

# Komplexitetsteorins betydelse för vår uppfattning av verkligheten

*Af Veronica Stoehrel,  
Högskolan i Halmstad*

*Abstract:* Denna text har för avsikt att sammanställa komplexitetsteorins ontologiska och epistemologiska utgångspunkter samt att belysa dess tillämpningar inom natur- och samhällsvetenskap. Det som lyfts fram är teorins holistiska och icke-reduktionistiska utgångspunkt samt hur olika strata av verkligheten - t.ex. den ekonomiska, den naturvetenskapliga och den samhällsvetenskapliga - interagerar med varandra. I samband med detta diskuteras även hur begreppsmässiga lösningar förhindrar förståelsen av nya vetenskapliga upptäckter.

Nyckelord: Icke-reduktionism, framträdande av fenomen, icke-linjaritet, självorganiserade och självskapande, feedbackmekanismer.

Under de senaste tjugo åren har man inom den engelskspråkiga vetenskapsfilosofiska litteraturen stött på begreppen ”komplexitetsteori” (Complexity Theory) och ”komplexa system”. Man har också däri kunnat spåra olika inriktningar inom naturvetenskap, ekonomi, historia, antropologi, organisationsteori, nätverksteori och sociocybernetik som alla bygger på de tankesätt som komplexitetsteorin grundar sig på. Inom den svenska vetenskapsfilosofiska litteraturen har däremot en sådan utveckling låtit dröja.

Trots att denna frånvaro är i sig intressant och värd att studeras är det inte den som är föremålet för denna studie. Denna presentation har istället för avsikt att ge en allmän orientering av komplexitetsteorins (KT:s) huvudbegrepp och dess förekomst inom olika discipliner, att erbjuda en definition av komplexa system samt att undersöka hur KT:s idéer och utgångspunkter kan användas för att förstå interaktioner och processer på ett mer holistiskt vis. I förklaringen av ett fenomen kommer jag (när så krävs och i enlighet med ett komplexitetsteoriskt tankesätt) röra mig mellan natur- och samhällsvetenskap.

Artikeln tar sin början i en ontologisk och epistemologisk placering av komplexitetsteori, i ett spårande av dess rötter samt i en definition av komplexa system. Därefter följer en diskussion kring reduktionistiska och icke-reduktionistiska tankesätt inom natur- och samhällsvetenskap. Denna leder i sin tur vidare till en redogörelse av komplexitetsteorins viktigaste tankar och idéer: idén om framträdandet av spontana och plötsliga fenomen, om självorganiserade, självskapande och självskapade system, om icke-linjära fenomen samt om feedbackmekanismer där gränsen mellan orsak och verkan ifrågasätts. I slutdiskussionen reflekterar jag mer specifikt över KT:s betydelse för samhällsvetenskapen och hur den skulle kunna verka för att vidga vår förståelse av vad som kan ingå i denna vetenskap.

Ur ett ontologiskt och epistemologiskt perspektiv har komplexitetsteorin sina rötter i kritisk realism (Byrne, D., 2003), i det dialektiska tankesättet (Woods and Grant, 1995) och, vill jag påstå, i delar av hermeneutiken. Om KT historiskt sett kan ses som stigen ur kaosteori och systemteori så skiljer den sig ändå från sina förfäder i det att den går mer varsamt fram i sökandet efter universella lagar (Lewontin, 2000; Walby, 2007) vilka bara kan förekomma då ett system befinner sig i närheten av ett jämviktstillstånd - ett tillstånd tämligen icke-karakteristiskt för komplexa, levande system (Capra, 1996). Till skillnad från system- och nätverksteorin ifrågasätter KT idén om att ett system skulle fungera bäst i ett jämviktstillstånd och att komplexa system överhuvudtaget skulle sträva efter ett sådant tillstånd. KT uppmärksammar de positiva feedbackmekanismer som driver systemet mot ojämvikt. I ett sådant system kan mycket små förändringar ha dramatiska konsekvenser (Walby, 2007; Kuhn, 2007; Capra, 1996; Urry, 2005). I synnerhet skiljer sig KT från systemteori genom sitt sätt att framhålla betydelsen av förändring i motsats till varaktighet. Vissa författare tar direkt avstånd från Parsons, Durkheim och Luhman i detta avseende (se t.ex. Walby, 2007).

Begreppet system avser en analytisk kategori och utgör en konstruktion vi kan använda för att identifiera interaktioner inom en bestämd tid och plats. KT lyfter fram ”betydelsen av processer snarare än händelser, förhållanden snarare än identiteter och förändringar snarare än strukturer” (Ingold citerad i

Thrift, N., 1999: 33). För att ett system ska kunna begripas i sin helhet måste det alltid studeras både i sig och i förhållande till andra system. Begrepp som tidigare bara tillämpats inom de tolkande samhällsvetenskaperna används idag också inom fysik: ”historisk”, ”kvalitativ”, ”holistisk” (Tsoukas, H and Hatch, M.J., 2001; Capra, F, 2005). Sett ur ett ontologiskt perspektiv bygger KT på idén om att en materiell och fysisk verklighet existerar oberoende av hur vi tolkar och beskriver den. Dock poängterar KT samtidigt både observationens och språkets roll i hur vi uppfattar denna verklighet. Om vi använder oss av en begreppsapparat som inbegriper ord som t.ex. ”feedback”, ”framträdande” (emergence), ”skalaberoende” och ”självorganiserade” (samtliga nyckelbegrepp inom KT) kommer vi att uppfatta systemet som mer komplext än om vi inte hade haft tillgång till denna begreppsapparat (Tsoukas, H and Hatch, M.J., 2001). Detta innebär naturligtvis inte att systemet inte skulle ha *varit* lika komplext om vi inte använt oss av begreppsapparaten, istället bara att vi inte skulle ha *uppfattat* den som sådan. Som den amerikanske paleontologen Stephen Jay Gould (1990) antyder kan det största hindret inom vetenskaplig nydaning röra sig om en begreppsmässig låsning snarare än om brist på fakta. Delar av KT intresserar sig alltså för interaktionen mellan det observerande subjektet och det observerade fenomenet.

