Gumbel, J. & H. Rodhe: „Comment on „Thermal pollution causes global warming“, by B. Nordell [Global Planet. Change 38 (2003), 305-312]“, *Global and Planetary Change* 47, 2005, s. 75-76.

¹⁰¹ Alvin Toffler: *The Third Wave*, New York 1980, s. 137.

¹⁰² Nicholas Georgescu-Roegen: *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge MA 1971.

men, at sand, vedvarende værdi kan findes.¹⁰³ Georgescu-Roegens tanke blev siden videreført i økonomiske teorier om nulvækst af blandt andre den førende forsker inden for feltet, tidligere seniorøkonom i Verdensbanken Herman Daly (f. 1938). Han skriver således, at „the order in our economic system, its ability to produce and provide us with satisfaction, can only be maintained by a steady stream of low-entropy matter-energy”, men tilføjer så klogeligt, at „this high-quality, useful matter-energy is only a fraction of the gross mass of matter-energy of which the Earth is composed“.¹⁰⁴

I Rifkins bog, som havde efterskrift af Georgescu-Roegen, blev en angivelig kristent baseret fremskridtstro erstattet med en forfaldsdystopi med støtte i klassisk græske traditioner om en for længst forladt guldalder. Og entropiloven var hovedargumentet for denne nedslående fremtidsvision. Den historiske udviklings trin blev nemlig ifølge Rifkin modsvaret af voksende entropi: „Gennem hele historien er de kritiske skilleveje blevet nået, når hele den akkumulerede entropitilvækst er resulteret i en kvalitativ forandring af energigrundlaget“.¹⁰⁵ Det største skridt blev selv sagt taget ved overgangen til industriel produktion baseret på fossile brændsler. Videre udvikling bliver umulig. Varmedøden venter.

Bogen blev af mange anmeldere budt velkommen som en indsigtfuld analyse af entropilovens såkaldt bio-økonomiske aspekter.¹⁰⁶ Men det stod også temmelig klart, at dens sigte var moralsk snarere end videnskabeligt.¹⁰⁷ Netop med hensyn til de grundlæggende fysiske påstande blev bogen modtaget stærkt kritisk af naturvidenskabelige anmeldere. Glen Gordon bebrejdede således i tidsskriftet *Science* Rifkin for simpelthen at have utilstrækkelig viden om termodynamikken og især dens teoretiske videreudvikling gennem 1900-tallet.¹⁰⁸ Men som en anden anmelder konstaterede, så var entropien i virkeligheden slet ikke relevant for hans insisteren på at omgås verdens energi og råstof-

¹⁰³ John Scales Avery: „Entropy and Economics”, *Cadmus* 1:4, 2012, s. 166-179.

¹⁰⁴ Herman E. Daly & Joshua Farley: *Ecological Economics. Principles and Applications*, Washington DC 2004, s. 70.

¹⁰⁵ Jeremy Rifkin & Ted Howard: *Entropi, et nyt verdensbillede*, København 1983 (1980), s. 77f.

¹⁰⁶ Jacques Grinevald: „Entropy. A New World View by Jeremy Rifkin and Ted Howard (Review)”, *Technology and Culture* 22:4, 1981, s. 834-836 (s. 835).

¹⁰⁷ Tom Cate: „Rifkin: Entropy (Book Review)”, *Journal of Economic Issues* 16, 1982, s. 324-327.

¹⁰⁸ Glen E. Gordon: „Thermodynamics and Society. Entropy by Jeremy Rifkin”, *Science*, New Series 211:4488, 1981, s. 1340-1341.

fer med mådehold og omtanke.¹⁰⁹ Den tjente snarere som et stærkt retorisk virkemiddel. Kritikken af manglende faglig lødighed i Rifkins omfattende, populærvidenskabelige forfatterskab tog sidenhen til i styrke.¹¹⁰ I 2001 nåede den sådanne højder, at *Time Magazine* ligefrem beskrev Rifkin som „the most hated man in science“.¹¹¹

Konklusion

Hypotesen om en vidtrækkende klimaeffekt af global varmekontaminering var i udgangspunktet sund, eftersom den hvilede på et solidt grundlag af teoretisk fysik. Selv om den længe optrådte side om side med drivhuseffekten, adskilte den sig dog på væsentlige områder fra den. Og det ikke kun fordi sammentænkningen af universets ubegribeligt udstrakte rumlige og tidslige skala med menneskehedens korte og rumligt velafgrænsede historie viste sig ikke at holde for en nærmere prøvelse, simpelthen fordi jorden *ikke* er et lukket system. Mens der for drivhushypotesen tydeligvis blev samlet stadig bedre dokumentation gennem forfinelse af datagrundlag og klimamodeller, levede varmekontamineringshypotesen i sammenligning et skyggeliv.

Den blev nævnt af mange forskere, men som sagt langt fra af alle. Den blev som regel omtalt som en potentiel trussel, der måske i en ikke nærmere bestemt fremtid ville blive til virkelighed. Den havde klart stærkere appel til populærvidenskab og debat end til grundvidenskaben. Snarere end at spørge, hvorfor den i løbet af 1980'erne blev forladt i stilhed, er der måske altså grund til at undres over, at den fik lov at leve så længe.

