Utgivningsår 2012

System

Att tänka över samhälle och teknik

Lars Ingelstam

Lars Ingelstam är tekn dr i matematik och var 1980–2002 professor inom tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet. Han har också (1973–1980) varit chef för Sekretariatet för framtidsstudier. Ingelstam var en av initiativtagarna till det tvärvetenskapliga Program Energisystem, som startade 1996 och numera utgör en del av Energimyndighetens forskningssatsning. Han är som emeritus verksam som författare och forskare, och är bland annat rådgivare till Energimyndigheten i frågor kring systemforskning.

Publikationer utgivna av Energimyndigheten
kan beställas eller laddas ned via www.energimyndigheten.se
eller beställas genom att skicka e-post till
energimyndigheten@cm.se eller per fax: 08-505 933 99

© Statens energimyndighet och Lars Ingelstam
EB2012:01
Februari 2012
ISSN 1403:1884
ISBN 91-89184-32-7
Andra upplagan: 1 000 ex
Grafisk form: Granath EuroRSCG
Tryck: CM Gruppen AB
Omslagsfoto: Per Westergård och Ludvig Duregård

System

Att tänka över samhälle och teknik

ANDRA UPPLAGAN

Lars Ingelstam

Energimyndighetens förord

Inom Energimyndighetens ansvarsområde, särskilt forskning och utveckling, har systemperspektivet kommit att spela en allt viktigare roll. Detta gäller inte enbart programmet Allmänna energisystemstudier (AES) utan minst lika mycket inom tekniskt och politiskt centrala områden som klimat, transporter och byggnader. För cirka 10 år sedan bedömde vi det som angeläget att få en tydligare belysning av frågan: vad innebär egentligen systemperspektiv och systemtänkande inom energiforskningsområdet? Myndigheten kom då överens med professor Lars Ingelstam om att skriva en analytisk och översiktlig bok i ämnet. Den publicerades i början av 2002. Därefter har boken tjänat sitt syfte och använts inom universitet, myndigheter och institut. Samtidigt har åtskilligt hänt: metodiska framsteg gjorts och nya områden kommit i fokus. Vi hoppas att den omarbetade och moderniserade upplaga som nu presenteras ska bidra till kvalitet och relevans inom energiforskningen och näraliggande områden. För vetenskapliga och andra bedömningar i texten svarar författarna.

Eskilstuna i oktober 2011

Birgitta Palmberger

Ur förordet till första upplagan

Tillkomsten av denna bok kan beskrivas på två helt olika sätt. För det första är den fortsättningen på en föreläsning som jag höll våren 1999, på inbjudan av bland andra Statens Energimyndighet. Ämnet var huvudlinjer och utvecklingstendenser inom systemanalysen, med adress bland annat till programmet Allmänna Energisystemstudier, AES, vars ledningsgrupp jag för övrigt tillhört i över 10 år. Detta ledde så småningom till en överenskommelse med Energimyndigheten att bygga ut tankarna till en bok. För det andra representerar den fullföljandet av ett nära livslångt personligt projekt. Om det är något som förenar min utbildning som teknisk fysiker och matematiker med senare valda och erbjudna arbetsuppgifter inom framtidsstudier och samhällsforskning (Teknik och social förändring) är det just systembegrepp och systemteorier. Det är ett ämnesområde som jag fascinerats av ända sedan studentåren på 1950-talet.

När jag nu valt att skriva en relativt bred, resonerande och delvis historisk framställning sker det mot denna dubbla bakgrund.

Jag har försökt presentera de olika teorispår och forskningstraditioner som rimligen bör räknas in i systemforskningen. Den har därför fått en icke-teknisk, resonerande karaktär. Den är en reseguide snarare än en generalstabskarta, ett flygfoto snarare än en närbild.

Jag har inte avsett att skriva en bok ur vilken man kan *lära* sig systemteori eller någon del därav. Däremot kan den brukas som lärobok *om* systemteorier och, med lämpligt lärarstöd, ge introduktion och bakgrund i en mängd studiegångar där systemtankar används: inom tekniska, samhällsvetenskapliga, naturvetenskapliga, utbildningsvetenskapliga och medicinska utbildningar. Några särskilda förkunskaper förutsätts inte. Däremot behövs detta svårfångade som kan kallas

studievana eller intellektuell mognad. Boken bör därför företrädesvis användas inom forskarutbildning och på kandidat-, magister- och civilingenjörsnivå samt inom fortbildning.

En och annan läsare kommer att finna vissa kapitel välbekanta och möjligen ytliga. Men ingen är expert på alla områden som förekommer i boken; varje expert kan sannolikt lära sig något från övriga områden och inte minst av helheten. Dessutom tror jag att lärare på olika stadier, journalister som bevakar teknik, ekonomi, politik och media, ledare och analytiker i näringslivet, politiker och ”den intresserade allmänheten” kan ha glädje av materialet.

Jag tackar Energimyndigheten för uppdraget och visat förtroende. En mängd personer har – delvis sig själva ovetande – bidragit till boken. Arbetet inom Program Energisystem[1)] har varit stimulerande, liksom seminarier och samtal vid min akademiska hemmabas, tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet. Där har särskilt MITS-gruppen och det systemseminarium som vi har drivit under åren 1998–2000 varit viktiga. Från dessa sammanhang vill jag särskilt nämna och tacka Jane Summerton, Björn Karlsson, Bengt Öberg, Mats Bladh, Peter Andersson, Lena Ewertsson, Charles Edquist, Magnus Johansson och Kajsa Ellegård. Under tidigare perioder i mitt liv har tänkande kring system formats i samverkan med många andra vänner och kolleger. Några av dessa är Måns Lönnroth, Mårten Lagergren, Simon Andersson, Patrik Engellau, Anders Karlqvist, Uno Svedin, Bengt Hansson och Torsten Hägerstrand.

Linköping och Bromma i november 2001

Lars Ingelstam

[1)] Nationellt program och forskarskola, startad 1996. Huvudfinansiär för programmet är sedan 2001 Energimyndigheten.

Förord till andra upplagan

Första upplagan av denna bok fick en ganska snabb spridning. De tryckta böckerna tog slut efter en tid. Som CD-rom spreds boken ganska brett, bland annat till samtliga deltagare i Energitinget 2002. Såvitt vi vet har den använts ganska flitigt inom olika utbildningar, främst på master- och doktorsnivå, och fungerat som referens och kunskapskälla inom myndigheter och institut.

Energimyndigheten bedömde att det var motiverat att ge ut en ny och moderniserad version. Revideringen har genomförts av Lars Ingelstam i samarbete med fil dr Lennart Sturesson, tema T-forskare och journalist. Vi har gått igenom texten, tagit bort en del onödigt och tidsbundet material, och lagt till ny text (särskilt i kapitlen 6 och 7). I första upplagan fanns ett helt kapitel (4) om system i teknik och naturvetenskap. Detta har vi reducerat till några påpekanden i kapitel 2, och hänvisar i övrigt till facklitteraturen. Biologiska system får inte heller i denna upplaga någon fyllig eller rättvisande behandling. Vi har bytt ordningen på några kapitel (5-6-7-8-9 har blivit 5-4-6-7-8).

För värdefulla synpunkter under revideringen tackar vi särskilt E Anders Eriksson (FOI) och Peter Nõu (Vinnova). Andra kolleger har generöst hjälpt oss med förslag till förbättrade texter: Bo Rydén (Profu AB), Dag Henning (Optensys Energianalys AB) och Francis Lee (Tema T).

Bromma och Linköping i september 2011

Lars Ingelstam *Lennart Sturesson*

Innehåll

1 Inledning och problemställning 11

1.1 Syfte och motiv 12
1.2 Avgränsning och urval 17
1.3 Forskningsfrågor 18
1.4 ”Systemsamhället” 19
1.5 Vad är system: en första bestämning 21
1.6 Komponenter och samband 25
1.7 ”Att bilda en helhet” och problemet om systemgränsen 27
1.8 Vad är ”intressant”? 29
1.9 Den teoretiska kartan 31

2 Allmän systemteori och cybernetik 35

2.1 Den teoretiska ambitionen: generalitet och överförbarhet 36
2.2 Norbert Wiener: underbarn, matematiker, samhällsfilosof 39
2.3 Spelar Gud tärning?
– om sannolikhetsbegrepp i fysik och cybernetik 44
2.4 Återkoppling, svängningar och kontroll 51
2.5 Samhälle, system och cybernetik 60
2.6 General System Theory (enligt Bertalanffy) 71
2.7 Stabilisering och skolbildning 79
2.8 Andra ordningens cybernetik: von Foerster 86
2.9 Om system inom teknik och naturvetenskap 95
2.10 Diskussion 101
2.11 Systemet av alla system 105

3 Generell teori på speciell grund 109

3.1 ”Too broad for the bridge”? 110

3.2 Stafford Beer och modellen av det livsdugliga systemet 111
3.3 Jay Forrester och systemdynamiken 124

4 Systemanalys för problemlösning 141
4.1 Från operationsanalys till systemanalys 142
4.2 Systemanalys för tydliga mål: C West Churchman 152
4.3 Tillämpad analys på två (eller tre) ben 160
4.4 Företaget som system 162
4.5 Internationella institutet för tillämpad systemanalys (IIASA) 169
4.6 Santa Fe Institute: systemtänkande över disciplingränser 173
4.7 Modeller för analys och optimering: energi och miljö som exempel 175
4.8 Har beslutsfattaren alltid ”rätt”? 180

5 Samhällsteori och systembegrepp 185
5.1 Samhällsvetare: i behov av teori 186
5.2 Handlingssystem och sociologisk teori: Talcott Parsons 188
5.3 Sociala system, enligt Niklas Luhmann 195
5.4 Det politiska systemet: David Easton 203
5.5 System och samhällle: tre reflexioner 210

6 Om socio-tekniska system 213
6.1 Tekniska system i samhället 214
6.2 Det tekniska och det sociala i systemforskningen 217
6.3 ”En väv utan sömmar”: Hughes om stora tekniska system 221
6.4 Stora projekt och stora nätverk: på väg mot en genuin systemteori? 225
6.5 The Social Construction of Technological Systems (SCOT) 232
6.6 Aktörsnätverk och heterogen ingenjörskonst 236
6.7 Innovationssystem 239
6.8 Teknikens natur 245
6.9 Sammanfattande kommentarer 252

7 Framtidsstudier och systemanalys 257
7.1 Framtidsstudier: kontinuitet och kontrovers 258
7.2 Framtidsstudier som alternativt tänkande 260
7.3 Framtidsstudier, samhällsförändring och politik 263
7.4 Framtidsstudier, energi och klimat 268
7.5 Energi och klimat i framtiden 286
7.6 Sammanfattande kommentarer 296

8 Systemen och människan 299
8.1 Ett skymt perspektiv 300
8.2 En humanistisk grundsyn 301
8.3 Samhällsvetenskap och humanism 302
8.4 Systemforskning – för människan! 304
8.5 ”Was leistet die Systemforschung?” 307
8.6 Människan i centrum eller periferin? 309
8.7 Komplexitet och demokrati 317

Referenser 321

Kapitel ett

Inledning och problemställning

1.1 Syfte och motiv

Syftet
Ett konkret syfte med den här studien är att förbättra och teoretiskt berika forskning om tekniska system i samhället, med särskilt sikte på energisystem. För att nå detta syfte tror jag att en avsevärd kringgående rörelse är motiverad.

Eftersom ”system”, ”systemanalys” och ”systemiskhet” spelar en allt mer central roll i vårt samhälle är det klokt att ordna upp fältet och visa på dess stora bredd. Min uppfattning är att konkret forskning kring exempelvis energisystem eller miljö har oerhört mycket att hämta – vad gäller metoder, begrepp, kritisk diskussion, modeller, vetenskaplig erfarenhet med mera – från andra grenar av systemforskningen.

I den här boken kommer jag därför att:

- redovisa teorier, metoder och traditioner över ett brett fält av systemforskning och systemanalys,

- visa på deras respektive särart, men också sambanden mellan dem, bland annat genom att klarlägga deras historiska och intellektuella rötter och ge exempel på systemstudier,

- kommentera svensk forskning, metodutveckling, kompetensutveckling och kompetensspridning kring system med tanke på förbättring och ökad intellektuell och praktisk samverkan.

Inlån och tvärvetenskap

Karaktäristiskt för hela det område som skall behandlas är att metoder och teorier *lånas in* från ett område till ett annat. Inlånen sker från ingenjörsvetenskap till biologi, från matematik till organisationsvetenskap, från operationsanalys till statskunskap, från ekologi till företagsekonomi och i många andra kombinationer. Hur sådana inlån går till blir ett grundtema i framställningen. Finns risker för övertolkning eller möjligen dess motsats: att potentialen i det inlånade underutnyttjas? Jag uppmärksammar problem kring ”färdiga” modeller, retoriskt laddade begrepp och så vidare.

Några av de mest lyskraftiga författarna i materialet hävdar att inlånen bör och kan ske via en ”överteori” – som kan kallas cybernetik (Wiener, kap 2), General System Theory (Bertalanffy, kap 2) eller Viable Systems Model (Beer, kap 3). Andra författare föredrar att göra inlån direkt, från område till område, i en mer pragmatisk anda. Den senare inställningen kommer vi att möta hos tongivande författare som Churchman (kap 4) och Hughes (kap 6). Det lilla ordet ”över” i bokens titel har en dubbelmening och är avsedd att fästa läsarens uppmärksamhet på den nämnda skillnaden.

Området systemteorier är till sin natur *tvärvetenskapligt* i en fundamental och inte helt alldaglig mening. Dess existensberättigande är (enligt min mening) helt betingat av framgångsrika inlån från ett vetenskaps- eller kunskapsområde till ett annat. Ett intellektuellt fullvärdigt systemtänkande måste fästa vikt vid det sammanhang från vilket inlånen kommer.

En annan sak är att systemforskningen ofta behöver vara tvärvetenskaplig, eftersom de problem som ska studeras inte respekterar gängse disciplingränser. Energisystemstudier exempelvis integrerar teknisk, naturvetenskaplig och samhällsvetenskaplig forskning. Miljöfrågor kräver integrerad kunskap från olika vetenskapsområden: som biologi, meteorologi, samhällsplanering och ekonomi. Forskning kring stora tekniska system (se kap 6) har framgångsrikt integrerat teknik,

historia och sociologi i en rad forskningsprojekt. I kapitel 4 kommer vi att se hur två internationella forskningsinstitut (IIASA och Santa Fe) motiverar sin existens genom att världens stora problem har systemkaraktär: för att förstå dem och lösa dem behöver man överskrida disciplinerna. Systemteorier blir i dessa sammanhang det ”skelett” (Boulding 1956) som håller samman de olika kunskapstraditionerna.