Komplexitetsteorin går längre än kritisk realism i sättet på vilket den utgår ifrån att verklighetens utseende och beteende (och inte bara hur vi uppfattar den) kan vara beroende av våra observationer. Detta gäller inte endast inom samhällsvetenskaplig forskning utan även inom t.ex. kvantfysik där det har påvisats att observationer inverkar på det observerade fenomenet (Woods & Grant, 1995). Liksom den kritiska realismen uppmärksammar KT de faktorer som ligger till grund för ett fenomenets förekomst men den tillskriver tillfälligheternas betydelse större vikt. (se t ex Gould, 1990).

KT har hämtat idén om att allting befinner sig i konstant rörelse, om att det inte existerar några fasta identiteter förutom i relation till något annat och om att kvantitet omvandlas till kvalitet vid vissa tidpunkter och omständigheter från dialektiken. Idén om att saker och ting inte existerar i sig själva utan istället *konstitueras* i förhållandet till sin omgivning har KT hämtat från hermeneutiken (närmare bestämt från Heideggers ”att-vara-i världen”). I

forskningsområde kan KT:s tillvägagångssätt vara såväl kvalitativt och kvantitativt. Den tillämpar både experiment och tolkning.

Komplexitetsteorin studerar komplexa system. Ett komplext system karakteriserar sig för att vara dynamiskt och självorganiserande. Det är *interaktionen* mellan delarna som är det primära för ett komplex systems agerande. Exempel på sådana är mänsklig aktivitet, kroppens immunförsvarsmekanismer, evolutionen och subatomiska processer men även naturliga fenomen såsom bildandet av strömmar och, naturligtvis, förhållandet människor emellan och mellan människan och naturen.

Biokemiska lagar kan förklara olika interaktionsprocesser mellan människan och miljön men mänsklig aktivitet skiljer sig kvalitativt från de biologiska processer som konstituerar den (Woods & Grant, 1995: 60). Vi kan inte i alla lägen tillämpa den formella logiken i granskandet av komplexa system; t.ex. har man inom fysiken sett hur subatomiska partiklar kan röra sig i olika riktningar samtidigt. Detta framgick av en empirisk undersökning i vilken man sköt en enskild elektron mot en skiva med två springor. Bakom skivan fanns en fotografisk plåt. Det visade sig att elektronen lämnade spår bakom båda springorna (Woods & Grant, 1995:105). Då man utifrån KT undersöker förhållandet mellan människan och naturen är det, som den amerikanske biologen Richard Lewontin (2000) påpekar, viktigt att göra en distinktion mellan orsak och agent eftersom detta påverkar vilka åtgärder som föreslås. En sammanblandning av dessa två begrepp resulterar i att man inte går till botten med problematiken och att lösningarna på så vis blir av provisorisk snarare än långsiktig karaktär, närmare ett plåster än ett botemedel. Exempelvis har vetenskapen visat att koldioxidutsläpp påverkar klimatet som i sin tur påverkar hela jordsystemet och därmed människans framtid. Människan står som ansvarig för den största delen av koldioxidutsläppen och i sökandet efter anledningen till detta kommer vi in på faktorer som inte enbart är ekonomiska utan även ideologiska (konsumtionssamhället) och, inte minst, filosofiska (synen på det goda livet). Här kan koldioxid sägas vara agenten som gör att jorden värms upp medan orsaken står att finna i dessa ekonomiska, ideologiska och filosofiska faktorer.

Temporära tekniska lösningar koncentrerar sig på agenter medan långsiktiga snarare ser till orsaken.

### *Reduktionismens historia och sambälleliga konsekvenser*

För en givande diskussion av KT och komplexa system krävs först en sammanfattning av det tankesätt som präglat västerländsk filosofi sedan 1500-talet: den obektivistiska och reduktionistiska synen på verkligheten. Tänkare som Galileo, Descartes och Newton lade grunden till detta tankesystem. Den österrikiske fysikern Fritjof Capra (1996) sammanfattar de viktigaste punkterna som följande: Galileo ansåg att vetenskapsmän enbart skulle studera sådant som kunde mätas och kvantifieras; Descartes skiljde mellan materia och (med)vetande (matter and mind); Newton var av åsikten att en helhet kunde studeras genom analys av delarna samt att det fanns ett direkt förhållande mellan orsak och verkan vilket innebar att den senare gick att förutsäga. Dessa stora mäns arbete lade grunden till det som senare kom att utvecklas inom den positivistiska traditionen och dess tillämpning inom natur- och samhällsvetenskap. I takt med teknikens utveckling och då i synnerhet den som föranledde mikroskopet och upptäckten av sambandet mellan mikroorganismer och sjukdomar uppstod en mekanisk syn på detta förhållande. Dessa upptäckter kom också att överskugga den experimentella medicinens fader Claude Bernards teorier om förhållandet mellan organismer och miljö.

Biokemin etablerades till följd av att Pasteur hade visat på sambandet mellan bakterier och vissa kemiska processer. Denna nya vetenskap accepterades av biologer som ansåg att alla levande organismers egenskaper och funktioner kunde förklaras i enlighet med fysiska och kemiska lagar. Under 1900-talet utvecklades parallellt även en annan syn på förhållandet mellan organismer och miljö: ekologivetenskapen kom att introducera begreppen "community" och nätverk; systembiologin framhöll interaktionen inom biologiska system.

Inom samhällsvetenskapen påträffas det första motståndet till ett reduktionistiskt tankesätt hos 1700-talspoeterna William Blake (England) och

Johann Wolfgang von Goethe (Tyskland) (Capra 1996); detta motstånd kan även spåras i 1900-talsfilosofen Heideggers skrifter.

Ändå råder det ingen tvekan om att det reduktionistiska tankesättet har präglat hela det högre utbildningssystemet och att medierna har förvärrat situationen genom att förstärka det hos allmänheten. Det är först på senare år som forskare börjat förstå behovet av att integrera samhälls- och naturvetenskap. Traditionellt sett har man studerat *antingen* biologi, fysik eller sociologi. Detta har medverkat till en atomisering av kunskap och en förlust av helhetsperspektivet. Att medierna medverkat till denna problematik kan sägas ha flera orsaker. Medielogik och bristande ämneskunskaper hos journalister har resulterat i en simplificering av olika typ av fenomen och förklaringen till dessa, en situation som vidmakthålls dels p.g.a. påtryckningar från ekonomiska intressen som tjänar på en förenklad framställning av verkligheten (t.ex. läkemedelsindustrin), dels p.g.a. att de vetenskapliga källor som journalisterna använder sig av är i sig reduktionistiska.