Spørgsmålet kan nok bedst besvares ved at overveje, hvilke standpunkter eller interesser hypotesen om varmekontaminering gavnet. Det forekommer indlysende, at den som videnskabeligt begrundet dommedagsteori bidrog effektivt til periodens (og eftertidens) udbredte bekymring for menneskehedens selvskabte risici. „Varmedøden“, der som nævnt havde været et stærkt undergangstema i 1800-tallets finkultur, fik så at sige nyt liv. Populærøkonomen John Kenneth Galbraith (1908-2006) betegnede i 1977 med henvisning til Den Kolde Krig og risikoen for en altudslettende atomkrig anden halvdel af 1900-tallet

¹⁰⁹ William Ogden: „'Entropy: A New World View' (Book Review)“, *Third World Planning Review* 4:3, 1982, s. 295-296.

¹¹⁰ Se f.eks. Stephen Jay Gould: *An Urchin in the Storm. Essays about Books and Ideas*, New York 1987, s. 229ff.

¹¹¹ Dick Thompson: „The Most Hated Man in Science“, *Time Magazine* 24.6.2001 (<http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,150734,00.html>, 1.6.2018).

som „usikkerhedens epoke“.¹¹² Og da den tyske sociolog Ulrich Beck (1944-2015) ni år senere beskrev periodens modernitet som et „risikosamfund“, fokuserede han ikke mindst på de stadig mere fremtrædende, menneskeskabte miljøproblemer. Der var tætte historiske bånd mellem de to former for usikkerhed/risiko, så det var ikke noget tomt retorisk greb, når miljøhistorikeren Donald Worster (f. 1941) udpegede atomprøvesprængningerne i sommeren 1945 i New Mexicos ørken som den moderne miljøbevægelses egentlige arnested.¹¹³

En grundlæggende utryghed var den paradoksale bagside af en tilsyneladende uophørligt stærkere teknisk-videnskabelig kontrol med den fysiske omverden (og derigennem med det menneskelige samfund). Der opstod et dybt ubehag ved menneskets egne destruktive potentialer, men ubehaget stod ikke alene. Ved dets side fandtes begejstringen for de uanede muligheder, som de teknologiske fremskridt også bragte, og den berettigede miljøkritik kæmpede en ulige kamp mod hegemoniske fortalere for nødvendigheden og naturligheden af fortsat økonomisk vækst.

I den kamp syntes selv ikke modelstudier som *Grænser for vækst*, der var udsprunget af selve teknologiens og naturvidenskabens kerneland, matematikken, at have tilstrækkelig argumentationskraft. Der skulle mere til: en uafvendelig overgrænse som entropiloven. Blandt andet *Oprør fra midten* kunne således bruge den som det endegyldige argument for vækstfilosofiens elendighed. Da det blev stadig mere indlysende, at universets forudsigelige, men langsigtede entropidød og jordklodens (i astrofysisk forstand kortsigtede) energiudveksling med verdensrummet ikke var sammenlignelige, blev stille glemsel af den engang indlysende viden at foretrække.

I disse år finder et tilsvarende skalasammenfald sted i den accelererende anvendelse af den geologiske epokebetegnelse antropocæn om vor egen tid – skønt med helt andre begrundelser og væsentligt bedre underbygget.¹¹⁴ Også i den forbindelse optræder entropi undertiden som en af miljøhistoriens basale diskursive bestanddele,¹¹⁵

¹¹² John Kenneth Galbraith: *The Age of Uncertainty*, London 1977.

¹¹³ Donald Worster: *Nature's Economy. A History of Ecological Ideas*, Cambridge 1994 (2. udgave), s. 342.

¹¹⁴ Christophe Bonneuil & Jean-Baptiste Fressoz: *The Shock of the Anthropocene. The Earth, History and Us*, London 2016 (2013).

¹¹⁵ Se f.eks. Alf Hornborg: *Global Ecology and Unequal Exchange. Fetishism in a zero-sum world*, London 2011 og samme: „Accumulation: land as a medium of domination“, i A. Hornborg (red.): *Ecology and Power Struggles over Land and Material Resources in the Past, Present, and Future*, London 2012, s. 13-22; for det (diskurs)analytiske begreb „basic entities“, se John Dryzek: *The Politics of the Earth. Environmental Discourses*, Oxford 2013, s. 20.

men nu især knyttet til konflikterne om den systemiske, antropogene „uorden“, som den stigende drivhuseffekt synligt og føleligt påfører os alle.

SUMMARY

Global thermal pollution
The history of a forgotten environmental risk, c. 1960–85

‘Knowledge’, the subject of a fast-growing field of history, is defined as any ideational expression declared (by the text itself or otherwise) to be knowledge or to function as such. With this point of departure, the survey sheds light on the production and circulation of knowledge about two possible causes of anthropogenic climate change in the United States and Denmark. The first, the increased greenhouse effect, was gradually scientifically substantiated and, hence, transposed into public debate and political governance. The second, global thermal pollution, received considerably less attention from science but served for a while as an important element in popular environmental discourse until it finally ceased to be considered as ‘knowledge’. This cessation can be explained both by a conspicuous lack of scientific support, and by the overwhelming causal hegemony of the alternative greenhouse effect. The surprisingly long life of the global-thermal-pollution hypothesis is best understood as based upon the unambiguous laws of physics, from which it was (to some extent erroneously) derived: when all energy has been degraded via entropy, no further life will be possible. So, the implication goes, there are obviously limits to growth.