Det finns emellertid ett par viktiga författare som lägger tyngd på systemteori, men som *inte* söker sträcka sig utöver sitt eget vetenskapsområde. De söker använda de inlånade systemanalytiska tankegångarna för att teoretiskt ”städa” eller ordna upp inom sina respektive ämnen. Detta gäller till exempel David Easton inom statsvetenskapen samt Niklas Luhmann och Talcott Parsons inom sociologin (kap 5).

Repertoar och intellektuell ambitionsnivå

En bred repertoar av systemanalytiska metoder, tankemodeller, teorier och angreppssätt har utvecklats, särskilt under de senaste 70 åren. Inom den konkreta forskning som utförs i dag är man emellertid ofta omedveten om det större systemanalytiska landskap som den rör sig i, liksom om analysens och systemtänkandets historia. Den enskilde forskaren vet ofta lite om vilka teorier och metoder som finns att tillgå. Han har endast tagit del av ”system”-tänkande inom den egna disciplinen. Detta kan leda till mindre lyckade uppläggningar av den egna forskningen. En vanlig sådan är att man slaviskt förlitar sig på vissa färdiga (och numera nästan alltid datoriserade) modeller. En annan är att man alltför snabbt och okritiskt ansluter sig till en ”skolbildning” av stark lyskraft – men som kanske inte alls är den mest adekvata för problemet. Omvänt kan en ”systems approach” ibland stanna vid ett antal (i sig själva relativt harmlösa) språkliga besvärjelser.

I brist på överblick över repertoaren av teorier och metoder, kan forskaren eller analytikern döma sig själv till onödigt mödosamma försök att uppfinna hjulet. Ofta utnyttjas inte den fulla intellektuella kraften av metod eller teori i den analys som görs. Ett slarvigt eller

illa motiverat inlån kan också ge helt andra *resultat* än ett mera välgrundat.

Teorivalet styr
Att valet av systemteori för ett visst problem kan styra resultatet är inte överraskande för samhällsvetare. Det är inte lika självklart inom andra delar av systemforskningen (tekniska eller naturvetenskapliga). Jag ger två exempel ur litteraturen.

- Norbert Wiener diskuterar i *Cybernetics* (Wiener 1948, sid 185–186) den kapitalistiska marknadsekonomins systemkaraktär. Han hävdar att tilltron till konkurrens och marknad, som blivit närmast en trosartikel i USA, bygger på föreställningen att det samverkande systemet av självistiska aktörer, i vilket var och en söker köpa billigt och sälja dyrt, i själva verket fungerar i en homeostatisk process (en process som genom vanligtvis långsamma återkopplingar söker sig mot jämvikt). I så fall skulle systemet uppfylla det allmänna bästa (*the greatest common good*). Men enligt Wiener strider detta mot all erfarenhet. Det teoretiska inlånet från självreglerande system i biologin är missvisande. I stället beskrivs marknaden mycket bättre av en annan systemteori, nämligen spelteorin (von Neumann och Morgenstern 1944). Enligt denna teori kommer – i de flesta fall och nästan alltid då spelarna är flera än två – resultatet att bli instabilitet och obestämbarhet. Koalitioner ingås och löses upp, och cykliska förlopp kan väntas. Någon *homeostas*, självreglering mot jämvikt, finns över huvud taget inte.

- Ett andra intressant exempel är den uppmärksammade och politiskt viktiga studien *Limits to Growth* (Tillväxtens gränser, Meadows m fl 1972). Den baseras på Jay Forresters teori och modellkonstruktion Systemdynamik (se avsnitt 3.3). Med ”världssystemet” som studieobjekt redovisar studien utomordentligt dystra framtidsutsik-

> ter inom 50–150 år, där resursbrist, överbefolkning och miljöförstöring – var för sig eller i förening – följer den ekonomiska tillväxten i spåren och så småningom gör denna omöjlig och jorden nära nog obeboelig. Modellen visar sig mycket robust mot olika ingångsantaganden. Inte heller kommer olika antaganden om politiska eller ekonomiska åtgärder att påverka resultaten särskilt mycket. Denna tålighet mot ändrade antaganden kan tyckas vara en god test på analysens realism. Å andra sidan har påvisats (se vidare kap 3) att modellens struktur är nästan helt styrande för resultatet. Om man använder den på historiska data leder den till uppenbart orimliga resultat. Den mest drabbande kritiken handlar om att några inre anpassningar (som att knapphet leder till ökade priser, vilket skulle dämpa efterfrågan och gynna substitut) inte byggts in i modellen.[1)]

Exemplen illustrerar att en strängare genomlysning av det intellektuella innehållet kan visa analysens begränsningar. Men de visar framför allt betydelsen av att ha en större repertoar av systemteorier till förfogande.

Systemsamhälle, begriplighet och demokrati

Det skapas ständigt i vårt samhälle allt fler komponenter och sektorer. Tekniska system växelverkar på flera sätt med samhällsstrukturen, och fragmentisering på ett plan sker samtidigt med global integrering på ett annat. Politisk överblick blir svårare och demokratiska processer kan hotas.[2)] Sådana egenskaper kan förknippas med system men också med ett eller flera av orden *stort, komplext, tekniskt* eller

---

[1)] Denna kritik är i princip den omvända mot den som anfördes i det första exemplet. Medan Wiener hävdar att inre, stabiliserande återkopplingar tillskrivs en orealistiskt stor roll i föreställningar om ”systemet marknaden”, syftar kritiken mot Meadows m fl och mot Forresters modell på att sådana återkopplingar nästan helt saknas i modellen.

[2)] Se till exempel von Wright (1986) och Ingelstam (red 1996) samt flera bidrag till Demokratiutredningens omfattande material (slutbetänkandet SOU 2000:1 och ett stort material av specialstudier)

socio-tekniskt. Antalet ömsesidiga beroenden ökar, strukturen blir rikare och samtidigt svårare att beskriva och förstå. Informationsutbytet inom samhället följer många olika vägar och skilda delkulturer skapas. Det är inte förvånande att begreppet *komplexitet* blir allt mer vanligt, både i det allmänna språkbruket och inom vetenskapen.

Den som på allvar avser att tänka och forska kring samtida samhällsproblem kan inte undvara material (begrepp, modeller, resultat, paradoxer etc.) ifrån systemforskning i vid mening. Vi kan känna tvekan, till och med vånda, inför en samhällsutveckling i riktning mot ökad komplexitet och systemiskhet. Det är inte orimligt att plädera för enklare och mer transparenta lösningar. Men vägen framåt kan inte vara att ge upp strävan att skapa ordning och bekämpa förvirring (*confusion*) (Wiener 1948) eller hävda begriplighet (*intelligibilitet*) (von Wright 1986). Vi bör kämpa vidare med de förnuftets verktyg, bland annat vetenskapligt baserad systemanalys, som står till buds. Detta är en av förutsättningarna för en fortsatt demokratisk utveckling.

1.2 Avgränsning och urval

Studieområdet är brett – dock inte hur brett som helst. De angivna syftena tjänas bäst av att man söker fånga in en bred repertoar av systemteorier. Generellt skall de tas med endast om de kan knytas till någon *problematisering* i samhället: de bör ha någon relevans för *problem* inom sociala system. Ren metodutveckling, forskning kring algoritmer, matematiska modeller, mjukvaruutveckling med mera faller därför utanför denna undersökning[3)], liksom det stora området

[3)] Denna avgränsning är dock inte så lätt att upprätthålla i praktiken. Om man till exempel definierat ett systemproblem så att det visar sig leda till svårhanterliga beräkningar, måste man ofta förenkla algoritmen. Man måste då gå tillbaka till problemet och se hur ”skadliga” dessa förändringar är och hur de skulle rubba precision eller trovärdighet i resultaten.

analys och konstruktion av tekniska system (för några glimtar se dock avsnitt 2.9). Likaså kommer analyser av levande system och biologiska system att begränsas till att belysa inlån från sådana områden (särskilt i kap 2 och 3). Den växande litteraturen om biologiska system, ekologiska system och inom till exempel matematisk biologi har jag varit tvungen att lämna utanför, vilket jag beklagar. Urvalet har i stället styrts av att det finns en kärna av *teknisk substans* i systemtänkandet. Denna kan gälla ett tekniskt innehåll, till exempel system för energiförsörjning, eller inlån av tankemodeller från det tekniska området – som återkoppling, komplexitet, input/output och andra tekniskt grundade systemmetaforer. Ett knippe teoretiskt besvärliga frågor anmäler sig som rör förhållandet mellan ”teknik” och andra fenomen i samhället. Var ”det tekniska” slutar och ”det sociala” börjar blir en viktig fråga, som diskuteras vidare i kapitel 6.

Framställningen tar fasta på intellektuell substans och vetenskapligt innehåll. En viss historisk belysning av traditionernas uppkomst och utveckling kommer att ges, men historik är inte framställningens tyngdpunkt. Som läsaren snart kommer att upptäcka väljer jag i stor utsträckning originalverk av ledande forskare som studiematerial. Ett originalarbete förmedlar, trots att det kan lida av en viss kantighet och inte sällan innehåller några fel och felbedömningar, ofta en direkthet och en skarp bild av den egentliga idén. Jag anser att man på detta sätt kan skärpa upp tankar som senare blivit allmängods, ibland i en utslätad och trivialiserad form.

1.3 Forskningsfrågor

Det material som jag gått igenom ställer relativt precisa forskningfrågor till sig självt, som kommenteras i de respektive kapitlen. Följande fyra frågor är dock vägledande för mig och grundläggande för boken:

1. Vilka är de ”gängse uppfattningarna” inom forskning och tillämpning av begrepp som system, systemiskhet, systemforskning, *systems approach*, systemanalys?

2. Till ett urval originalarbeten ställs frågan: vilka är de vetenskapliga grundantagandena, angreppssätten och den metodiska repertoaren? Här uppmärksammas särskilt inlånen från andra vetenskaps- och kunskapsområden.

3. Hur går *problemformuleringen* till, och med vilka *syften* utförs systemanalysen (t ex beskrivning, förutsägelse, kontroll, design/nykonstruktion av system)? Hur pass mycket kommer teorin och den analytiska apparaten att styra problemval och problemformulering?

4. Vilka problem i verkligheten anser sig analysen kunna attackera – en kritisk diskussion av analysens *räckvidd och relevans*. Kan analysen med fördel tillämpas på problem där den hittills inte använts? Detta kommer på några punkter att vidgas till mer allmänna frågor kring utvecklingtendenser, vetenskaplig vitalitet och nya öppningar.

1.4 ”Systemsamhället”

System och systemiskhet har kommit att knytas nära samman med informations- och kommunikationstekniken (IKT). Bruket av ordet ”system” och dess olika sammanställningar har ökat mycket kraftigt samtidigt som IKT fått ökad spridning och större ekonomisk betydelse. Detsamma gäller laddade begrepp som ”systemsamhället” och ”informationssamhället”. Sambandet mellan IKT och ”system” måste ifrågasättas och problematiseras, men det går inte att komma ifrån att

denna dubbelkopiering färgar mycket av litteraturen, tillämpningarna och diskussionen. Många tillämpningar av systemanalys är – eller har gjorts – beroende av omfattande informationsbehandling och kraftfull IKT. Beroendet har i en tidigare fas av systemanalysens utveckling gällt stora beräkningar, men tycks nu allt mer övergå till simuleringar och dessas avancerade släktning ”virtual reality”.

Det går en linje mellan Norbert Wieners *Cybernetics* (Wiener 1948) och dagens helsidesannonser för kraftfulla persondatorer.[4)] Det av honom präglade uttrycket *Cybernetics* har fått en hel flora av efterföljare särskilt under 1990-talet: cyberrymd, cyberkultur och så vidare. Wieners begrepp kan betraktas som grunden för denna utveckling i den meningen att han identifierar åtskilliga av den kommande datorteknikens möjligheter och risker, samtidigt som han kopplar ett antal analytiska grepp vad gäller slumpmässighet, styrbarhet och återkoppling i olika slags system (se kap 2).

Men det är missvisande om ”systemsamhället” helt förknippas med den informationstekniska utvecklingen. Vid sidan av den litteratur som jag behandlar i följande kapitel har vi fått en genre av mycket breda betraktelser, man kanske kan kalla dem *mega-essäer*, kring informationssamhällets och systemsamhällets egenskaper. Den mest aktuella är Castells (1999, 2000a, b). Jag vill också nämna Qvortrup (1998) som ett gott bidrag till denna genre. Några andra har redan blivit klassiker, som Bell (1973) om det ”post-industriella samhället” och Masuda (1984) om ”informationssamhället”.

[4)] I förlagets presentation av Wiener (1967) påstods att boken handlar om ”the relation between computer technology and the social sciences”, vilket är betydligt överdrivet. Se vidare kapitel 2.

Men det bör noteras att ”systemiskhet” har betraktats som en ofrånkomlig egenskap hos industrisamhället i stort sett från dess begynnelse. En temperamentsfull analys av svårigheten att styra och ta ansvar för systemen finns redan hos Thorstein Veblen (Veblen 1921), som jag i annat sammanhang kommenterat (Ingelstam 1990, 1996). Klassiska system som försörjnings- och infrasystem (Kaijser 1994) har inte minskat i betydelse, men lever i allt närmare symbios med IKT och olika informationssystem. Här kan man ana en *kapprustning* med IKT som instrument. Med ökande grader av systemiskhet behövs mer avancerade IKT-hjälpmedel för styrning och simulering. Med ytterligare framsteg inom IKT blir en upptrappning av systemiskheten möjlig. Nya IKT-hjälpmedel behövs då för att ”förstå” systemet. Och så vidare.

1.5 Vad är system: en första bestämning

> *”A system is a set of objects together with relationships between the objects and between their attributes.”*
>
> O R YOUNG (1964)[5)]

I det allmänna språkbruket, liksom i stora delar av den vetenskapliga litteraturen, används ordet system frikostigt och med blygsamma krav på precision. En skärpning krävs för den fortsatta framställningen.

Det finns en innebörd av ordet, som är intressant men inte kommer att spela roll i fortsättningen. Det är system i meningen en utarbetad metod eller schema för uträkning, handlande, klassifikation eller

[5)] Hämtat från en översiktsartikel i General Systems Yearbook 1964, som också innehåller andra värdefulla exempel på försök till teoretisk bestämning av systemteorins grundbegrepp: omgivning, delsystem, tillstånd, öppet/slutet och så vidare.

beskrivning. Vi finner den i ord som i systemtips, systematisk eller Linnés sexualsystem.