I motsats till den i massmedia dominerande bilden av att många sjukdomar orsakas av felaktiga eller skadade gener, påstår Capra att de människosjukdomar som orsakas av en enskild gen är mycket ovanliga, närmare bestämt utgör de mindre än 2 % av alla sjukdomar. Då det gäller t.ex. kranskärlssjukdomar är fler än hundra gener, plus deras respektive nätverk, inblandade. (Capra, 2004: 180).

Fysikern och vetenskapsfilosofen Evelyn Fox Keller resonerar: "Even though the message has yet to reach the popular press, to an increasingly large number of workers at the forefront of contemporary research, it seems evident that the primacy of the gene as the core explanatory concept of biological structure and function is more a feature of the twentieth century than it will be of the twenty first" (Fox Keller citerad i Capra, 2004: 176).

På samma reduktionistiska sätt tycks medierna förmedla uppfattningen att kloning gör det möjligt att "kopiera" en individ. Ingenting kunde vara mer felaktigt. Det som i själva verket sker vid kloning är att en kärna från ett djurs mogna ägg slås samman med en cell eller kärna från ett annat djur och att denna hybrid sedan planteras in i livmodern på ett tredje. Faktum är att den

klonade avkomman och det ursprungliga djuret har färre gemensamma egenskaper än i fallet med t.ex. tvillingar (Capra, 2004: 182-183).

På forskarnivå kan den reduktionistiska synen få allvarliga konsekvenser.

Stephen H. Schneider (2004), professor i interdisciplinära miljöstudier, redogör för hur vetenskapsmän fram till nyligen försökt förklara såväl som förutsäga framtida klimatförändringar med hjälp av modeller som exkluderar de variabler som ligger bortom deras egna discipliner. Detta har resulterat i att flera av de feedbackmekanismer, interaktioner och uppträdande egenskaper som framträder då olika delar i jordsystemet interagerar har förbisetts. Till och med i IPCCs (Intergovernmental Panel on Climate Change) rapporter finns exempel på detta. I ekonomiska cost-benefit analyser av extrema klimatförändringar inkluderar kalkylerna vanligtvis inte ekologiska tjänster som t.ex. skadedjurskontroll i agrikulturen eller återvinning av avfallsprodukter. Schneider menar att när naturvetenskapliga forskare inkluderar dessa faktorer i sina beräkningar blir resultaten betydligt mer oroväckande än de som vanliga ekonomer kommer fram till.

#### *Reduktionistiska och icke-reduktionistiska tankesätt*

Låt oss undersöka några exempel på reduktionistiska och icke-reduktionistiska tankesätt. Dessa exempel är hämtade från genetisk determinism, systembiologi, evolutionsteori, immunologi, kognitionsteori respektive samhällsteori.

Enligt molekylärbiologen Richard Strohman (Wynne, 2005) har man felaktigt omvandlat en teori om gener till en teori om livet. Den genetiska determinismen tog avstamp i idén om att en gen ger upphov till ett protein som i sin tur ger upphov till en egenskap. När man sedan upptäckte att generna till antalet inte var många nog att rymma förklaringen till alla olika egenskaper och beteenden anpassade man helt enkelt teorin. Idag menar detta tankesätt att det inte är de enskilda generna som ligger till grund för bestämda egenskaper utan istället hela genomen (specifika kombinationer, typer och sekvenser av gener i en cellkärna). Enligt KT är idén i båda dessa fall reduktionistisk i den meningen att generna för sig anses vara orsak till möjliga egenskaper och beteenden. Utifrån ett icke-reduktionistiskt tankesätt kan vi

inte förstå ett system genom att bara analysera dess delar, istället måste alla möjliga interaktioner tas med i beräkningen. Helheten är inte bara mer än summan av delarna: därutöver skiljer sig effekterna av interaktionerna från dessa delars egenskaper (Urry, 2005). Capra påpekar också att inte alla gener är kodifierade i segment: i vissa typer av organismer kan den kodifierade DNA:n vara så låg som 1-2 %. Inte heller producerar varje gen en enda typ av enzym: en och samma genetiska sekvens kan ge upphov till skilda enzymer (Capra, 2004: 171). Enligt systembiologin, en gren av biokemin och fysiologin, är det istället hela det cellulära nätverket som bestämmer både vilket protein som ska produceras och vilken funktion det kommer att ha. Ett och samma protein har olika funktioner beroende på kontexten; cellulära mekanismer kan påverka proteinets tredimensionella struktur och kan därför också påverka dess funktion. Sammanfattningsvis kan en gen alltså ge upphov till olika proteiner och samma protein kan ha olika funktioner (Capra, 2004: 172).

Den begreppsmässiga lösning som Gould talar om kommer till uttryck i genetikern William Gelbarts ord: "Unlike chromosomes, genes are not physical objects but merely concepts that have acquired a great deal of historic baggage over the past decades...We may have come to the point where the use of the term 'gene' is of limited value and might in fact be a hindrance to our understanding of the genome..." (Gelbart citerad i Capra, 2004: 176)

I det systembiologiska paradigmet tar man hänsyn till flera olika variabler då man försöker förklara en egenskap eller ett beteende. Här ingår bl.a. metaboliska processer, biokemi, fysiologi, produktionen av proteiner samt cellsignaler och interaktioner antingen celler emellan eller mellan celler och organismen som helhet. Enligt Weld and Heineman kan dessa faktorer inte förändra den genetiska kompositionen men däremot kan de påverka hur generna beter sig (Wynne, B., 2005). Att en gen befrämjar ett djurs beteende betyder inte att denna gen ansvarar för djurets handlingsmönster. (Woods & Grant, 1995).

Både Wynne (2005), Woods & Grant (1995) och Capra (2004) tar upp frågan om vilka de samhällliga krafter som vinner på det reduktionistiska tankesättet skulle kunna vara. Svaret är självskrivet: läkemedelsindustrin. I dess intresse ligger att sälja en produkt som skall hjälpa mot en åkomma; för detta



ändamål krävs det att forskningen pekat på en enskild orsak till åkommans uppkomst eller åtminstone på så få orsaker som möjligt. Eftersom komplexa interaktioner inte kan spåras till enstaka faktorer motverkar de alltså tillverkningen av säljbara produkter.

