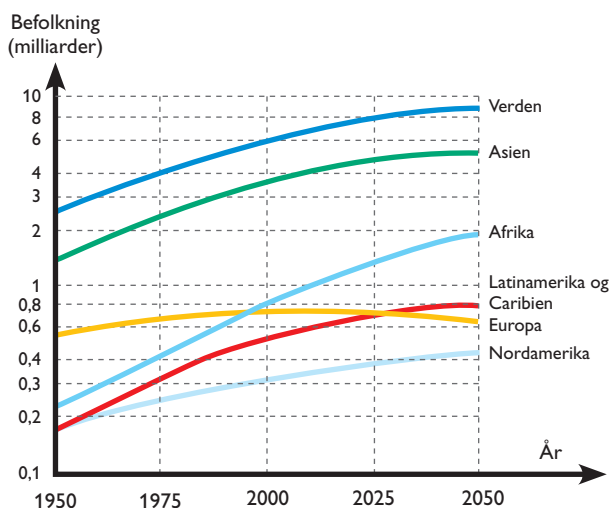


FN regner med, at populationerne i de forskellige regioner af verden vil udvikle sig som vist her. Bemærk den logaritmiske y-akse, som får grafen til at virke mere flad.



ressourcer gør det langt mere problematisk at finde ligevægtsskabende mekanismer i en globaliseret økologi. Dette dilemma er ikke kun udtrykt i den eksponentielt stigende befolkningstilvækst, som man

regner med vil nå ni milliarder mennesker, inden kurven ifølge Verdensbankens og FN's forudsigelser fra 2002 flader ud igen omkring år 2050. Det er også udtrykt i den mængde energi, som mennesker bruger til egne formål. Forsigtige forudsigelser fra en forskningsgruppe ved Stanford University og fra biologen Stuart Pimm (f. 1949) siger sammenstemmende, at mennesket ved årtusindskiftet brugte 40 procent af al den solenergi, der dagligt optages i planter (hvilket kaldes klodens primærproduktion). Og det er også udtrykt i den berømte drivhuseffekt, som skyldes den øgede produktion af CO₂ og andre drivhusgasser, og som resulterer i en global opvarmning. Der ser således ud til, at der er grænser for, hvor meget vores civilisation kan overskue og kontrollere. Så selvom verden måske kan forstås til en vis grad ved hjælp af naturvidenskabelig tænkning, kan vi indtil videre kun være indsigtfulde tilskuere til vores egen arts destabiliserende virkninger på Jordens økosystem.

Selvorganiserende kritiske netværk

Fysikere og kemikere havde frem til den sidste halvdel af 1900-tallet vænnet sig til at betragte naturen som et ligevægtssystem. Det betød, at ikke-ligevægtsfænomener – såsom laviner, arters masseuddoen, børskrak eller jordskælv – blev betragtet som noget unormalt, som noget, der lå uden for det normale. Det var undtagelser, der bekræfter reglen om ligevægt. I dag ved man, at det er det modsatte, der er tilfældet: ikke-ligevægt er snarere reglen end undtagelsen. De fleste fænomener i naturens fysik – man kan i flæng nævne internettets vækst, floders spredning, bjerges langsomme formation

gennem erosion, men også evolution, økonomi, og mange andre netværks-systemer – er som regel meget langt væk fra ligevægt, idet de er i en konstant vekselvirkning med sig selv og omgivelserne.

Det har derfor været nødvendigt at udskifte selve det matematiske analyseapparat. Når man i det klassiske ligevægtsparadigme har lavet modeller for f.eks. kemiske reaktioner eller biologiske populationer, har man som regel brugt kontinuerte differentiallyigninger. De forudsætter, at der sker en uendelig lille ændring i antallet af elementer pr. tidsenhed. Men det kan kun lade sig gøre, hvis der er et stort antal af identiske elementer. Dette er sjældent tilfældet i evolutionære systemer, hvor næsten alle elementer er forskellige. Det er derfor bedre at modellere den slags systemer med diskrete differensligninger eller cellulære automater, hvor hvert individuelt element tilskrives en egen “fitnessværdi” og spores separat igennem systemet. I 1990’erne kunne den danske fysiker Per Bak (1948–2002) f.eks. vise, at mange af disse uligevægtige systemer eksisterer i en “selvorganiseret kritisk tilstand”, der er karakteriseret ved at udvise sammenbrud i alle størrelsesklasser. Om det er arter eller bjerglandskaber, internettet eller trafikpropper, aktiekurser eller en sandbunke – ligheden mellem alle disse ting er den, at de er underlagt de samme dynamiske principper. Det er som om, naturen kun havde brug for én enkelt arkitekt til at bestride alle sine mange konstruktionsopgaver med.