Denna immateriella betydelse skiljer sig från de system som behandlas i fortsättningen, som samtliga är sådana som *har eller kan ges en materiell gestaltning*.[6] Detta är förutsättningen för att meningsfullt kunna skilja på det ”verkliga” systemet och beskrivningen av det.[7]

[6] Det finns gränsfall och nära släktskaper här. Exempelvis faller ett system för klassificering av böcker i forskningsbibliotek inom den första, immateriella kategorin. Men om det realiseras som ett datasystem som kan köras på verkliga datorer skulle detta räknas som ”system” i bokens mening. Emellertid kommer jag konsekvent att betrakta materiellt realiserade system som mina studieobjekt. Idealbilder – liksom förenklingar, modeller och teorier – hör till den analytiska nivån och spelar en avgörande roll för tänkandet, men kommer i sig själva inte att betraktas som ”system” i studiens mening. De olägenheter, som avfärdandet av immateriella system kan få, bedömer jag som obetydliga i jämförelse med alla andra avgränsnings- och klassificeringsproblem som vi kommer att möta. En besläktad fråga gäller faktiskt begreppet *teknik*, som inte självklart måste vara ”materiell” (se avsnitt 6.8 och Arthur 2009).

[7] En vetenskaplig beskrivning av ”naturen” bör i princip ha en annorlunda karaktär än beskrivningar av människogjorda ”artefakter”. Denna distinktion upprätthålls inte alltid, och spelar inte någon huvudroll i min framställning, som är vetenskapsteoretiskt konventionell eller naiv i denna mening. Ledtrådar till ett annat tänkande ges bland annat av Herbert Simon i hans analys av *The Sciences of the Artificial* (Simon 1969). Svårigheten att upprätthålla distinktionen mellan betraktare och det betraktade kommer dock att dyka upp i framställningen ett par gånger. Den finns i fysikernas insikt att betraktaren genom att söka mäta något påverkar det som skall mätas (Heisenbergs obestämbarhetsprincip). Bland samhällsvetare uppmärksammas fenomenet att många sociala företeelser – inklusive naturvetenskapens och teknikens begrepp och resultat – i någon grad alltid är *socialt konstruerade* (se kap 6) liksom det faktum att betraktaren är en del av det sociala system som han söker beskriva (se vidare om självreferens och andra ordningens cybernetik hos von Foerster i avsnitt 2.8 och Luhmann i avsnitt 5.3) .

På frågan ”vad är ett system?” tycks de talspråkliga och vetenskapliga framställningarna ge i stora drag gemensamma svar i ett antal dimensioner:

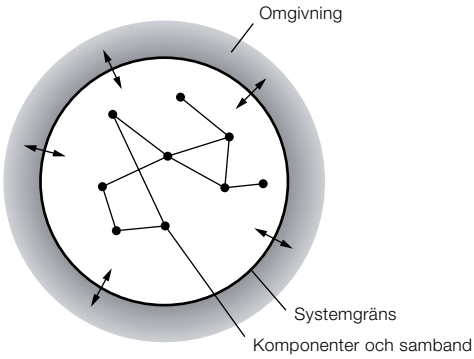
- Ett system består av två slags storheter: någon form av *komponenter*, och *samband* mellan dessa.

- Det bör finnas skäl för att just en viss mängd av komponenter och samband valts ut för att vara systemet; de bildar någon form av *helhet*.

- Därför måste man kunna urskilja systemet i förhållande till resten av världen: det finns en *systemgräns*. Men endast i undantagsfall är systemet *slutet* i den meningen att det inte har något att göra med resten av världen.

- Den del av resten av världen som inte hör till systemet, men på något sätt har betydelse för det, kallas dess *omgivning*. Förbindelserna med omgivningen kan vara av olika slag. Att göra reda för dem är en lika central uppgift för systemanalysen som att studera systemets ”inre”.

I vissa fall har man för ”komponenter i samverkan” nöjt sig med begrepp som ”nätverk” eller organisation. Dessa har betraktats som mindre anspråksfulla eller teoretiskt krävande. Det är inte min avsikt att uppträda som något slags begreppsmässig kvarterspolis, och förbjuda alla besläktade föreställningar att kalla sig systemteorier (det kommer att bli naturligt löpande i kapitlen). Min egen erfarenhet är dock att ju mer man söker fördjupa de teoretiska frågorna kring system så kommer begreppen systemgräns och omgivning att bli allt mer avgörande (se bl a kap 5).



Figur 1:1 Grundbegreppen i en systemteori.

I kommande avsnitt diskuteras i tur och ordning vad man kan mena med komponenter och samband, hur det går till att avgränsa system från omgivningen och vad som är tillräckligt ”intressanta” system för att analyseras.

1.6 Komponenter och samband

Troligen associerar de flesta människor ”system” i första hand till något mekaniskt system, som ett Meccano, ett vatten- och avloppssystem (VA-system) i ett hus eller en hissanordning. I dessa fall syns tydligt vad som är komponenter och vad som är samband. I ett Meccano är de borrade metallbitarna komponenter, och deras samband ges av skruvar och muttrar. I VA-systemet har vi komponenter av typen kranar, tvättställ och toaletter medan sambanden dem emellan utgörs av rörledningar. I en hissanordning finns i allmänhet de två komponenterna hisskorg och motor, samt som samband ett system av linor och block.

Redan i dessa enkla fall förutsätter dock systembeskrivningen en förenkling. Det är inte på långt när alla aspekter av Meccanot, VA-systemet eller hissanordningen som tas med i systembeskrivningen. Å andra sidan är det relativt klart och redigt vilken förenkling som behöver göras för olika syften (som nykonstruktion, översyn, komponentbyte osv).[8)]

I de olika delar av systemanalysen som kommer att passera revy i fortsättningen finner vi en rad exempel, och ibland extrema renodlingar, av vad som är komponenter och samband. I systemfamiljen *Maskiner* ser komponenter och samband i stora drag ut som i de tre nämnda exemplen. I biologiska system, *Organismer*, är komponenterna till exempel celler, sinnesorgan, individer, flockar, arter, och så vidare, och sambanden av typen näringsutbyte, kemisk eller fysisk transport, informationsutbyte, och så vidare. I *Sociala system* kommer komponenterna att urskiljas som till exempel individer, grupper och

[8)] Jag minns fortfarande min första föreläsning i ämnet mekanik vid KTH, höstterminen 1955. Professor Hilding Faxén kungjorde på sitt karakteristiska, knarrande sätt för de förväntansfulla teknologerna: ”I denna kurs bortser vi från många egenskaper hos materien, vi bryr oss exempelvis inte om föremålens färg.”

partier och sambanden ges av begrepp som sociala relationer, institutioner, transaktioner, koalitioner. I litteraturen om *Socio-tekniska system* är komponenterna dels sociala aktörer, dels tekniska artefakter. Sambanden dem emellan är likaså ”blandade” sociala och tekniska (två aktörer kan t ex knytas samman genom att de gemensamt utnyttjar en energikälla).

Vad det är som håller ihop ett system? Det är en viktig fråga, som återkommer om och om igen. Norbert Wiener (som blir en huvudperson i kap 2) synes betrakta frågan om *komponenter* som relativt oproblematisk ur analytisk synvinkel. ”What is used as an element in a machine is in fact an element in a machine” och tillägger att det spelar liten roll om maskinen är av metall eller av kött och blod. Etiskt, menar dock Wiener, borde skillnaden mellan människa och maskin vara hisnande. Om människan inte lär sig att behärska anden i flaskan (maskinen, systemet) är hon oförmögen att axla sitt ansvar som människa (Wiener 1950, sid 253–254). Beträffande *samband* i system är han däremot utförlig och vältalig. Det som håller ihop system, menar Wiener, är sist och slutligen informationsutbyte, *kommunikation*. Denna tes bygger han under med iakttagelser från biologiska system och sinnesorgan, från tidiga räkneautomater (datorer), fysiska system som gaser och (dock i mindre grad) sociala system.[9)] Huvudtesen – att systemsamband ”alltid” är kommunikativa – ger en utgångspunkt för för Wieners höga uppskattning av datorernas kommande betydelse.

[9)] Kvaliteten i sociala system beror, enligt Wiener (1967, särskilt kap VII–VIII), nästan helt på hur väl deras inre kommunikation fungerar, och han uttrycker hård kritik mot bland annat massmedia, ekonomin, politiken och patentlagarna på dessa grunder.

1.7 ”Att bilda en helhet” och problemet om systemgränsen

I många tillämpningar är det givet på förhand vad som är *systemet*. Det bestäms av någon praktisk fråga: energisystemet i Södra Sverige, datasystemet för SJ:s bokningar eller ”systemet människokroppen”. Olika beroenden av omgivningen får då identifieras och behandlas som sådana: södra Sveriges uppkoppling till resten av de svenska, nordiska och europeiska energisystemen; biljettbokningens förbindelser med försäljningsställen, kunder, personal, andra bolag och faktisk trafik; människokroppens näringsutbyte, sinnesintryck och mekaniska kontakt med sin omvärld. I många praktiska tillämpningar är kriteriet på vad som hör till systemet att det består av de komponenter och samband som någon aktör (ibland = beställaren av analysen) *kontrollerar*, medan det han inte kontrollerar hänförs till omgivningen.

Teoretiskt är emellertid frågan om vad som skall anses höra till systemet och vad som ligger utanför mycket laddad och betydelsefull. Två aspekter av detta skall nämnas här nedan.

För det första är det lockande att hävda att ”allting hänger ihop”. Såväl inom naturvetenskapen som inom mera allmänfilosofiska diskurser har helhetssyn och holism blivit viktiga begrepp. Systemanalysen förnekar inte att samband kan finnas mellan praktiskt taget allting, men *stipulerar* att den intellektuella metoden att hantera frågorna skall vara att (på några rationella grunder) urskilja något system (och eventuella delsystem av detta) och dra en gräns mellan detta och omgivningen. Detta är centralt i det intellektuella programmet för systemforskningen. Det är också, i vissa teoretiska renodlingar, både kontroversiellt och särpräglande (se t ex avsnittet om Niklas Luhmann i kap 5).

För det andra ger avgränsningen av ett system också möjlighet att, som ett tankeexperiment, bortse från omgivningen. Man kan betrakta en gas i en behållare som termiskt och materiellt isolerad från resten av världen. Man kan tänka sig en nationell ekonomi utan utrikeshan-

del. Man kan kalkylera ett energisystem (för t ex ett hus) som inte har någon export eller import av energi med omgivningen. Detta är ofta en bra metod för att renodla och komma åt systemets inre egenskaper och dynamik: som ett första steg i en analys. Självklart finns en risk att ”systemet” av analytikern och/eller hans beställare) *betraktas* som i huvudsak slutet, eftersom detta är enklast. Man förleds att felaktigt betrakta beroendena av omgivningen som marginella eller omgivningens egenskaper som enkla och givna. I så fall får övervägas att ändra systemgränsen, eller att arbeta med flera systemanalyser parallellt.

Ofta är det naturligt att se ett system som sammansatt av flera *delsystem*. Det större systemet blir då omgivning till delsystemet eller delsystemen. Delsystemen kan i sin tur delas in i delsystem, och på så sätt får man en hierarki av system: logiskt sett relaterade till varandra som kinesiska askar eller ryska dockor. Människokroppen kan ses som ett system uppbyggt av delsystem som lemmar och kroppsdelar, dessa i sin tur har delsystem som muskler, nerver, körtlar och så vidare, och dessa i sin tur är uppbyggda av celler, och så vidare. Det är lätt att tillverka flera enkla exempel. Själva idén med delsystem och det åtföljande behovet av hierarkier av delsystem på skilda nivåer är ofrånkomlig inom systemanalysen. För några författare, som Stafford Beer med hans Viable Systems Model (se kap 3), är just skapandet av hierarkier av delsystem en av de bärande delarna av analysen.

I sociala sammanhang blir hierarkier ofta ifrågasatta, och detta kan smitta av sig på vissa aspekter av systemanalysen. Samtidigt kan hävdas att vår kulturs inlärda tankemönster skapar hierarkier, antingen vi vill det eller ej.

Vi kan också notera hur chockerade och förvirrade vi blir när de systemhierarkier som vi är vana vid inte upprätthålls. Eschers teckningar, bland annat där en hand ritar sig själv, fascinerar eftersom den rör sig mellan systemnivåer som vi vant oss att hålla åtskilda. Ett likartat tema finns i den märkliga filmen *Being John Malkovitch* (1999) där man får se en person ta plats inne i en annan person; han börjar

som en iakttagare, intar sedan en del av personligheten och övertar så småningom hela hans person. Glidningen mellan systemnivåer är hisnande.[10] Några av de stora knäckfrågorna i matematiken rör detta. Problemet kommer också upp till ytan hos några systemteoretiker, tydligast von Foerster (avsnitt 2.8) och Luhmann (avsnitt 5.3).

1.8 Vad är ”intressant”?

Det finns ingenting som förbjuder någon att kalla vad som helst för ett system, i varje fall inte om det finns några objekt, några samband och en systemgräns. Men för att studiet av systemet skall bjuda intellektuellt motstånd och kräva vetenskaplig insats måste det vara i någon mening *intressant*, som system betraktat.

För att komma ”det intressanta” på spåren kan vi dela in system i fyra kategorier (eller om man föredrar detta, i ett schema av två kontinuerliga dimensioner). I den ena dimensionen står antalet komponenter, mätt på något sätt. I den andra karaktäriseras systemsambanden, grovt sett efter hur strukturerade eller komplexa de är. Vi får en fyrfältstabell av följande utseende:

	Få komponenter	Många kompenenter
Enkla samband	**1**	**2**
Strukturerade samband	**3**	**4**

[10] För den som vill följa denna tankegång, alltså parodoxerna kring självrefererande system, rekommenderas den bästsäljande och mycket underhållande boken av Douglas Hofstaedter *Gödel, Escher, Bach* (Hofstaedter 1979).

I ruta 4 finner vi flertalet av de system som har ansetts värda vetenskapligt studium (*komplexa, stora, integrerade* osv). Men man behöver inte, och bör inte, kasta sig direkt in på ”komplexa” system. Det är värt att stanna upp här och notera att det finns intressanta system och viktiga systemanalyser även i rutorna 2 och 3.