Wynne menar att ju mer terräng den liberala kommersialiseringen vinner, desto mindre utrymme lämnas kvar för utvecklingen av komplexa synsätt (Wynne, 2005: 87). Capra (2004) påpekar också, med rätta, att den genetiska reduktionismen leder uppmärksamheten bort från sociala och miljömässiga faktorer som mycket väl kan ha påverkat utfallet.

Vikningen av polypeptider till proteiner bestäms inte enbart utifrån aminosyrorers sekvenser utan även utifrån sådant som den intracellulära strukturen, mönster i celluppdeleningen, antalet gånger som cellen delar sig samt organismens belägenhet då allt detta sker. Detta innebär att skilda nukleotidsekvenser kan leda till produktion av samma aminosyra. Lewontin (2000) menar att idén om att varje gen är en funktionell enhet i produktionen av proteiner och att varje protein har en specifik funktion, är en form av kvasireligiös tro. Den bygger på idén om att allting som förekommer i världen har ett syfte. Stephen Gould (1990: 315) är inne på samma spår som Lewontin då han resonerar kring evolutionen. Gould utmanar Darwin då han påstår att de egenskaper som en gång i tiden kom att öka chanserna för en arts överlevnad kan i själva verket ha utvecklats långt tidigare och helt oberoende av den funktion de senare skulle komma att ha. Det finns alltså inte enligt Gould något kausalt samband mellan anledningen till att en egenskap utvecklades och rollen som den sedan kom att spela i överlevnaden under kaotiska eror. ”Små nycker i början, som sker utan någon speciell orsak leder till en kaskad av konsekvenser, som får en viss framtid att i efterhand verka oundviklig” (Gould, 1990: 330)

Vid de tillfällen då vissa specifika gener har visat sig stå bakom vissa specifika sjukdomar har dessa fynd felaktigt genomgått en generalisering och kommit att bli en teori som omfattar gener och sjukdomar i allmänhet. Capra citerar cellbiologen Richard Strohman: ”We are mixing our levels in biology and it doesn't work.... The illegitimate extension of a genetic paradigm from a relatively simple level of genetic coding and decoding to a complex level of

cellular behaviour represent an epistemological error of the first order” (Strohman citerad i Capra, 2004: 170).

I sin bok *The Triple Helix* ställer Lewontin (2000) ett reduktionistiskt tänkande om evolutionsteori mot ett icke-reduktionistiskt sådant. Han menar att egentligen finns det ingen skillnad mellan 1700-talets rådande idé om att en miniatyrversion av en vuxen och fullt utvecklad organism existerar redan i spermistadiet och dagens tro på att all den information som behövs för en organisms utveckling existerar i en a priori planriktning. Reduktionistiska forskare menar att miljön kan utlösa processer som redan ligger kodifierade i generna. Forskning har dock visat att en individs egenskaper är en produkt av interaktionen mellan gener, miljö (invärtes och utvärtes) och slumpmässiga händelser bestående av molekylär interaktion inom enskilda celler. Lewontin menar att det inte räcker med att acceptera miljöns roll i individens utveckling, något som emellanåt sker av fel anledning som t.ex. då man hänvisar till en organisms ”kapacitet” eller en gens ”tendens” att producera en viss fenotyp. Detta tankesätt bygger på idén om en tom spann, d.v.s. idén om att först existerar ”A” och sedan ”B”, i stället för att se ”A” som en produkt av interaktionen med ”B” och tvärtom.

Lewontin anser att ”anpassningsmetaforen” som en gång var betydelsefull för förståelsen av utvecklingsteori numera har kommit att bli ett hinder för en mer djupgående förståelse. På samma sätt som en organism inte kan existera utan en miljö kan det inte heller existera en miljö utan organismer. Lewontin menar att den ”fysiska världen” - interglaciära perioder, vulkaner, vattenånga från havet, etc. - inte är en ”miljö” utan istället fysiska tillstånd utifrån vilka olika miljöer bildas. Utan fåglar och insekter som sprider pollen skulle det inte finnas blommor. Utöver Darwins idéer om hur arter tävlade med varandra för överlevnad har olika individer och arter också varit tvungna att interagera. En arts avfall är en annan arts föda och energi; t.ex. är den koldioxid som djuren producerar råmaterial för växternas tillväxt. Takten i vilken denna tillväxt sker bestämmer växternas mikromiljö. I stället för att se till ”anpassning” och ”orsak-verkan” förhållanden måste vi tala om en ”co-evolution” av organismen och miljön där varje del är *både* orsak och verkan. Andra exempel på co-evolution hittar vi hos organismer som genom

evolutionen levit i symbios med varandra. Biologiforskaren Lynn Margulis (2007) har identifierat flera sådana exempel.

Även inom immunologin har man skiftat sitt sätt att se på immunologiska processer från idén om ett immunologiskt *system* till idén om ett immunologiskt *nätverk*. Experiment har visat att även djur som inte varit utsatta för sjukdomsalstrande agenter kan utveckla ett fullgott immunsystem (Capra, 1996: 280). På så vis verkar det som om det immunologiska nätverket inte bara reagerar mot externa agenter utan även sätter igång organismens hela cellulära och molekylära repertoar. I mitten av 1980-talet identifierades en grupp molekyler som främjande av samarbetet mellan det nervösa, det immunologiska och det endokrina systemet (Capra, 1996: 282).

Santiagoteorin (efter neurobiologerna Maturana och Varela) förkastar den gamla cartesianska skillnaden mellan kropp och (med)vetande. Enlig denna teori är hjärnan inte ett a priori krav för medvetandets (mind) existens. Exempelvis saknar en bakterie hjärna men har ändå ett minne. Varseblivning är en form av kognition definierad som processen av vetande, som sådan innefattar den något mer än tänkande. Vetande, i sin tur, involverar varseblivning, känslor och handlande (Capra, 1996).