Naturens uligevægtige byggeklodser organiseres altså ud fra ganske simple fysiske regler, og hvis man måler på nogle af deres egenskaber, f.eks. lavinernes størrelse, så viser det sig, at de altid har den samme form. Og ligesom Richterskalaen er en fordelingskurve for størrelsen af jordskælv, kan en hel masse andre biologiske og sociale fænomener, som f.eks. arternes levetid eller indkomstfordelingen i USA, lægges på en lignende kurve.

Men hvad kan den forskning fortælle os andet, end at det alt sammen går galt på et eller andet tidspunkt? Først og fremmest netop det: at det *går* galt på et eller andet tidspunkt, og at vi sandsynligvis intet kan gøre ved det. Modellerne kan ikke forudse specifikke hændelser. De kan kun beskrive en statistisk situation. De kan bruges til at forstå, hvorfor ordet “gennemsnit” ofte er meningsløst at bruge. Når det f.eks. viser sig, at indkomsten i USA fordeler sig sådan, at de fleste tjener meget lidt, og ganske få tjener meget, så er det misvisende at tale om en gennemsnitlig indkomst, hvis man tror, at det dermed også er den mest hyppige indkomst. Det er det som regel ikke.

Men primært fortæller modellerne, at mange dynamiske systemer organiserer sig i en selvorganiserende kritisk tilstand, der gør, at sådanne systemer opholder sig på grænsen mellem orden og kaos, hvor der bestandig foregår både mange små og få store ændringer.

Verden kan fortælles

Denne bog startede med at beskrive de vigtigste redskaber, der var nødvendige (men selvfølgelig ikke tilstrækkelige) for at videnskabelig tænkning kunne opstå i den europæiske kultur. Disse redskaber var tal og skrift. Men der er især ét redskab, eller rettere en evne, som går forud for disse to. Og det er evnen til at kunne tale. Uden et effektivt kommunikationssystem mellem mennesker ville kulturer og civilisationer aldrig være opstået.

Talesproget er med andre ord menneskets vigtigste sociale netværksteknologi. Og også her kan den evolutionære psykologi, spilteori og populationsdynamiske modeller give et godt bud på, hvordan talen kunne være foregået. I 1999 fremlagde den østrigske teoretiske biolog Martin Nowak (f. 1965) sammen med amerikaneren David Krakauer (f. 1967) en model for, hvordan lyde kunne blive til ord, og ord til sætninger med faste grammatiske regler, ud fra den simple antagelse at antallet af fejl i kommunikationen mellem to individer skal holdes så lavt som muligt.

Sandsynligvis startede de verbale signaler, som primater brugte til at kommunikere med, med at referere til konkrete hændelser og hele situationer. Budskabet kunne være “løven kommer”, “mad her” eller “du snyder mig”, og alle repræsenteredes ved enkle enstavelseslyde. Men efterhånden som antallet af kommunikerbare objekter og hændelser steg, var det svært at lave nok lyde, der kunne skelnes fra hinanden. Risikoen for fejlagtige fortolkninger steg, fordi en sondring mellem f.eks. “ørn” og “børn” jo kunne betyde forskellen på liv og død.

For at overvinde denne “fejlkatastrofe” i overførslen af information, udvikledes der i stedet et lille sæt af let genkendelige lyde – et alfabet – som kunne samles i ord. Denne tidsforskudte opremsning af vokaler og konsonanter havde en langt mindre risiko for at blive misforstået, og den indeholdt samtidig muligheden for at danne uendelig mange ord. En sådan klar og tydelig kommunikationsform havde ganske enkelt de bedste muligheder for at overleve. Den er en slags digitalisering af et meningsindhold, idet vo-