En enkel (elektrisk eller mekanisk) svängningskrets består i princip av tre komponenter med varsin karaktäristisk egenskap (kapacitans, induktans och resistans). Relationerna mellan dem kan uttryckas i form av två första ordningens differentialekvationer. Ett annat (nära besläktat) system är det enklaste återkopplade systemet, med två komponenter (givare och regulator, se vidare avsnitt 2.4) och samband dem emellan genom en återföring till ingångssignalen, ev med tidsfördröjning. Trots det låga antalet komponenter uppvisar båda dessa system intressanta egenskaper (som oscillationer och självförstärkning). De är därför ”intressanta” inom systemanalysen (och återfinns i ruta 3).

I ruta 2 finner vi till exempel ett stort antal gasmolekyler i en behållare. Molekylerna knuffar varandra på ett sätt som är omöjligt att analysera i detalj (för tre eller flera molekyler). Forskaren tvingas därför till ett annat angreppssätt. Molekylernas samband (hastigheter och knuffar) betraktas i stället som likartade genom hela gasen, och gasens egenskaper förstås genom den statistiska fördelningen av molekyler, hastigheter och knuffar. Stora system som inte kan analyseras nedifrån, via de ingående komponenterna, är en viktig och odiskutabelt intressant del av systemanalysen. Resultat i detta fall är gaslagarna inom kemisk fysik: välkända och eleganta men långt ifrån triviala.

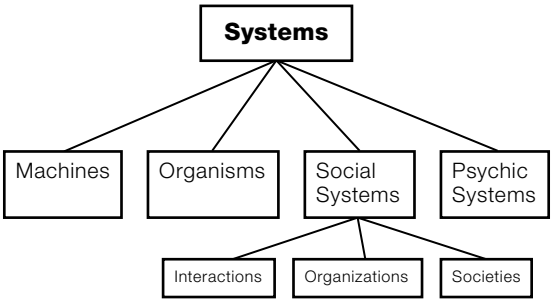
Båda dessa former av system analyseras med stort eftertryck av Norbert Wiener (Wiener 1948). Med rätta betraktar han dem som grundläggande för förståelsen av mer intrikata system. I hans tänkande kan den enkla återkopplingsmekanismen och gasen med sina statistiskt fördelade molekyler ses som två slag av elementarsystem. Man kan möjligen tolka honom så att resten av systemanalysen består

av kombinationer och utvidgningar av dessa två, redan i sig själva ”intressanta”, huvudtyper (se vidare kap 2).

1.9 Den teoretiska kartan

I den fortsatta framställningen kommer vi att möta system från de mest olika ämnen och samhällsområden. Många författare har sökt forma en karta för vissa elementära distinktioner av vad för slags ”innehåll” systemen har. En sådan karta är inte bara nyttig för att grovt klassificera var olika system och olika framställningar befinner sig. De har i vårt sammanhang den än viktigare funktionen att kunna illustrera hur de inlån mellan olika områden, som är karaktäristiska för systemanalysen, går till.

En grundkarta från litteraturen (Luhmann 1995) visar sig förbluffande hjälpsam i fortsättningen:



Figur 1:2 Systemtyper och systemnivåer enligt Luhmann (1995).

Här finns alltså en högsta nivå som representerar ”system” generellt sett. Det finns författare som hävdar att något meningsfullt kan sägas om sådana (”alla system” inom en mycket vid kategori), bland andra Wiener och von Bertalanffy (kap 2) liksom Luhmann och Parsons (kap 5). På nästa nivå återfinns ”familjer” av system, som då ordnas efter arten av sina komponenter – snarare än någon karaktärisering av deras systemegenskaper.

För denna boks syften kommer jag att använda en grundkarta, starkt besläktad med Luhmanns. Jag behöver den för att kunna referera tillbaka och, utan att bli alltför mångordig, illustrera hur en viss systemforskningstradition går till väga och vad den gör anspråk på att analysera. I kartan kan visas vilka vägar som inlån och idétransport från ett område till ett annat har tagit. I grundfiguren redovisas bara två nivåer:

1. Generell nivå
2. Systemfamiljer

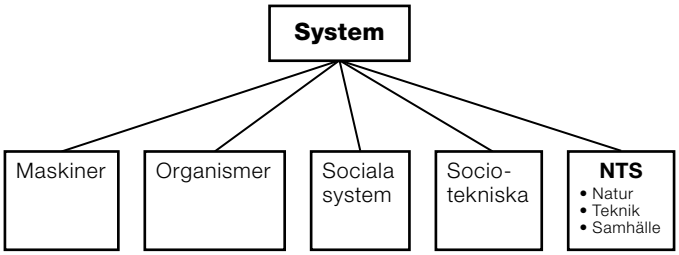
Det är naturligt att i vissa fall tänka sig en nivå till (dock inte riktigt densamma som Luhmanns ovan):

3. Konkreta system

Den generella nivån är en ”övernivå” som några författare lägger stor vikt vid, eftersom den antas täcka något som är mer omfattande än den speciella familj eller konkreta system på vilken de tillämpas (jfr ingressen till kap 2). Matematiska metoder eller abstrakta modeller som har avgörande betydelse för teorin förlägger jag till den generella nivån.

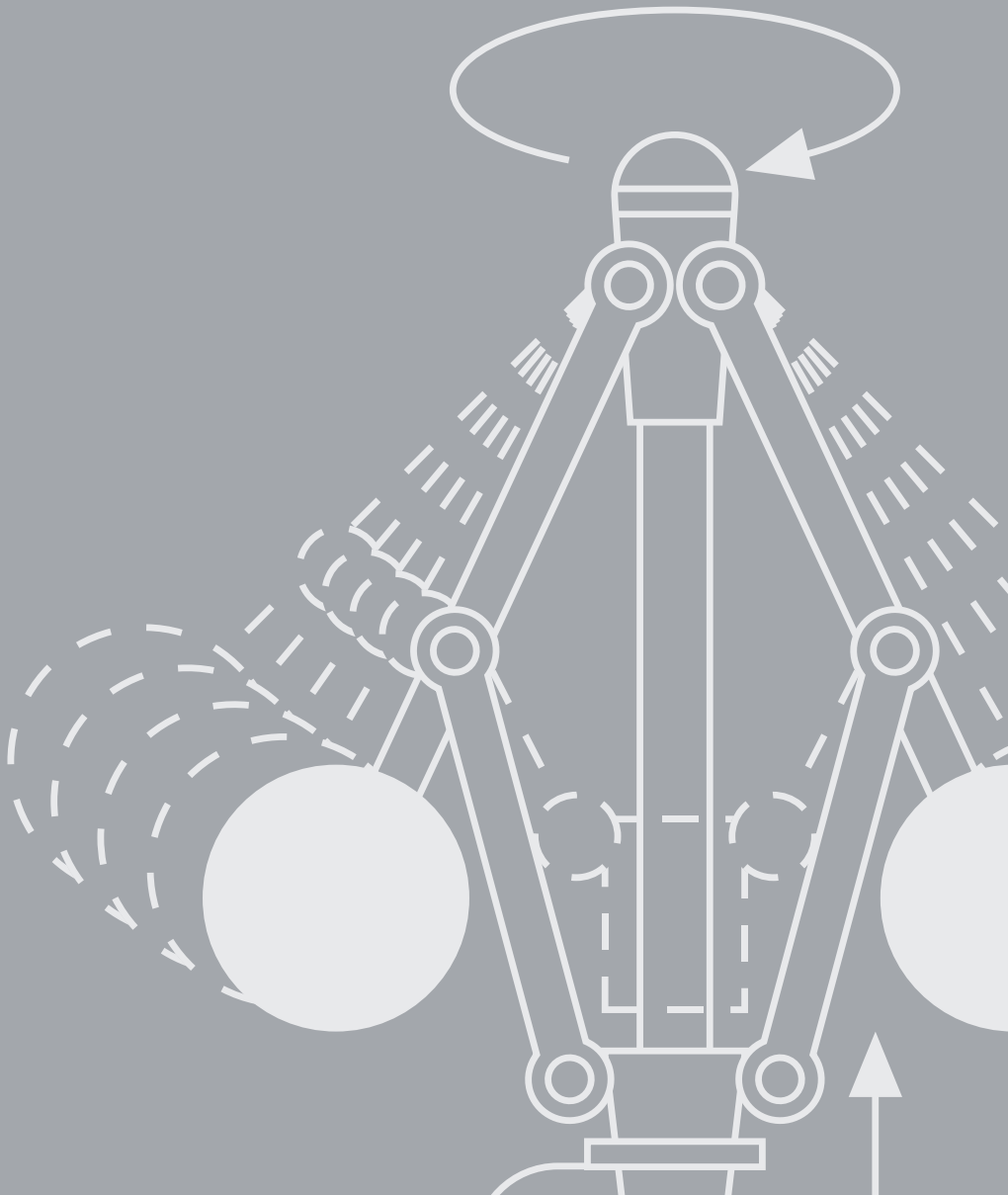
Genom olika variationer av följande grundbild, och hela eller partiella skuggningar, samt pilar mellan de olika boxarna, kommer jag att visa hur olika författare och teorier resonerar när de lånar från ett systemområde till ett annat. De två boxar som tillkommit utöver Luhmanns

schema är Socio-tekniska system, sådana där både tekniska föremål/system och människor/samhälle tas med i analysen samt Natur, Teknik, Samhälle vilket markerar att utöver socio-tekniska variabler även natur och naturresurser hör till systemets huvudvariabler. Jag har valt bort Luhmanns kategori Psychic Systems eftersom de faller utanför min begränsning till system med någon ”teknisk substans”.



Figur 1:3 Systemnivåer och systemfamiljer: en grundbild.

Kapitel två



Allmän systemteori och cybernetik

> *”Cybernetikens förhållande till den verkliga maskinen – elektronisk, mekanisk, neurologisk eller ekonomisk – är i stort detsamma som geometrins förhållande till verkliga objekt i vårt jordiska rum.”*
>
> W ROSS ASHBY, 1956 (kap 1, sid 2)

2.1 Den teoretiska ambitionen: generalitet och överförbarhet

I några arbeten från tiden kring 1950 formuleras en ambition som sedan blir ett av ledmotiven genom det kommande halvseklets systemanalys och systemforskning. Det är tanken på en *allmänt giltig systemteori*. En sådan skall fungera som en brygga mellan olika tillämpningsområden vilka skenbart inte har mycket med varandra att göra. Genom generalisering av samband och analyser till en abstrakt nivå skulle olika systemområden kunna berika varandra och utnyttja varandras framsteg.

Parallellen till geometrin är slående (se citatet av Ashby, ovan). Geometrin kan hjälpa lantmätaren, resenären, astronomen, maskinkonstruktören och snickaren genom att samma geometriska lagar och samband gäller inom dessa olika områden. Nya upptäckter eller metoder inom ett område kan, via abstrakta geometriska satser, ”flyttas” till andra områden och komma till nytta där (ett gammalt exempel

kan vara Pythagoras sats; ett mera aktuellt sådant metoden med finita element).[1)]

Ashby utvecklar i sin lärobok (Ashby 1956, sid 4) denna föreställning om cybernetiken som en övervetenskap och brygga mellan områden på följande sätt:

> *”Cybernetiken kommer sannolikt att avslöja ett stort antal intressanta och suggestiva parallellismer mellan maskin, hjärna och samhälle. Och den kan förse oss med ett gemensamt språk genom vilket upptäckter inom ett område omedelbart (readily) kan användas inom ett annat.”*

Detta kapitel ägnas författare som vägletts av denna idé. Först av dem, och enligt min mening i en klass för sig, finns matematikern Norbert Wiener. Genom sin roll som grundare av en hel tradition får han stort utrymme. Det är inte bara genom sina distinkta formuleringar av de generella teorierna i matematisk form som Wiener haft betydelse. Han har dessutom tidigt diskuterat flera andra grundfrågor som spelar stor roll i vår fortsatta framställning:

- frågan om cybernetikens/systemteorins roll inom samhället och samhällsvetenskapen,
- forskarens ansvar i samhället,
- datorernas nyckelroll i cybernetikens och systemforskningens fortsatta utveckling.

[1)] Ashby gör också i sin bok (Ashby 1956) en distinktion mellan två olika vägar att bygga upp en generell systemteori. Den ena, till vilken han hänför von Bertalanffy och hans medarbetare, är att man undersöker en varierad uppsättning olika system, observerar deras regelbundenheter och formulerar allmängiltiga påståenden. En annan väg skulle vara att först granska ”alla tänkbara system” och sedan välja ut delkategorier som man kan säga meningsfulla ting om (vilket Ashby menar är den metod han själv valt). Skillnaden mellan den första, induktiva, och den andra, mera deduktiva, metoden kan tyckas stor i teorin, men är knappast så i praktiken. I varje fall faller båda, och mellanformer av dem, helt inom den generella ambition som jag här beskrivit med termen Allmän systemteori.

Wiener myntade uttrycket *cybernetik* (”styrmansvetenskap”, se vidare sid 43 nedan) men var själv sparsam med begreppet system. I en del av Wieners texter har man anledning tolka ordet ”machine” som i stort sett synonymt med det som i denna bok kallas system. I den efterföljande litteraturen uppträder emellertid snart begreppet system mycket ofta. Ord som *systemteori* och *systemanalys* kommer gradvis att tränga undan, men inte helt ersätta, Wieners begrepp. Ludwig von Bertalanffy, som hade en bakgrund inom biologin, lanserar från slutet av 1940-talet och framåt ett närbesläktat paket av teorier under namnet *General System Theory* (von Bertalanffy 1968). Den uppslagsrike och på senare tid mycket citerade Heinz von Foerster jonglerar skickligt med båda begreppen, med typiska titlar som *Observing Systems, Cybernetics of Cybernetics* och *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition* (von Foerster 1984, 1995, 2003).

En del av den tvärvetenskapliga idébildningen inom området ägde rum under den första 10–15-årsperioden vid ett antal stora konferenser: det finns tryckta handlingar från åtminstone 10 konferenser om *Cybernetics* i USA (fram till 1955), och ett par internationella konferenser under 1950-talet. År 1954 bildades Society for the Advancement of General System Theory, som blev en mötespunkt för systemforskare från vitt skilda områden (se vidare avsnitt 2.6 och 2.7).