Inom vissa samhällsvetenskapliga traditioner finns det sedan länge kända icke-reduktionistiska tankesätt. Rötterna står att finna i det dialektiska tänkandet och - senare samt mer specifikt - i modellen av t.ex. ”strukturering” (structuration) som utvecklades av Giddens och som behandlar den dialektiska interaktionen mellan agenter och strukturer. Modellen har fungerat som utgångspunkt för flera studier. Exempelvis undersöker Nee and Cao (1999) förhållandet mellan staten, sociala strukturer och marknaden när de analyserar hur Kinas blandade ägandeformer i regionala industriella ekonomier interagerar med de lokala institutionerna. Nee and Cao vidareutvecklar en modell för att omfatta omvandlingen av den kinesiska ekonomin. Staten besitter viss kontroll och påverkar både marknaden och de sociala strukturerna i samhället; marknadskrafterna påverkar i sin tur statens agerande och de sociala strukturerna; de sistnämnda har inverkan på både marknad och stat. Beroende på de olika aktuella förhållanden inom kinesisk

praxis (en praxis som varierar beroende på geografiskt område) får en av dessa tre faktorer större betydelse än de två övriga.

Sylvia Walby (2007) resonerar över förhållandet mellan klass, kön, etnicitet, nationalitet och religion utifrån KT. Hon menar att det inte är tillräckligt att bara lägga samman dessa faktorer om vi vill förstå hur de uttrycker sig på en viss plats, i en viss tid; det som måste undersökas är hur var och en av dessa faktorer påverkar och förändrar egenskaperna hos de övriga. Walby förespråkar en djupare teoretisering av ontologin i varje system av sociala förhållanden. Detta, menar hon, måste ske oberoende av om de är institutionaliserade - som t ex det ekonomiska och politiska systemet, våldsapparaten och/eller det civila samhället - eller icke-institutionaliserade som t.ex. klass, genus och etnicitet. Det som måste granskas är på vilket sätt de institutionaliserade systemen definierar och organiserar agenternas handlingar, hur interaktioner och positioner fungerar inom de icke-institutionaliserade systemen samt hur dessa två system interagerar med varandra.

Efter att ha diskuterat komplexitetsteorins icke-reduktionistiska utgångspunkt kommer jag nu att resonera kring KT:s särskilda egenskaper: idén om plötsliga framträdanden av fenomen; idén om komplexa system som självorganiserade; icke-linjära utvecklingar samt feedbackmekanismer.

### *Plötsliga framträdanden av fenomen*

En helhet består av egenskaper som inte står att finna i någon av delarna. Dessa egenskaper har uppstått i en viss tid, på en viss plats och har inte alltid kunnat förutses (just av anledning att de inte existerar i de enskilda delarna). Fenomenet kallas för ”framträdande” (emergence) och kan vara resultatet av antingen interaktionen mellan de olika delarna i systemet eller av interaktionen mellan systemet och miljön (Bar-Yam, 2000). Woods and Grant (1995) tillämpar begreppet dialektik för att förstå framträdandet av nya fenomen. Med ursprung hos Hegel och senare förekommande hos Marx indikerar begreppet att allt befinner sig i konstant rörelse och att viktiga förändringar uppstår då kvantitet omvandlas till kvalitet. Woods and Grant (1995) ser som exempel på detta bl.a. neuroners aktivitet. Det är inte de enskilda neuronerna

som gör oss medvetna utan det är interaktionen dem emellan och interaktionen mellan dessa och omgivningen som leder till det fenomen vi kallar medvetenhet.

Vi hittar dessa plötsliga framträdanden i naturen, i interaktionen människor emellan och inte minst i interaktionen mellan människan och naturen. Exempel på framträdande fenomen är de massutdöenden som löper genom jordens historia; uppkomsten av nya arter i sådana perioders kölvatten samt de miljörelaterade sjukdomar som inte orsakats av enskilda kemiska ämnen (som t.ex. är fallet med vissa former av cancer) utan istället av synergismen mellan sådana. I interaktionen människor emellan uppträder kontinuerligt nya fenomen och idéer; dessa är inte produkter av enskilda ageranden utan av interaktionen mellan människor och mellan människormiljö.

När antropologen och sociologen Karin Knorr Cetina (2005) analyserar den nya terrorismen (efter 9/11 Commission Report of the US Congress) finner hon ett icke-proportionellt förhållande mellan orsaker och effekter, icke-förutsägbara händelser och framträdandet av självorganiserade strukturer. Den nya globala terrorismen ger upphov till globala mikrostrukturer och mekanismer som möjliggör förbindelser och samkörningar mellan avlägsna platser och grupper av människor. Tack vare teknologiska innovationer och användningen av olika typer av medier förstärks effekterna av en grupps handlingar på ett oproportionellt sätt i förhållande till de antal aktiva människor som står bakom handlingarna. Al-Qaeda drar nytta av agenter utanför den egna verksamheten, t.ex. olika mediekanaler, för att sprida information till en bredare publik. Al-Qaedas relativt få aktiva medlemmar får på så vis förstärkning i de miljontals supportrar som tack vare den historiska arabiska diasporan och dess föreställningar om världen känner samhörighet med organisationen. Allt detta leder till oproportionella utfall. Knorr Cetinas analys visar hur en mängd olika faktorer på makro- och mikronivå interagerar med varandra och hur denna interaktion ger upphov till oväntade utfall.

Idén om plötsliga framträdande av fenomen tvingar oss till ödmjukhet och försiktighet i våra generaliseringar, samt till att tänka i termer av

interaktioner, synergism och kontext. Ju fler faktorer som är inblandade i en process desto större är möjligheten till spontana och oväntade framträdanden.

### *Självorganiserade system*

Komplexa system är självorganiserade. Systemet skapar på egen hand de delar och egenskaper det behöver för att existera. Dessa delar och egenskaper är varken en produkt av någon extern kraft (religiöst tänkande) eller i förväg planerade (Finnigan, J., 2005). Evolutionära processer på mikronivå och co-evolutionen mellan olika arter ger upphov till nya fenomen och processer på makronivå. Dessa kan i sin tur, genom en feedbackmekanism, påverka fenomenet på mikronivå (Levin, S., 2005).

Enligt Evelyn Fox Keller (2005) introducerades begreppet ”självorganisering” av Kant då han försökte karakterisera egenskaperna hos levande organismer. Senare – fr.o.m. 1900-talets början och fram till andra världskriget - kom begreppet att användas inom cybernetik och icke-linjära system i matematiskt tänkande. Egenskaperna hos dessa system uppstod utifrån interaktionen mellan systemets olika delar. Den ryske kemisten och nobelprisstagare Ilya Prigogine kom att använda begreppet ”självorganisering” för att visa på framträdandet av upplösande strukturer (emergence of dissipative structures) i de system som befinner sig långt ifrån ett jämviktstillstånd och som har en låg entropi.

Under 1980- och 90-talen stöter man på begreppet inom den ekologiska litteraturen. Då syftar det till ett system som utvecklats utan påverkan från vare sig Gud, människan eller naturligt urval. I hjärnforskarens Humberto Maturanas ord är självorganiserade system autopoietic, d.v.s. självskapade och självskapande. Systemet produceras av sina komponenter men *skapar* samtidigt dessa komponenter såväl som miljön i vilken de och systemet självt befinner sig (Maturana hänvisat i Urry, 2005).

Nukleidsyran DNA innehåller all den information som behövs för produktion av nya proteiner men eftersom den inte kan kopiera sig själv använder den sig av RNA för att överföra denna information. För att nukleidsyror ska kunna kopieras behövs enzymer (som produceras i ribosomerna) vilka i sin tur skapas av nukleinsyror (Woods and Grant, 1995:

250; Capra, 2004 ). Längre fram kommer vi se hur förhållandet mellan växter och klimat också är ett självorganiserade system.

Inom samhällsvetenskapen påpekade Berger and Luckman redan på 1960-talet hur människorna hade skapat ett regelsystem (strukturer och institutioner) som i sin tur påverkade individerna att agera i en viss riktning. Människan hade alltså skapat, och fortsätter skapa, de delar och egenskaper hon behöver för sin samhällsliga existens. Vår kunskap om att det finns system som skapar sina egna delar såväl som den miljö i vilken de verkar, gör det möjligt att studera villkoren för dessa systemes existens samt att undersöka vilka mekanismer som ligger bakom deras skapande. Vi kan också använda oss av idén om själv-organiserade system för att försöka förstå hur dessa villkor legitimerar systemen i sig. Ett exempel på en sådan process hittar vi i journalistiken som institution: denna skapar myten om objektivitet i det omgivande samhället, en myt som i sin tur berättigar journalistikens existens och legitimerar journalistiken som institution.

Idén om självorganiserade system ger oss alltså möjlighet att vidare studera hur maktförhållanden fungerar då ett system på egen hand skapar villkoren för sin fortsatta existens.

### *Icke-linjära system*

I komplexa system interagerar många olika agenter med varandra, antingen direkt eller indirekt. Dessa system utmärker sig för att vara icke-linjära, d.v.s. att förhållandet mellan två variabler inte är proportionellt (Bar-Yam, 2000) eller att responsen mot en viss agent inte är proportionell gentemot agenten (Steffen, et. al., 2004). Vi kan inte extrapolera en linje utifrån de variabler som är kända för oss. När fenomenet nått en viss punkt kan det räcka med en ytterst liten input för att orsaka stor effekt. Prigogine, en av de första forskare som använde sig av icke-linjärt tänkande för att studera egenskaper i levande system, menade att ett system som befinner sig i ett icke-jämvikt tillstånd bara kan beskrivas i termer av icke-linjära ekvationer. Alla levande organismer befinner sig per definition i ett icke-jämvikt tillstånd men de är samtidigt stabila (Capra, 2005). Som exempel kan man se till hur människokroppen genomgår ett konstant utbyte av celler utan att för den sakens skull

kontinuerligt skapas på nytt. Prigogine benämnde dessa system ”förlösande strukturer” (dissipative structures). Den konstanta förändringen i ett system ger upphov till nya organisationsformer (organisations order). När systemet når en bifurkationspunkt (bifurcation point) omvandlas systemet så att nya strukturer och nya organisationsprinciper uppstår. Studieobjektet i komplexa system är alltså inte strukturerna utan istället processerna (Capra, 2005).

Ett i litteraturen återkommande exempel är sandkornen som ett efter ett läggs på hög. Till slut når sandhögen den punkt då den rasar och, till följd, uppstår en helt ny struktur.

Enligt Steffen et. al (2004) dröjde det fram till 1990-talet innan det vetenskapliga samfundet antog som en arbetshypotes att jorden fungerar som ett system i vilket det levande och det icke-levande interagerar med varandra. För att förstå detta system är det nödvändigt att tänka i termer av synergier, interaktioner, brytningspunkter, utlösningmekanismer, icke-linjära system och uppträdandet av oväntade fenomen. Hur ett sådant system fungerar i praktiken tydliggörs av Rotstayn and Lohman (hänvisad till i Steffen, et. al., 2004) då de förklarar uppkomsten av fattigdom, undernäring och svält i Sahels område.

Under 1960- och 70-talen släpptes stora mängder sulfat aerosoler ut (från fossil förbränning) vilket medförde en temperatursänkning i Europa och Nordamerika. Konsekvensen blev en ökad temperaturskillnad, både i atmosfären och vid havsytan, mellan nordatlantiska regioner och tropiska sådana. Fenomenet påverkade den atmosfäriska cirkulationen vilket i sin tur ledde till en förändring i det nordafrikanska monsunsystemet. Under dessa decennier avtog regnen över Sahel och den jord som utgjorde människorna levebröd degraderades. Den vegetationstyp med karaktäristiskt djupgående rötter som utgjorde betesmarken skiftade till en mer ytligt rotsystem. Eftersom ytliga rötter avdunstar mindre mängder vatten kom luftfuktighetshalten att minska, något som i sin tur omöjliggjorde en vegetation med ett mer djupgående rotsystem. Feedbackmekanismen gör det omöjligt att fastställa vad som var orsak och vad som var verkan (Wang and Eltahir citerad i Schneider, 2004). Till följd av denna situation uppstod sociala och politiska svårigheter. Det som en gång börjat som ett utsläppsproblem i



den rika delen av världen kom att - via olika synergier, utlösningmekanismer och icke-linjära system - resultera i svält hos jordens fattiga. Vi kan säga att svälten i Sahara var oproportionell i förhållande till den ursprungliga agenten (sulfat aerosoler från fossila bränslen) och att vi inte hade kunnat föreställa oss konsekvensen av dessa agenter genom att bara lägga samman de enskilda faktorerna.