Det finns ett gemensamt drag hos alla de pionjärer som diskuteras i detta kapitel. För samtliga författare spelar nämligen levande system, ”organismer” en avgörande roll. De frågar enträget efter vilken slags förståelse av ”liv”, självorganisering, självreglering, patologi och terapi (inte minst av nervsjukdomar) som systemvetenskap och cybernetik skulle kunna bidra med. Detta gäller oavsett om de hade bakgrund som biologer (som Bertalanffy och Ashby), elektrofysiker som von Foerster eller var professionella matematiker som Wiener. Innehållet i denna gren av systemforskningen kommer inte att beröras annat än i förbigående i den här boken. Men den kan inte lämnas obeaktad, eftersom den hör till sammanhanget. Som kommer att framgå

av fortsättningen kom nämligen detta delsyfte med systemforskningen att fungera som en stark inspiration och att i väsentliga avseenden vidga intresseområdet. Biologins tänkesätt och metoder blev tidigt nära sammankopplade med cybernetiken, som annars kunde stannat vid snävare begränsningar till ”generaliserad ingenjörsvetenskap” eller tillämpad matematik. Länken till biologin och organismer har utan tvekan bidragit till att området blev – och har förblivit – intressant och genuint tvärvetenskapligt.

2.2 Norbert Wiener: underbarn, matematiker, samhällsfilosof [2)]

Norbert Wiener (1894–1964) var en synnerligen begåvad människa. Han passerade tidigt och utan synbara svårigheter de olika skolstadierna, antogs till det ansedda Harvard-universitetet som en av de yngsta studenterna i historien, tog universitetsexamen vid 14 års ålder och doktorsexamen i matematik (på en avhandling i gränslandet mellan matematik och teoretisk filosofi) endast 18 år gammal.

Hans far Leo Wiener, själv Harvardprofessor i slaviska språk, övervakade hans studier med stor medvetenhet. Norbert var enligt fadern inte någon kuf, brådmogen eller ens exceptionellt begåvad (!). Hans framgångar var ett resultat av omsorgsfull träning ”som jag tillämpar för alla mina barn”, fri från slöseri och onödigheter.

Detta faderliga omdöme kan säkert diskuteras. Den unge Norbert gick i varje fall inte raka vägen vidare till akademiska grader och befattningar. Han verkade bland annat som journalist under ett par år, vilket enligt hans egna och andras utsagor gav viktiga impulser

[2)] Detta avsnitt är i huvudsak byggt på Walter A Rosenbliths efterord till en pocketutgåva av *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) samt Wieners eget förord till första upplagan av *Cybernetics* (Wiener 1948).

för socialt engagemang och ställningstaganden för rättvisa och demokrati. Det råder heller ingen tvekan om (och framgår av hans skrifter) att Wiener redan tidigt stiftade bekantskap med en stor bildningstradition, klassiska och moderna filosofer liksom stora litterära verk. Men det är också omvittnat att han var något av en kuf, en tankspridd professor och på många sätt oberäknelig och egensinnig. (En kollega från MIT berättade nyligen för mig att det fortfarande cirkulerar Wienerhistorier på MIT; mer än 40 år efter hans död.)

Som delvis kommer att framgå av det följande, samverkade Wiener med en rad vetenskapliga nydanare inom olika områden. Om den tidiga datorutvecklingen och övergången från mekaniska till elektroniska datorer forskade han tillsammans med Vannevar Bush, äldre professor vid MIT: en tidig visionär och föregångare till datatekniken. Den teoretiska grunden till den moderna datorn lades under 40-talets första år, och Wiener samarbetade inom detta fält bland annat med John von Neumann, sannolikt också med Alan Turing. Den tidiga informationsteorin brukar förknippas med Claude Shannon och Warren Weaver (Shannon & Weaver 1949); här samverkade Wiener med Shannon på ett tidigt stadium och torde ha bidragit avsevärt till att tydliggöra teorins matematiska grunder. Det finns också dokumenterade samarbeten mellan Wiener och framstående humanforskare som Margaret Mead och Gregory Bateson, även om det är svårt att avgöra djupet i eller betydelsen av sådana kontakter.[3)]

Som redan nämnts styrdes mycket av Wieners intresse för den cybernetiska teorin av fascination inför levande system: organismer och människans hjärna och nervsystem. Detta intresse fick ett mycket viktigt uttryck i samverkan med Arturo Rosenblueth, verksam först

[3)] Margaret Mead var engagerad i de stora konferenserna i Cybernetik från 1950 och framåt, bland annat som redaktör för konferenspublikationen i ca fem år (tillsammans med von Foerster). Bateson har kommenterat systemforskning och cybernetik i sin viktiga bok *Steps to an Ecology of Mind* (1972). Se vidare avsnitt 2.5.

vid Harvard Medical School i Cambridge, USA, senare vid det nationella hjärtforskningsinstitutet i Mexico City. Wiener sätter själv sitt långa samarbete med Rosenblueth i en särklass, och ser honom som medskapare till cybernetiken. Det är med hänvisning till deras gemensamma intresse som Wiener tydligast framställer tesen att cybernetiken inte bara är en verktygslåda av olika metoder utan ett intellektuellt sammanhängande fält:

> *Around 1944 the group of scientists around Dr Rosenblueth and myself had already become aware of the essential unity of the set of problems centering about communications, control and statistical mechanics, whether in the machine or in living tissue.*

Min översättning:

> *Kring 1944 hade gruppen av forskare kring Dr Rosenblueth och mig själv redan insett att en uppsättning problem med centrum i kommunikation, kontroll och statistisk mekanik – antingen de gällde maskiner eller levande vävnad – var i allt väsentligt av samma slag.*

Norbert Wiener fick mot slutet av sitt liv motta en rad hedersbetygelser, och vid MIT, där han sedan 1920 varit professor i matematik, blev han 1959 utnämnd till ”Institute Professor”, en position som tillåter och uppmuntrar professorn att undervisa helt oberoende av ämnes- och institutionstillhörighet. Wiener avled 1964 i Stockholm, i samband med en serie gästföreläsningar på inbjudan av Harald Cramér.

I baksidestexten till pocketutgåvan 1967 av *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) beskriver förlaget cybernetiken som den vetenskap som ”avslöjar de gemensamma principer som styr datamaskinerna och det mänskliga nervsystemet”. Detta må vara en rimlig sammanfattning i marknadsföringen av en bok, men det som nu

framstår som Wieners varaktiga bidrag till systemforskningen är både mera och mindre än detta.

Jag anser att Wieners vetenskapliga insats med fördel kan sorteras in under tre huvudkategorier:

a) Datamaskinernas (*datorernas*) potential för att (med ett modernt ord) simulera den mänskliga hjärnans och nervsystemets funktion, liksom deras potential att lösa andra svåra beräkningsproblem inom cybernetikens olika områden. Detta tema hos Wiener må vara historiskt intressant, framsynt och beundransvärt.[4] Å andra sidan har den senare utvecklingen inom datorområdet till stora delar gjort hans iakttagelser till allmängods, medan de i några avseenden visat sig felaktiga eller irrelevanta.[5] De blir därför inte någon huvudpunkt i denna framställning.

b) Användningen av *sannolikhetsbegrepp*, stokastisk teori, statistiska fördelningar och tidsserier. Med teoretiska rötter dels inom den ”rena” sannolikhetsläran (teori för bl a hasardspel), dels i naturvetenskaplig teori för bland annat gaser (statistisk mekanik), visar Wiener att dessa tankegångar kan tillämpas på bland annat det (då) nya begreppet *information*, och för att klarlägga flera intressanta egenskaper hos ”organismer” och ”maskiner”.

---

[4] Så för Wiener till exempel en energisk argumentering för att basen i datamaskinerna bör vara 2 (digital) snarare än 10 (decimal) (Wiener 1948, sid 139 ff).

[5] Ett relativt utförligt resonemang ägnas det faktum att datamaskinerna, med sina tusentals radiorör, är energimässigt ineffektiva och måste kylas ner om de inte skall få ”feber” och förstöras. Detta kommer att begränsa deras användbarhet. I kontrast påpekas att den mänskliga hjärnan är unikt energieffektiv i jämförelse med varje (då) känd datamaskin (Wiener 1948). Som bekant har datorernas energieffektivitet dramatiskt förändrats (även om hjärnan fortfarande är överlägsen!), och Wieners bekymmer på denna punkt reducerats till kuriosa.

c) Betydelsen av *återkoppling* (*feed-back*) inom olika slag av system. Här presenteras ett litet paket mycket generella tankegångar, som är giltiga inom såväl den enklaste formen av återkoppling (som en regulator som stryper resp öppnar en ledning för att hålla ångmaskinen i konstant varv) till de märkliga processer i människokroppen som reglerar temperatur och näringsomsättning (homeostas).

Det är inte självklart att dessa tre aspekter inbördes bildar en enhet, än mindre att de kan utvecklas till ett vetenskapsområde eller disciplin. Intressant nog har någon av dessa tre aspekter i olika sammanhang var och en framställts som Budskapet: vad cybernetiken egentligen handlar om. Kopplingen mellan datamaskinerna och hjärnan framhålls ivrigt bland annat på omslaget till pocketutgåvan av *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) men också i ingressen till den klassiska presentationsartikeln i Scientific American (Wiener 1945). Att vi lever i en stokastisk värld gör han själv till huvudpunkten i förordet till samma bok. Det flitiga bruket av kortformeln ”control and communication” pekar på återkoppling som bärande idé.

De två följande delavsnitten, 2.3 och 2.4, kommer att ägnas punkterna b) resp c) ovan. Därefter följer ett delavsnitt 2.5 som starkt kan motiveras av syftet med denna bok; där diskuteras utifrån Wieners redovisade hållning dels cybernetikens och systemforskningens användbarhet i samhällsvetenskap och för att lösa samhällsproblem, dels systemforskarens samhällsansvar.

Termen cybernetik torde vara Wieners egen. Han behövde ett ord för ett helt idékomplex, en term för ett helt område, och det grekiska ordet *kubernetes*, κυβερνετεσ, styrman, anmäler sig. Det är samma ordstam som i guvernör och engelskans *government*. Wiener anmäler emellertid att han senare funnit att termen använts av den store fysikern Ampère, och då i betydelsen statskonst eller statskunskap, under tidigt 1800-tal (Wiener 1967, sid 23–24).

2.3 Spelar Gud tärning? – om sannolikhetsbegrepp i fysik och cybernetik

Fysikens revolutioner

Cybernetiken formades under en period från mitten av 1930-talet fram till publiceringen av Cybernetics 1948. Under den tiden höll två revolutionerande upptäckter inom fysiken på att slå igenom i den vetenskapliga världen. Båda innebar uppbrott från den grundteori om världen som grundlades av Isaac Newton och brukar förknippas med hans namn. Den newtonska teorin innebär, grovt sett, att varje framtida tillstånd (såsom varje partikels läge i tid och rum) i den fysiska världen skulle vara i princip bestämt av utgångsläget. Om man fullständigt kunde beskriva ett ”system” i ett ögonblick skulle alla dess framtida tillstånd vara givna.

Den ena av dessa nya teorier var *relativitetsteorin*: Albert Einsteins banbrytande upptäckt att det inte strikt går att skilja på rum och tid. Konsekvenserna av denna, som från början var ett resultat av teoretisk reflexion (alltså en vetenskapens skrivbordsprodukt), kom att sträcka sig inte bara till de första experimentella beläggen (inom astronomin) utan också långt in i praktisk ingenjörsvetenskap. Teorin gav insikten att liksom avstånd kunde ”växlas in” mot tid, så kunde massa/materia och energi omvandlas till varandra. Detta blev snabbt (påskyndat av andra världskriget) en del av den nya tillämpade fysiken, atombomben och kärnkraften.

Den andra teorin var *kvantteorin*. Att vissa fysiska fenomen, till exempel ljusstrålar, kunde beskrivas dels som (elektromagnetiska) vågrörelser, dels som små paket (kvanta) hade varit känt en tid.[6)] Den fulla tolkningen av detta krävde emellertid en ny, icke-newtonsk teori.

[6)] Ironiskt nog var det för detta, inte för den fortfarande kontroversiella relativitetsteorin, som Albert Einstein fick Nobelpriset i fysik år 1921, närmare bestämt för sitt klarläggande av den fotoelektriska effekten.

Den formulerades av Schrödinger, Bohr, Heisenberg med flera och byggde på att tillståndet hos exempelvis en partikel inte beskrivs som ett antal bestämda mätetal utan som en sannolikhetsfördelning. En konsekvens av detta blir att det är i princip omöjligt att samtidigt mäta till exempel massan och hastigheten hos en partikel med obegränsad noggrannhet: om man ökar precisionen i den ena mätningen försämras den i den andra (Heisenbergs obestämbarhetsrelation). Naivt kan man tänka sig att själva mätningen, till exempel fotonerna i en ljusstråle, ”knuffar” på det man skall mäta.

Att materien enligt denna teori ser ut att ”glappa” inne i sina minsta beståndsdelar, och att den fysiska världen inte exakt ”är” på ett visst sätt utan bara kan beskrivas med en viss sannolikhet, innebar på flera sätt en revolution för tanken, inte bara inom fysiken.[7)] Einstein hade svårigheter med denna tankegång, delvis av känslomässig och religiös natur, och vägrade under hela sitt liv att acceptera den. Han lär i ett brev till Niels Bohr ha uttryckt det så att ”jag kan inte tänka mig att den gode Guden spelar tärning med oss”.

Stokastiska system

Norbert Wiener tolkade detta andra brott med den newtonska världsbilden på ett tredje sätt, som ligger än mer i linje med det systemtänkande och strävan till ”helhetssyn” som vi kommer att följa i denna framställning. Den som införde sannolikhetstänkande i fysiken var Willard Gibbs under 1870-talet, i sina försök att formulera en adekvat teori för gaser (jfr avsnitt 1.8 ovan). De matematiska verktygen var vid den tiden egentligen otillräckliga men Gibbs synes ha varit en av de ”män som har en intuition långt före sin tid” (Wiener 1967, sid 17).

[7)] Det faktum att värden inte kunde ”vetas” med full exakthet torde för många ha inneburit att en upplevd arrogans från naturvetenskapen och dess följeslagare tekniken nu kunde ifrågasättas. En besläktad tankegång innebär att ”glappet” kan tolkas så att det finns ett utrymme för den fria viljan och för religiösa livstolkningar, vilket knappast hade varit fallet i en strikt newtonsk värld.

”Det är Gibbs, snarare än Einstein eller Heisenberg eller Planck som vi måste tillskriva den första stora revolutionen i 1900-talets fysik” (Wiener 1967, sid 18).

Genom Gibbs kom genombrottet. Det innebar en ”probabilistisk” värld där vi inte längre har att göra med kvantiteter och påståenden som rör ett specifikt, verkligt universum utan med ett stort antal, likartade men i princip olika universum (*universes*). När så slump och sannolikhet släppts in i fysiken, menar Wiener, fungerar de inte bara som praktiska räknehjälpmedel utan de blir en fundamental del av förståelsen, en del av den varp som håller ihop väven.