Människans koldioxidutsläpp kan leda till flera olika bifurkationspunkter. Matematiska modeller och paleontologiska undersökningar visar att en sådan punkt kommer inträffa om jordens temperatur stiger mer än 2°C. Vi vet t.ex. att den nordatlantiska termohalincirkulationen som ansvarar för transporten av värme till Europa har genomgått förändringar i tidigare epoker och att detta kan ske igen. Ökade regnmängder samt det smältande Arktis kan resultera i en förminskning av vattendensiteten i haven norr om Island och på så vis påverka formationen av kallt djupvatten. Kollapsen av cirkulationen skulle kunna orsaka glaciärtillstånd i både Europa och Nordamerika (Steffen, 2004).

Kuhns vetenskapliga och sociala revolutioner är också exempel på spontana och plötsliga förändringar. Trots att sociala revolutioner i efterhand kan framstå som oundvikliga vet vi dels att de är produkter av den förändring som äger rum då kvantitativa händelser blir till kvalitativt annorlunda tillstånd, och dels att detta nya tillstånd organiserar samhället på nya sätt. Att icke-linjära system resulterar i oproportionella förhållanden mellan agenter och effekter såg vi också tidigare, i exemplet rörande den nya terrorismen. Effekten av Al-Qaeidas handlingar – t.ex. de aktuella terroristhandlingarna, spridningen av information kring dessa och, inte minst, de förändringar i den amerikanska levnadsstilen de har burit med sig – är oproportionell i relation till antalet aktiva medlemmar inom Al-Qaeida.

Insikten om att komplexa system är icke-linjära kan påverka både vårt sätt att undersöka dem och de policys vi konstruerar med tanke på systemets eventuella effekter då det når bifurkationspunkten. I de fall då vi inte kan förutsäga effekten av dessa bifurkationspunkter är kanhända försiktighetsprincipen den mest adekvata.

### *Feedbackmekanismer*

Feedbackmekanismer kan definieras som de processer under vilka effekten av ett fenomen eller en händelse i sin tur påverkar agenterna som från början orsakade just effekten (Bar-Yam, 2000; Thrift, 1999) och som omöjliggör ett fastställande av ett direkt orsak-verkan förhållande. ”Verkan” kan vara det som gav upphov till en tidigare förändring som, i sin tur, kom att påverka det som sedan skedde. En variabel inom en viss tidsskala kan påverka en annan variabel inom en annan tidsskala som sedan kan ge upphov till en tredje variabel. Ett exempel på detta hittar vi i förhållandet mellan växter och klimat. Förenklat kan man beskriva processen som följande: växter avdunstar vatten; denna vattenånga förs tillbaka in i atmosfären och formar där moln vilka påverkar solstrålarnas möjlighet att nå ner till växterna och på så vis deras tillväxtpotential. Vattenången påverkar även temperaturen och eftersom temperaturskillnader leder till olika tryck i atmosfären yttrar sig detta i en generering av vind och storm, vilket orsakar turbulens som i sin tur inverkar på avdunstningen men även på havets cirkulation, något som också påverkar temperaturen. Molnens fysik, landskonfigurationen, biologiska processer, atmosfärisk strålning såväl som atmosfärens dynamik är alla faktorer inblandade i denna process. De interagerar på multipla sätt både i olika tidsperioder och på olika platser. En ytterst liten förändring i någon av dessa faktorer kan innebära enorma konsekvenser (Rind, D., 1999). När en agent som är verksam på en bestämd plats, i en bestämd tid, har en effekt på en annan plats och/eller tid i systemet talar man om ”dynamisk respons” (Bar-Yam, Y., 2000). Det finns positiva och negativa feedbackmekanismer där de förra förstärker effekterna och de senare verkar för att bromsa dem.

Vi vet att sociopolitiska och ekonomiska faktorer kan påverka hur ett land väljer att exploatera sina (eller ett annat lands) skogar och/eller andra ekosystem. Ekosystemstjänsterna som produceras av dessa ekosystem kan påverka de materiella villkoren för människans existens, hennes hälsa och möjlighet till en välfungerande relationer till andra människor, med andra ord för hennes fysiska och psykiska välbefinnande. Våra olika föreställningar om vad som ingår i vårt välbefinnande (i sin tur en produkt av en mängd olika faktorer) påverkar i sin tur de sociopolitiska och de politiskt ekonomiska

åtgärder vi tillämpar. Den komplexa feedbackmekanismen mellan å ena sidan sociopolitiska och ekonomiska faktorer och, å den andra, våra föreställningar om vad det goda livet innebär gör det svårt att med säkerhet fastställa vad som är orsak och vad som är verkan. ”Verkan”, i detta fall människans välbefinnande eller *idén* om människans välbefinnande påverkar ”orsaken”, här de sociopolitiska och ekonomiska faktorerna.

Studier av feedbackmekanismer ger oss alltså möjligheten att förstå interaktioner mellan olika faktorer inom och mellan olika system.

### *Komplexitetsteori och samhällsvetenskap: en reflektion*

Insikten om att sociala och fysiska (levande och icke-levande) faktorer interagerar med varandra öppnar för möjligheten till en djupare, mer komplex och holistisk förståelse av olika fenomen och problemkomplex. Denna möjlighet ställer samtidigt större krav på den enskilde forskaren eftersom den fordrar av honom/henne en interdisciplinär kunskap. Det räcker inte med att samlas en grupp biologer, sociologer, fysiker och filosofer där var och en behärskar sin egen disciplin; det som krävs är att samtliga forskare har insikt i vart och ett av dessa forskningsområden. Det är framför allt då vi anammar ett sådant holistiskt perspektiv, i kombination med ett dialektiskt tankesätt, som de egenskaper som karakteriserar komplexa system synliggörs och vi kan börja förstå orsakerna och inte bara agenterna bakom ett fenomen. Men var sätter man gränsen för studier av ett fenomen? Hur djupt ner bland orsakerna kan, och bör, man gräva? Är det alltid relevant att gå så djupt som möjligt? Man skulle kunna göra det enkelt för sig och hävda att det beror på vilka frågor man avser besvara men då är det viktigt att komma ihåg att dessa frågor inte bara är av vetenskaplig natur utan även av politisk/ideologisk. Visst skulle vi kunna säga att en holistisk utgångspunkt inte alltid är nödvändig eftersom inte alla system är komplexa men å andra sidan kan vi inte veta hur komplext ett system är förrän vi börjat undersöka det.

Kännedom om plötsliga framträdanden av fenomen, självorganiserade system, icke-linjaritet och positiva eller negativa feedbackmekanismer tvingar oss att tänka i dialektiska termer och att ta med både representationer av verkligheten och verkligheten i sig i våra analyser.

Komplexitetsteori kan sägas problematisera samhällsvetenskapens avgränsningar. För att förstå denna problematik kan vi ta en annan tradition till hjälp: kritisk realism. Här ser man på verkligheten som bestående av olika strata. En kemisk/molekylär, en biologisk, en psykologisk och en social strata. I var och en av dessa strata genereras mekanismer som leder till händelser (Sayer, 2004). Som Danemark et al (2003: 339) påpekar, kritisk realism ”förnekar inte att mekanismer på olika strata är inblandade (i olika händelser), vad som hävdas är att sociala fenomen produceras av sociala faktorer”.

Jag skulle hävda att komplexitetsteori går en steg längre då det gäller dessa stratas betydelse för händelserna som produceras. Plötsliga framträdande av fenomen, självorganiserade system, icke-linjaritet och feedbackmekanismer är alla svåra att begripa om vi inte studerar interaktionen mellan dessa olika strata. Utifrån ett icke-reduktionistiskt perspektiv, där man utgår från att helheten är mer än summan av sina delar, innebär dock detta att den studerade händelsen inte kan förklaras utifrån de mekanismer som finns inom en eller några av dessa strata, utan att händelsen och mekanismerna bör förstås som ett resultat av interaktionen dem emellan. I denna interaktion ingår också det språk och de begreppsmässiga lösningar som forskare använder sig av när de kommunicerar med varandra.

Vi kan hitta ett flertal exempel på hur dessa olika strata interagerar om vi utgår från Millennium Ecosystem Assessment Conceptual Framework och från forskningen om hållbar utveckling. Globalisering, handel och politiskt ekonomiska åtgärder kan t.ex. påverka hur ett land använder sig av sin mark vilket i sin tur inverkar på invånarnas tillgång till mat och på så vis får konsekvenser för deras hälsa samt för deras förhållande till sina grannar, något som i sin tur kan visa sig påverka på globaliseringen, handeln, etc.

Folke et al hävdar att ”the goal of sustainable development is to create and maintain prosperous social, economic and ecological systems (Folke, et al, 2002: 437). För att förstå det sociala, det ekonomiska och de ekologiska systemen måste vi alltså studera interaktionen dem emellan.

Hur tillämpbar komplexitetsteori är på olika områden och hur hanterbar den är för den enskilde forskaren återstår att se, men att den är högst relevant i de fall som har beskrivits i denna text råder det ingen tvekan om.

## Bibliografi

- Bar-Yam, Y., (2000) "Concepts in Complex Systems" [www.necsi.edu/guide/concepts/](http://www.necsi.edu/guide/concepts/)  
laddade ner 2009-06-17
- Berger and Luckman (1967) *The Social Construction of Reality*. Allen Lane Penguin
- Byrne, D. (2003) *Interpreting Quantitative Data*. Sage. London
- Capra, F (1996) *The Web of Life*. Anchor Books. New York
- Capra, F (2004) *The Hidden Connections*. Anchor Books. New York
- Capra, F (2005) "Complexity and Life" *Theory, Culture & Society* 2005; 22, 33
- Danemark, et al (2003) *Att förklara samhället*. Studentlitteratur. Lund
- Finnigan, J. (2005) *The Science of Complex Systems*. Australasian Science. June 2005
- Folke et. al (2002) "Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations". *Ambio* 31:437-440
- Fox Keller, E. (2005) "Ecosystems, Organisms, and Machines" *BioScience* 1069 December 2005/ Vol. 55 No. 12
- Gould, S (1990) *Livet är underbart*. Ordfront. Stockholm
- Knorr Cetina, K (2005) "Complex Global Microstructures: The New Terrorist Societies". *Theory, Culture and Society*, Vol. 22, No.5, 213-234 (2005)
- Kuhn, L. (2007) "Why utilize complexity principles in social inquiry?" *World Futures*, 63:156-175, 2007
- Levin, S (2005) "Self-organization and the Emergence of Complexity in Ecological Systems". *BioScience*. December 2005/Vol.55 No 12
- Lewontin, R (2000) *The Triple Helix*. Harvard University Press
- Margulis, L.M. (2007) *Dazzle Gradually*. Chelsea Green Publishing Company
- Millennium Ecosystem Assessment (2005)
- Nee and Cao (1999) "Path dependent societal transformation: Stratification in hybrid mixed economies" *Theory and Society* 28:799-834, 1999
- Nelkin, D and Lindee, M.S. (1995) *The DNA Mystique: The gene as cultural icon*. Freeman. New York
- Rind, D. (1999) "Complexity and Climate". *Science* 284 pp 105-107
- Thrift, N (1999) "The Place of Complexity" *Theory, Culture and Society*" 1999 Vol. 16 (3): 31-69
- Sayer, A. (2004) *Realism and Social Science*". Sage. London
- Schneider, S.H. (2004) "Abrupt non-linear climate change, irreversibility and surprise". *Global Environmental Change* 14 (204) 245-258
- Steffen, W. et al (2004) *Global Change and the Earth System*. The IGBP Series. Springer. Berlin

- Tsoukas, H and Hatch, M.J. (2001) "Complex Thinking, Complex Practice: The Case for a Narrative Approach to Organizational Complexity" *Human Relations* 2001; 54; 979
- Urry, J. (2005) "The Complexity Turn" *Theory, Culture and Society* 2005; 22; 1
- Walby, S. (2007) "Complexity Theory, and Multiple Intersecting Social Inequalities" *Philosophy of the Social Sciences* 2007; 37; 449
- Werner, B.T. (1999) "Complexity in Natural Landform Patterns". *Science* 284 pp 104-104
- Woods, A & Grant, T (1995) *Reason in Revolt*. Wellred Publications. London
- Wynne, B. (2005) "Reflexing Complexity: Post-genomic Knowledge and reductionist returns in Public Science" *Theory, Culture & Society* 2005; 22; 67