Gibbs grundidé återges här fritt efter Wiener (Wiener 1948, sid 57 ff). Newtons teori för rörelse och förändring (dynamik) utgår i princip från ett givet system, i vilket alla komponenters läge och hastigheter i utgångsläget är kända. Sedan förändras de enligt kända lagar: centralt bland dessa står sambandet mellan kraft, massa och acceleration (F = ma). Men i de allra flesta fall i verkligheten känner man varken läge eller hastighet med säkerhet. Det finns alltid mätfel. Om man antar att de i stället kan anges med en viss sannolikhet skulle man med Newtons lagar kunna förutsäga, återigen med vissa sannolikheter, deras framtida tillstånd. De framtida tillstånden även för ett litet system blir emellertid oändligt många, och matematikens analytiska arsenal måste mobiliseras fullt ut redan i detta fall. I de fall som upptog Gibbs intresse är dessutom systemet mycket stort. Partiklarna i en gas är många, och en komplett uträkning enligt den Newtonska mekaniken skulle leda till fullständigt orimliga beräkningsproblem. Ett annat sätt att tänka måste tillgripas.

När det gäller exempelvis en gas är det inte de enskilda partiklarnas lägen man behöver komma åt. Sådant som gasens temperatur eller tryck beror endast på vissa genomsnitt av tillstånden hos molekylerna i gasen: såsom deras hastigheter, lägen och massa. Tankeexperimentet att betrakta alla möjliga realiseringar av gasens tillstånd i framtiden är mödosamt. Det skulle räcka att veta gasens tillstånd i jämvikt. Dess-

utom är det mindre mödosamt att tänka sig hur *en* behållare gas skulle utveckla sig över tiden. Eftersom man i *statistisk mekanik* faktiskt är ute efter vissa medelvärden, kan det kanske gå lika bra att beräkna dem över *en behållares* utveckling i tiden, som över *alla tänkbara behållares* möjliga (jämvikts-)tillstånd? Gibbs antog att det var så: det är den så kallade ergodiska hypotesen. Som Wiener påpekat hade Gibbs inte riktigt observerat vilka subtila matematiska problem som uppstår om man resonerar så, men helt oberoende insatser inom matematiken kunde rädda situationen. Gibbs grundidé att beräkna medelvärden av ett system över tid, snarare än över alla möjliga system, visade sig hålla.[8)]

Både den ”råa” tanken att bilda medelvärden längs en annan ledd än man egentligen borde, och den matematik som måste tillgripas för att motivera den, blev till kraftfulla verktyg som Wiener kunde låna över till andra områden än statistisk mekanik för gaser.

Entropi och ordning

Detta öppnar nämligen för en av de stora tankefigurerna inom cybernetiken: möjligheten att omtolka begreppet *entropi*. I den klassiska termodynamiken, som intresserar sig för systems temperaturer och energier, kan entropi definieras som ett mått på kontrasten eller nivåskillnaderna i systemet. Ju högre kontrast, desto lägre entropi. I klassisk termodynamik formulerades termodynamikens andra lag: entropin i ett slutet system kan aldrig minska utan tenderar att öka. Kontrasterna utjämnas alltmer, förutsatt att systemet lämnas åt sig

[8)] Det centrala problemet kan populärt uttryckas så: hur kan man behandla systemtillstånd som är så osannolika att de inte borde påverka resultatet? Detta motsvaras, visar det sig, av frågan inom den rena matematiken: hur beskriver man rigoröst mängder av tal som är så små att man borde kunna bortse från dem när man till exempel jämför två funktioner eller beräknar en kontinuerlig summa (integral). Den lösning som tillfredsställer dessa krav formulerades av Henri Lebesgue. Hans integralbegrepp väljer bort små mängder, och tillåter att man kan acceptera överensstämmelse om den inträffar ”nästan överallt” (tekniskt uttryckt: utom i en mängd med måttet noll).

självt. Det hela slutar i en halvljummen kontrastfri ”värmedöd”: det är den framtid som termodynamikens andra lag synes utlova. Matematiskt har entropin den egenskapen att om ordningen eller kontrasten minskas till hälften så ökar entropin lika mycket, oavsett utgångsläget. Det är alltså ett logaritmiskt mätetal; grovt sett är entropin logaritmen av något mått på systemets energijämnhet, eller omvänd energikontrast (som i vissa fall kan uttryckas med temperaturskillnader).

Den statistiska mekaniken erbjuder ett alternativt synsätt på entropi och termodynamikens andra lag. Ett system i vilket kontrasterna är stora, kan också sägas vara högt organiserat. Alla de system som studeras inom den statistiska mekaniken karaktäriseras av slumpmässighet, men denna är inte fullständig. Systemen har mer eller mindre kraftfulla mönster av ordning eller organisation. Sambandet till den klassiska termodynamiken är: ju mera ordning i ett system, desto lägre entropi. Termodynamikens andra lag kan i den statistiska versionen omformuleras till den suggestiva (och rätt ofta missförstådda) tesen: *i varje system, lämnat åt sig självt, ökar oordningen obevekligt*.[9)]

Det intressanta för Wiener och Rosenblueth, liksom för senare tiders systemforskare, är inte att älta denna något deprimerande version av en klassisk naturlag. Det ligger i stället i att förstå hur människogjorda system eller organismer kan vidmakthålla motståndet mot desorganiseringen. Fickor av *minskande* entropi, eller *ökande* ordning, finns bevisligen i samhällen liksom i naturen. Hur sådana upprätthålls och utvecklas – rått uttryckt: hur man undviker värmedöden – är ett slagkraftigt sätt att formulera systemforskningens mest gene-

---

[9)] Om man antar att ett system (t ex en behållare med gasmolekyler) kan beskrivas med ett antal tillstånd (celler, har någon föreslagit) med var sina sannolikheter, p_i, så kan entropin i systemet beskrivas med en summa $S = c \Sigma p_i \log p_i$ där c är en konstant. Den som behärskar matematiken tillräckligt kan också snabbt förvissa sig om att entropin, enligt denna formel, är som störst då alla sannolikheter är lika, det vill säga då fördelningen är så lite kontrastrik eller överraskande som det är möjligt.

rella problem. Wiener försummar inte att påpeka att om vi betraktar en sådan lokal process som att ett träd eller en människa växer upp så innebär detta en enorm lokal sänkning av *entropin*, som dock ofta är förenad med en ganska blygsam omsättning av *energi*.

Wiener fullföljer denna tankegång på två sätt. Det ena innebär att återkoppling (*feed-back*) på olika sätt kan brukas för att kontrollera entropin. Detta gäller såväl i levande organismer som moderna datorer (se t ex Wiener 1967, sid 38). Detta skall jag diskutera i nästa avsnitt (2.4).

Den andra vägen är en slagkraftig fortsättning i den statistiska mekanikens riktning. Den utvecklas i *Cybernetics* (Wiener 1948, sid 74 ff) och gäller sambandet mellan entropi och information.

Tidsserier, entropi och information

Tidsserier är följder av tal som kan knytas till successiva tidpunkter. Exempel är avläsningar av temperaturen till exempel varje timme, tjockleken hos papperet i en pappersmaskin som kan mätas kontinuerligt, dagliga aktieindex på någon av världens börser. Sådana tidsserier är ofta intressanta och har sedan länge behandlats med gängse statistiska metoder.

Wiener påpekar att sådana serier som signalerna i en telefonledning, hålremsan från en (dåtida) snabb elektronisk datamaskin eller signalen till bildröret i en TV-apparat också är tidsserier, dock vanligen mycket snabbare än de som traditionellt behandlats som sådana. Eftersom det i de nämnda fallen verkar rätt meningslöst att läsa av data och senare analysera dem, krävs en annan tankegång. Här kommer den av Shannon, Weaver och – i inte försumbar grad – Wiener utvecklade *informationsteorin* in.

Grunden för denna teori och dess basala matematik kan förklaras på följande sätt. Vi tänker oss ett ”ord” som består av ett visst antal – *n* stycken – nollor och ettor. För *n* tecken kan det tänkas 2^n kombinationer. Sannolikheten för att ett visst ord som jag tänker på i förväg skall

uppstå slumpmässigt är 2^{-n}. Man kan säga att graden av överraskning när ett visst ord dyker upp är omvänt proportionell mot antalet möjligheter. Liksom entropin kan ”informationen” i ett visst, känt ord uttryckas med ett logaritmiskt mätetal (med omvänt tecken). ”Informationen” i ett ”budskap” blir summan av de olika ordens mätetal viktade med deras sannolikhet.[10)]

Med denna matematik kan man, som Wiener gör, översätta ”informationen” till kontinuerliga sannolikhetsfördelningar, vilket innebär vissa matematiska fördelar (och en del nya svårigheter). Vidare går måttet fint att använda för att mäta hur överraskad man borde bli om ett visst ord *nästan* dyker upp, eller av att en viss kategori av ord kommer fram.[11)]

Det är inte bara den matematiska formen på entropi och information som överensstämmer (så när som på ett minustecken). Vetenskapsfilosofiskt finns en slående släktskap mellan å ena sidan ordning och kontrast i termodynamisk mening (som mäts av negativ entropi), å den andra information, ordning och ”överraskning” i informationsteorin. Wiener utvecklar dessa paralleller utförligt, med användande av relativt avancerad matematik (detta är en av de få delar av *Cybernetics* som inte är tillgängliga för en person med hyggliga akademiska grundkunskaper i matematik). Vissa fundament överensstämmer också. Liksom entropin i ett system som lämnas åt sig självt tenderar att öka, så tende-

---

[10)] Detta kan matematiskt uttryckas så här: ”informationen” i ett visst, känt ord kan uttryckas som $n = -^{2}\log p$ där p just är sannolikheten att det slumpmässigt skulle dyka upp. Om vi nu vidgar det till det generella fallet, att vi vet att ett antal ord, numrerade i = 1,2,3 … , kommer fram med vissa sannolikheter p_i, kan vi låta den samlade informationen i detta ”budskap ” uttryckas av summan av varje ords ”information”, viktad med hur sannolikt det är: $I = -\Sigma\, p_i\, ^{2}\log p_i$

[11)] Vi hoppar här över den andra, och i tekniska tillämpningar mycket viktiga, kärnpunkten i informationsteorin, nämligen distinktionen mellan *signal* och *brus* (Shannon och Weaver, 1949) vilken för övrigt berörs av Wiener endast i en ganska teknisk och matematisk mening. Jag anser dock att även denna del av teorin har ett betydande värde som ”inlån” till förståelse av informationssamhälle och informationsöverflöd i en samhällsvetenskaplig kontext (Gyllensten 1973, Ingelstam och Sturesson red 1995).

rar på samma sätt informationsinnehållet i ett system att minska. Över tid blir systemets inre ordning allt mindre ”överraskande”.

Å andra sidan har redan Wiener, och flera forskare efter honom, reserverat sig mot att direkt och okritiskt identifiera information med (negativ) entropi. Wiener noterar själv att det kan bli svårt att hävda en identitet mellan entropi och biologisk desorganisering. De konkreta systemen är olika, och man får svårt med precisa definitioner av entropi. Wiener är dock övertygad om att deras ”fundamental nature” är densamma (Wiener 1967, sid 21). Från senare litteratur (Ashby 1956, Bertalanffy 1968) får man den bedömningen att parallellen entropi/information/organisering har bevisat sig slagkraftig på det teoretiska och idémässiga planet och att den är praktiskt effektiv i ”engineering design”. När det däremot gäller biologiska och andra icke-tekniska system blir definitionssvårigheterna betydande, och den konkreta nyttan av parallellen visar sig relativt begränsad.

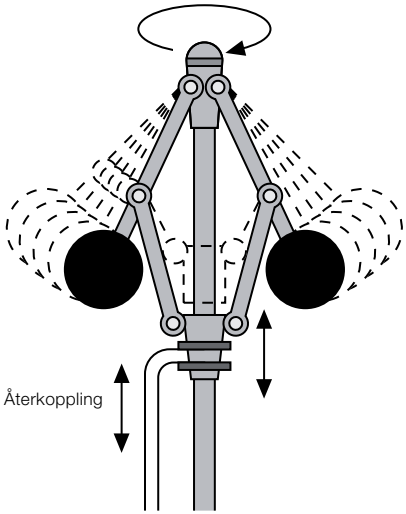
2.4 Återkoppling, svängningar och kontroll

Reglering och självreglering

En insikt som uppenbart starkt påverkat Wiener, både intellektuellt och känslomässigt, är att det tycks finnas en mycket nära släktskap mellan å ena sidan vissa nervreaktioner och neurologiska sjukdomstillstånd hos människan, å den andra en del i princip välkända fenomen inom ingenjörsvetenskapen. Det gäller hur signaler återförs till hjärnan, respektive återförs till någon ”tidigare” del av det tekniska systemet. Om denna återföring eller återkoppling fungerar bra kan systemet i allt väsentligt reglera och kontrollera sig självt, men om det är felinställt, tokigt dimensionerat eller har gått sönder kan systemet till exempel börja svänga okontrollerat, och eventuellt förstöra sig självt.

De tekniska exempel som Wiener refererar till överraskar inte, vilket inte heller är meningen. En termostat som slår av eller på villa-

pannan beroende på vilken rumstemperatur som är inställd är ett sådant exempel. Centrifugalregulatorn till en ”ursprunglig” James Watt-ångmaskin är ett annat: det återfinns i otaliga läroböcker (och lär först ha använts som illustration av den store fysikern och teoretikern Clerk Maxwell).



Figur 2:1 Centrifugalregulatorn står, ända sedan James Watts tid, som en symbol för återkopplingens princip.

Figur 2:2 Grundstrukturen i en återkoppling.

Figur 2:2 återger abstrakt en återkopplad krets, till exempel en ångmaskin med centrifugalregulator. Den senare mäter varvtalet och återför denna till den inkommande ångstrålen (den undre pilen). Om man till exempel önskar konstant varvtal tänker vi oss att referenssignalen är densamma hela tiden, medan störsignalen kan variera (t ex varierande belastning).

Återkopplade system kan få mycket ”intressanta” egenskaper redan med en mycket enkel uppbyggnad och ett fåtal komponenter (jfr avsnitt 1.8). Inom modern systemvetenskap är återkoppling i olika former en helt fundamental del av teorin, grundläggande för kontroll och avgörande för design av de flesta slag av system.

Återkopplingens matematik

Trots att det finns en rad olika former av elementära återkopplade system, kan deras grundläggande egenskaper fångas in i en gemensam matematik. Denna gemensamma matematik kan dock väljas på olika sätt.

Wiener väljer en väg som är mycket generell, men som tvingar ut läsaren i ganska avancerad matematik (teori för holomorfa funktio-

ner av en eller flera komplexa variabler) vilket är lite mer än de flesta ingenjörer och naturvetare är beredda att svälja.

Ett vanligare angreppssätt, som räcker för de flesta tillämpningar, är att beskriva det återkopplade systemet med ett litet antal differential- eller differensekvationer. Dessa kan lösas med standardmetoder, ofta med papper och penna.[12)]

Vilken väg man än väljer kommer man att kunna urskilja två distinkt olika resultat av en återkoppling (samt vissa gränsfall emellan dem, som sällan inträffar men kan ha mer speciella egenskaper). Vi tänker oss att en impuls träffar systemet; karaktären av denna impuls kan variera, det kan vara en tillfällig puff, en uthållig men begränsad signal, en svängning, eller en slumpmässig störning. Det ena möjliga resultatet av en återkoppling är att impulsen ”sväljs upp” av systemet, och detta klarar av att mer eller mindre oberört hålla kvar ett visst tillstånd eller genomföra den process som det är avsett för. Den andra sortens effekt innebär att impulsen förstärks och fortplantas i systemet: det kommer i svängning, vilken kan urarta så att komponenter eller förbindelser förstörs. Grovt sett kan man kalla dessa fall för negativ respektive positiv återkoppling.

En bra illustration till positiv återkoppling är en offentlig matsal med dålig och slamrig akustik. Matgäster som vill tala med varandra tvingas att tala högt, men eftersom alla andra också gör det måste man höja rösten ytterligare. Slutligen upphör alla möjligheter till meningsfull konversation. (Vad som sedan händer förutsägs inte inom den enkla teorin för återkoppling!)

I exemplen ovan kommer detta till uttryck på följande sätt. Om man i en vanlig elektrisk svängningskrets plockar in en förstärkare kommer utslaget i systemets svängningar att öka exponentiellt, tills

---

[12)] I många ingenjörstillämpningar används Laplace-transformering. Genom sådan kan differentialekvationer i många fall ”översättas” till enkla algebraiska ekvationer, och systemens egenskaper i huvudsak utläsas ur lösningen till dessa ekvationer.

de på något sätt bryts (ledningarna brinner av eller något liknande). Om man i ångmaskinen med centrifugalregulator skulle råka koppla regulatorn bak-och-fram skulle en hög hastighet hos svänghjulet leda till att ännu mera ånga släpptes på, farten ökade ytterligare tills något lager skar, svänghjulet brast eller någon liknande katastrof inträffade. Av sådana skäl brukar man i praktiken bygga in två- och tredubbla reglersystem och/eller nödstopp, för att gardera sig för att det egentliga kontrollsystemet kunde bryta samman eller skena. Moderna kärnkraftverk utgör långt drivna exempel på detta. Ändå hjälper det inte alltid.

Elementära återkopplade system, som svängningskretsar, har ett betydande illustrativt värde, och är dessutom av utomordentlig betydelse i konstruktionen av olika tekniska system. Som vi skall se senare (kap 3–6) ger inlån av de elementära återkopplade systemens egenskaper kraftfulla impulser inom sociala och socio-tekniska system.

Biologisk feed-back

Wieners redovisade exempel på felfungerande återkoppling i biologiska system är hämtade från verkliga patienter med kända neurologiska sjukdomar (Wiener 1948, sid 113 ff). En patient kan gå endast ryckigt och med svårighet och måste kontrollera sina fotrörelser med ögonen. Om han inte kan se sina fötter faller han omkull. En annan patient kan inte sträcka sig efter något, till exempel en penna, utan att räcka ut armen häftigt och alldeles för långt. Sedan försöker han dra den tillbaka, hamnar i okontrollerade svängningar och lyckas aldrig få tag i pennan.

Båda dessa patienter är offer för någon form av *ataxi*. Karaktäristiskt för detta tillstånd är att patienten inte kan organisera sina rörelser, och förklaringen är i båda fallen otillräcklig eller felaktig återkoppling. Signalen till hjärnan om var kroppsdelen befinner sig och vad den känner, tillsammans med signalen tillbaka som styr dess fortsatta rörelse, skall normalt fungera som en relativt enkel negativ åter-

koppling. I det patologiska tillståndet har denna återkopplingsslinga brutits eller förvanskats, med resultat att något reservsystem (ögat) måste hjälpa till (i det första fallet) eller att man får positiv återkoppling (s k *overshoot*) i det andra fallet.

Återkoppling och entropi

Innan vi lämnar återkopplingen som basal och elementär egenskap hos (många) system bör – i Wieners efterföljd – noteras ett viktigt samband med entropi och information (avsnitt 2.3). Välfungerande återkoppling – för att reglera temperaturen i ett hus eller en människokropp, för att styra en maskin till jämn och energisnål gång, för att med precision kunna utföra enkla handgrepp – kan betraktas som en metod för att kontrollera och motverka tendensen till desorganisering och entropiökning. Med andra ord: återkoppling är en hjälp att (visserligen temporärt och lokalt) vända entropiförändringens ”normala” riktning. Wiener säger sig vara övertygad om att funktioner hos den levande individen och det sätt på vilket ”moderna kommunikationsmaskiner” fungerar är exakt parallella: båda strävar på helt analoga vägar att kontrollera entropi genom återkoppling (Wiener 1967, sid 36–38). I både datorer och människor finns listiga mekanismer som genom återkoppling hindrar entropin att öka; i stället kan en hög grad av differentiering och organisation upprätthållas och öka i respektive system.

Svarta och vita lådor: modeller av system

Vi har nu diskuterat återkoppling som egenskap hos elementära system, och dess betydelse praktiskt – liksom dess slagkraft när vi söker analogier mellan system. Betydelsen av begreppet återkoppling i systemforskningen kan knappast överskattas.

Men detta gäller inte bara sådana små, basala system som nämnts som exempel ovan. De flesta tekniska system är uppbyggda av en stor mängd delsystem, med många återkopplingar och inbördes sam-

manhang. En viktig fråga, både praktiskt och teoretiskt, är hur man kan beskriva och utnyttja sådana systems egenskaper *utan* att i detalj behöva känna till systemets uppbyggnad och varje komponents egenskaper. (Här finns, som läsaren ser, en långtgående parallell till frågan om gaser och andra system, som med fördel behandlas med statistisk mekanik.)

Här spelar det slagkraftiga begreppet ”svart låda” en nyckelroll. Det kan användas dels generellt: ett möjligt sätt att tänka i många skilda sammanhang. Men det kan också, med betydande tekniskt och matematiskt raffinemang, användas i konstruktion och design av (tekniska) system. Jag börjar med det första.

Vi tänker oss ett system som mottar någon form av *input* (en elektrisk ström, en mekanisk svängning, en ångstråle, en ström av nollor och ettor…), och ger ifrån sig en *output* (av likartat, eller helt annat, slag). Vi är intresserade av att veta ett antal olika saker om hur output följer av input. Men vi behöver inte veta allt, och vi vill helst få reda på det utan att behöva plocka sönder systemet och härleda dess egenskaper från grunden ur komponenter och samband. Detta är en typiskt ”systemisk” frågeställning: vi vill veta något om hur systemet uppför sig och utvecklas, men struntar egentligen i *varför* det uppför sig som det gör. Kan man undersöka den svarta lådan utan att öppna den och titta inuti? Det förhåller sig nämligen så här:

> *A system is a big black box*
> *Of which we can’t unlock the locks*
> *And all we can find out about*
> *Is what goes in and what comes out.*[13)]

[13)] Kenneth Boulding, återgiven av Skyttner (1996). Boulding var känd för att skriva kvicka smådikter på konferenser, enligt egen uppgift för att hålla sig vaken.

Wiener föreslår tankemodellen ”vit låda”, vilkas egenskaper vi känner, som en parallell företeelse.[14] Vi kan tänka oss att pröva samma slags input och studera output i sådana vita lådor. Vi kan då ofta börja med en enkel låda, och utforma den så att den i ett eller två viktiga avseenden uppför sig likadant som den svarta lådan. Sedan kan man förfina den vita lådan, alternativt koppla till ytterligare vita lådor, så att allt fler av de egenskaper hos den svarta lådan som vi är intresserade av återges av de vita lådorna. Det behöver inte finnas någon större likhet mellan hur den vita låda som vi slutligen nöjer oss med är uppbyggd och hur det faktiskt ser ut inne i den svarta lådan. Men den vita lådan avbildar de *egenskaper* som vi (av någon anledning) anser viktiga hos den svarta lådan.

Den här tankemodellen är synnerligen viktig och generell inom systemteori och systemtänkande. Den vita lådan blir en ”modell” av den svarta, det verkliga systemet. Det möter heller inga svårigheter att tänka sig den vita lådan inte som en fysisk låda utan som en uppsättning formler eller samband; då talar vi om en *matematisk modell* för det verkliga systemet.

Den tankegång som återgivits ovan, efter Wiener, är emellertid strängt empirisk: den vita lådan eller modellen *kalibreras* genom att dess faktiska uppförande jämförs med den verkliga svarta lådans. I praktiskt modellbygge väljer man ofta (på gott och ont) en kompromissväg. Till den del man tror sig känna det verkliga systemets uppbyggnad överför man det till modellen/den vita lådan, men i de delar som man inte kan komma åt får man lita till den empiriska observationen. Denna blandmetod blir den vanligaste i samhällsvetenskapliga, till exempel ekonomiska, systemmodeller.

För den detaljerade analysen av tekniska system, som innehåller många komponenter, samband och återkopplingsslingor, spelar olika,

[14] Resonemanget återfinns framför allt i andra upplagan (1961) av *Cybernetics*, i förordet och det nyskrivna kapitel IX.

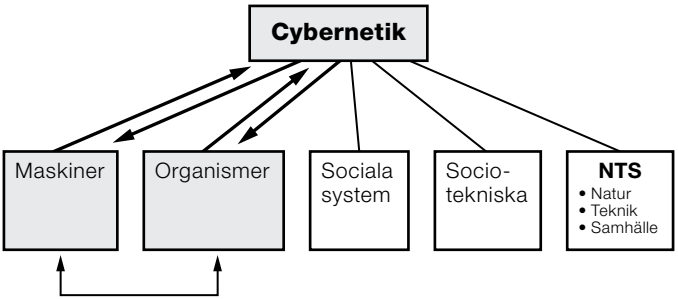
mycket konkreta, utformningar av tanken svart låda/vit låda en avgörande roll. Det kan gälla sådana system som *filter*, som är system som får ta emot signaler där svängningar av olika frekvenser finns representerade, och vilkas uppgift är att lämna ifrån sig en signal där olika frekvenser förstärkts eller försvagats på ett föreskrivet sätt (till exempel så att bara ett visst band av frekvenser släpps fram, eller det ”brus” som består av slumpvis uppträdande signaler filtreras bort så gott det går). Wiener presenterar på denna punkt exempel på frågeställningar och en del resultat, hämtade både från den avancerade elektroniken och från teorin om slumpvisa tidsserier. Dessa är numera till stora delar allmänt accepterade som standardkunskaper inom reglerteori och behandlingen av informations- och kommunikationssystem.

Av störst allmänt intresse torde vara att ”vita lådor” inom området elektroniska system och filter kan konstrueras så att de utan experimentatorns medverkan ställer in sig efter den svarta lådans egenskaper. ”… we are able to construct a multiple white box which, when it is properly connected to a black box and is subjected to the same random input, will automatically adjust itself into an operational equivalent of the black box, even though its internal structure may be vastly different.” (Wiener 1961, sid xi). Det handlar alltså om en form av *självinlärning* hos system (men eftersom detta begrepp inte sällan ges en överdriven och nästan mystisk innebörd bör man notera att Wieners resultat gäller självinlärning i en begränsad och strikt teknisk mening).[15)]

[15)] Wiener tillskriver W Ross Ashby äran av denna banbrytande tanke, jämför avsnitt 2.7 nedan.

2.5 Samhälle, system och cybernetik

Är samhället cybernetiskt?
Den teoretiska grund för systemforskning som lagts av Wiener och som beskrivits ovan kan, med hänvisning till grundschemat figur 1:3, beskrivas som



Figur 2:3 Cybernetikens roll som systemteori, enligt Wiener.

Inlån har skett huvudsakligen mellan två områden: maskin och organism, och de har utformats inom ramen för en generell teori (enligt avsnitt 2.1 ovan). I viss mån har lån också skett direkt mellan dem. Nu skall frågan ställas hur Wiener ser på teoriernas tillämplighet på sociala system – och på samhället och världen i stort (motsvarande de findragna linjerna i figuren).

Det står fullt klart att Wiener själv såg hela utvecklingen inom cybernetik, biologi, reglerteknik och inte minst datorteknik som starkt omvälvande för samhället: för möjligheten till fred och välstånd, till arbete och försörjning, till andlig utveckling och kulturella framsteg.

Det är värt att påpekas att Wiener, liksom många av de samtida som i denna bok omnämns som systemforskningens pionjärer, under krigsåren 1939 till 1945 var indragna i krigsansträngningen på ett eller annat sätt. Det skapades inom många områden en målinriktad projektverksamhet och något av en intellektuell drivhusatmosfär. Snabba framsteg gjordes, men hos de inblandade forskarna planterades två för framtiden viktiga insikter. För det första visste man nu att genom koncentrerade ansträngningar – tvärvetenskapliga, elitistiska, ickehierarkiska och inte minst välfinansierade – kunde man åstadkomma mycket stora framsteg på relativt kort tid. Sådana hade registrerats inom atomfysiken, med Project Manhattan (som syftade till att skapa en amerikansk atombomb) som paradexempel, men också matematikmaskiner, radar, raketbränslen och mycket annat kunde åberopas som exempel. För det andra skapades hos de allra flesta inblandade en stark längtan att för civila och industriella ändamål använda och vidareutveckla de nyvunna insikterna. Även här spelade atomfysiken den största rollen, ekonomiskt och moraliskt.[16)] På grund av det kalla

[16)] Det moraliska dilemma som de första atombomberna skapade utlöste en väldig diskussion, men olika ställningstaganden, i första hand bland fysiker i USA. Detta fick till resultat bland annat skapandet av Federation of Atomic Scientists och så småningom den internationella Pugwash-rörelsen. I Wieners skrifter finns endast ganska allmänt hållna hänvisningar till dessa diskussioner.

kriget kom det att dröja till ett stycke in på 1950-talet innan dess rön, under parollen ”Atoms for Peace”, ställdes till det civila och internationella samhällets förfogande. Inom andra områden, som datamaskiner, matematisk biologi, sannolikhetsteori och reglersystem, inom vilka Wiener var verksam, gick forskarna omedelbart över till civila tillämpningar vid krigets slut.[17] (Dock fortsatte de stora universiteten i USA att utnyttja militära forskningsanslag i en många gånger oklar kombination av militära och civila tillämpningar.)

Wieners eget starka engagemang i den nya utvecklingens samhällskonsekvenser är otvetydig. Den är bland annat drivkraften bakom boken *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) som riktar sig till en bred läsekrets. Kärnan i budskapet är detsamma som i *Cybernetics*, men samhällskonsekvenser och tankar kring forskarens roll utvecklas välformulerat och temperamentsfullt. En välmenande förlagsredaktör presenterar boken så att detta är den viktigaste boken på länge om ”relationen mellan datateknik och samhällsvetenskap”. Så är det faktiskt inte. Den behandlar däremot utförligt en rad samhällskonsekvenser av den tekniska utvecklingen, framför allt i cybernetikens och datateknikens spår. Relationen mellan cybernetik och *samhällsvetenskap* diskuteras inte lika fylligt, men nyanserat, påtagligt försiktigt och utan överord. Slutligen tar Wiener upp forskarens ansvar och forskningens etik, i synnerhet frågan om man kan släppa ut så kraftfulla forskningsresultat till fri användning, på gott och ont, till livgivande såväl som dödliga tillämpningar.

Av större intresse än andras läsarter och förenklingar av budskapet är Wieners egen tillspetsning av cybernetikens vetenskapliga innehåll. När han själv väljer förenkling blir nyckelbegreppen *information*

[17] En parallell finns till operationsanalysens utveckling, som kommer att diskuteras i kapitel 4. Särskilt i England hade under andra världskriget en rad fysiker, matematiker och ekonomer dragits in i analyser av militära operationsproblem. Insikterna att deras metoder i många fall fungerade och ledde till förbättringar och slagkraftiga resultat, fick många av dem att efter kriget se sig om efter andra samhällstillämpningar än militära. Den civila operationsanalysen hade fötts.

och *kommunikation*. När han ska sammanfatta cybernetiken som generell systemteori hävdar han att det i grunden är information och informationsutbyte som håller ihop alla system. Hans starka betoning av entropi, organisation och återkoppling bygger på den nära relationen till information och informationshantering i system. I betraktelser över samtida politik och ekonomi (jfr nedan) blir bristande kommunikation, dålig återföring och perverterad information de viktigaste kritiska punkterna. Denna fokusering förklarar inte allt, men ger viktiga ledtrådar till hur Wiener närmar sig samhälle och samhällproblem.

> *”To live effectively is to live with adequate information.”*
>
> WIENER, 1967 (sid 27)

Konsekvenserna i samhället

Tonvikten på information och Wieners tidiga, i viss mening visionära, insikt om datamaskinernas kommande betydelse kunde få oss att tro att framställningen vore full med lockande eller hotfulla scenarier kring siffertuggande megamaskiner, helmekaniserade fabriker eller automatiserade läkarmottagningar – allt sådant som Wieners erfarenhet säkert fick honom att fundera över.

Men det finns mycket litet sådant i hans produktion. I stället ägnar Wiener huvuddelen av sin samhällstillvända bok (Wiener 1967) till att populärt förklara cybernetikens innehåll och möjligheter, samt att bädda in den i en bred, delvis historisk, diskussion av humanistiska och filosofiska grundfrågor. Vad betyder språket, vilken feed-back erbjuder ett samhälle med massmedia och kommersiell informationshantering, kan tekniska framsteg komma döva eller blinda till hjälp …? Den genomgående frågeställningen är huruvida information finns tillgänglig och ”kommer rätt” och om återkopplingarna fungerar som de borde: mellan input och output, mellan avsikt och resultat, mellan styrande och styrda.

Valet att resonera så, snarare än att utveckla tekniskt präglade

scenarier, bottnar i Wieners syn på forskarens och den intellektuelles ansvar (se nedan). I en viktig aspekt gör han emellertid mera av en förutsägelse. Den första industriella revolutionen, menar han, följs nu av en andra. Den första präglades av maskinen i samspel med – och som ersättare av – människans muskelkraft. Den andra handlar om maskinen i samspel med – och som ersättare av – människan som informationsbehandlare. Att konsekvenserna blir stora och djupa lämnas läsaren inte i tvivel om.

Effekterna av att ”the new control machines” tränger in i en stor mängd arbetsområden kommer inte att stanna vid att traditionella manuella yrken ersätts. I varje sammanhang, menar Wiener, där yrkesutövningen består av ”bedömningar på låg nivå” kommer den andra industriella revolutionen att slå hårt. ”Det är fullkomligt klart att detta kommer att skapa en arbetslöshetssituation, i jämförelse med … vilken trettiotalets depression kommer att se ut som ett trevligt skämt.” (Wiener 1967, sid 220). Det finns emellertid, replikerar Wiener till sig själv, många människor som är villiga att ta socialt ansvar inför de stora sociala faror som hotar. Den nya tekniken kan komma att användas för människans väl, för att öka fritiden och berika det andliga livet, snarare än för vinsten och i tillbedjan av tekniken som den nya guldkalven.

Cybernetik och samhällsvetenskap

I ingresser till cybernetiken och kortversioner av den har såväl Wiener som hans själsfränder gärna talat om dess kommande bidrag till teknik, biologi, medicin – och samhällsvetenskap. Har då cybernetiken något bidrag att ge till studiet av samhällen och mänsklig organisation?

Det finns två sätt att förstå denna fråga: ett vidare och ett något snävare. Den första och vidare frågan skulle vara huruvida cybernetik och systemvetenskap skulle kunna uppträda eller *användas som samhällsvetenskap*, det vill säga uttrycka meningsfulla, empiriskt prövbara påståenden om förhållanden i samhället. Den andra, mer

begränsade, frågan är om cybernetiska tankegångar och metoder skulle kunna *berika existerande samhällsvetenskaper* och ge goda svar på frågor som ställs inom dessa.

Vid närmare läsning visar det sig att Wiener själv endast kortfattat berört den första frågan, och att han försett svaren på den andra med ganska betydande reservationer.

I förordet till *Cybernetics* (1948) får vi reda på att Wiener redan i mitten av 1940-talet sökte kontakt med antropologerna Gregory Bateson och Margaret Mead, samt ekonomen Oscar Morgenstern. Den senare arbetade samtidigt tillsammans med matematikern John von Neumann på en *spelteori* som förklaring till ekonomiskt beteende (von Neumann & Morgenstern 1944). Wiener uttrycker på en rad ställen sin beundran för denna, i grunden matematiska teori, och markerar att den metodiskt är besläktad med cybernetiken, men ändå något annat.

De tidiga diskussionerna kring cybernetik och samhällsproblem rörde, naturligt nog, kommunikationens roll i mänskliga samhällen. Wiener redovisar hur Bateson och Mead försökte övertala honom att ägna mer av sin analytiska energi åt samhällsvetenskapen, med tanke på hur allvarliga de ”sociologiska och ekonomiska” problemen i samtiden tedde sig. ”Jag kan tyvärr inte”, skriver Wiener, ”dela deras förhoppning att tillräckliga framsteg skall nås i denna riktning för att dessa skall kunna ha någon märkbar terapeutisk betydelse på samhällets nuvarande sjukdomsproblem.” (Wiener 1948, sid 34). Detta motiverar han dels med att de kvantitativa data som står till buds inte bara är osäkra, utan bildar alldeles för korta tidsserier för att kunna analyseras. De avbryts ständigt av tekniska framsteg, medicinska genombrott eller politiska omvälvningar. Samhällsvetenskaperna utgör därför extremt dåliga försöksfält för ”en ny matematisk teknik”.

Det är alltså i nya tillämpningar av ”matematisk teknik” som Wiener ser cybernetikens väsen. Att cybernetikens grundtankar också kan ha betydande värde genom att skapa intressanta begrepp, locka

till belysande metaforer eller hjälpa till att generera nya hypoteser har han själv, något paradoxalt, visat i sina texter. Däremot vill han inte uttryckligen kännas vid sådana indirekta eller mjuka effekter när han skall ta ställning till möjliga inlån, via cybernetisk teori, till samhällsvetenskap och sociala system. Som vi senare skall se (avsnitt 2.6, 2.8) står denna restriktiva hållning i kontrast till flera samtida systemforskares mera vidlyftiga förhoppningar.

Jag vill innan detta avsnitt är slut notera två saker ur *Cybernetics*, som är centralt samhällsvetenskapligt intressanta, men som inte direkt presenteras som sådana:

- Vid tiden för publiceringen av *Cybernetics* fanns inte något urskiljbart forskningsområde motsvarande *socio-tekniska system* i figur 1:3 eller 2:3. Åtskilliga av diskussionerna i Cybernetics och i *The Human Use of Human Beings* bidrar, enligt min mening, vetenskapligt till detta områdes framväxt, och det är inte alltför långsökt att tro att Wieners ”anda” hade något att göra med att MIT tidigt, under 1970-talet, etablerade forskning och utbildning kring teknik och samhälle. Speciellt gör Wiener ett starkt ställningstagande i något som fortfarande är en öppen och stundom kontroversiell fråga: hur djup och grundläggande är skillnaden mellan människa och maskin, mellan det humana och det tekniska? (Denna diskussion tas åter upp i kap 6 och 8). Här medger Wiener att den i långa stycken maskininspirerade cybernetiska teorin kan spela i händerna på dem som vill se människan som en kugge och samhället som en maskin. ”What is used as an element in a machine, is in fact an element in a machine.” Om vi inte tar till vara människans unika möjlighet att välja mellan gott och ont, lära sig av misstag och överblicka sin situation kunde vi lika väl låta oss styras av maskinerna. ”The choice of good and evil knocks at our door” (Wiener 1967 sid 254). Mer kyligt uttryckt: Wiener tar starkt ställning för att göra en skarp skillnad mellan män-

niska och maskin. Trots slående och användbara tekniska och matematiska paralleller, är det tekniska och det mänskliga av olika art.

- I en diskussion om det nordamerikanska samhällets tillstånd tar Wiener synnerligen tydligt ställning i en speciell fråga som gäller inlån från allmän systemteori till samhällsvetenskap. Den avser huruvida det ekonomiska systemet, marknadsekonomi under kapitalism, ska beskrivas som en serie självreglerande mekanismer (homeostas) eller om man snarare borde utgå från spelteori, särkilt icke-nollsummespel (von Neumann och Morgenstern 1944). Wiener argumenterar temperamentsfullt för det senare och hävdar att det förra felaktigt accepterats. Det är ”trösterikt” eftersom det förklarar att den enskilde entreprenören i sin jakt på vinst automatiskt främjar det allmänna bästa. Men detta saknar, menar han, empiriskt stöd (Wiener 1948, sid 185–186, jfr även avsnitt 1.1).

Forskarens ansvar

I en återutgåva av *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) återges en recension av *Cybernetics* i den ansedda franska dagstidningen Le Monde, från 28 december 1948. En dominikanpräst, Père Dubarle, uttrycker sin synnerliga beundran för tankarna i Wieners bok. I förlängningen ligger, enligt författaren, den samtidigt skrämmande och fascinerande möjligheten av en regeringsmaskin (*machine à gouverner*). En enbart mekanisk maskin skulle inte duga, eftersom mänskligt beteende inte är mekaniskt. På förhand bestämda samband räcker inte till, men med hjälp av cybernetikens metoder och spelteori skulle en sådan maskin kunna byggas upp. Med dess hjälp skulle staten kunna möta alla behov och räkna ut den bästa samhällsutvecklingen. Men den skulle också hjälpa staten att förutse alla motdrag från ekonomiska eller politiska aktörer, och alla avvikelser från den centralt bestämda ”bästa” utvecklingen kunde effektivt stävjas.

Wiener finner tanken intressant nog för att tas upp till kommentar. Faran ligger inte, säger han, i att en maskin *à la* Père Dubarle skulle kunna ta självständig kontroll över mänskligheten. Faran ligger däri att den tas i bruk av människor eller grupper som vill pressa in andra människor i maskinens begränsade logik. Detta skulle göra våld på ”den oerhörda mängd sannolikheter” som präglar det mänskliga tillståndet.

Här ligger den första bestämningen av Wieners etiska hållning och grunden för forskarens ansvar: människan är full av möjligheter (sannolikheter!) och dessa får inte svikas. Hon får inte utsättas för maskinmässig behandling.

Som nämnts spelar information och kommunikation en huvudroll för Wiener. Detta blir genomgående även i hans etiska och moraliska ställningstaganden. I ett kapitel i *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967) går han igenom flera samhällsområden utifrån den konsekventa utgångspunkten att det är både orationellt och orätt att förtränga eller hemlighålla information. En måltavla är patentlagstiftningen, som Wiener menar kunde passa för en tid när mekaniska upptäckter gjordes av enskilda individer, men som nu har tjänat ut. En annan är bristen på kommunikation i vetenskapen: ett exempel ges där en viss lösning på ett matematiskt problem om integralekvationer kunde tillämpats på tre olika ställen. På grund av bland annat militärt hemlighetsmakeri blev lösningen kraftigt fördröjd och kostnader uppstod helt i onödan. Detta blir ett slagkraftigt exempel både på tvärvetenskapens nytta och på den matematiska cybernetikens funktion som generellt verkande teori (Wiener 1967 sid 167). Att kommunikationen inom vetenskapen, och av vetenskapliga resultat i samhället, ska vara fri och aktiv följer av grundsynen.

Detta är emellertid, särskilt i det sena 1940-talets tidsanda, inte alls självklart. Det tunga ansvaret för vetenskapliga upptäckter går som ett ledmotiv genom flera texter, tydligast genom den samhällsinriktade boken (Wiener 1967). Frågan ställs om inte forskaren borde hemlighålla sina forskningsresultat eller med ensamrätt dirigera dem till

enbart ”goda” ändamål.[18] Svaret, som inte verkar ha tillkommit utan vånda, innehåller två ställningstaganden.

Det ena är att full information, öppen demokratisk diskussion och mesta möjliga upplysning till allmänhet, politiker och andra forskare, är det rätta sättet att hantera forskningens enorma potential för gott och ont. Det är ändå inte möjligt att hemlighålla forskningsresultat (inte ens militära!) under någon längre tid. ”… in the long run, there is no distinction between arming ourselves and arming our enemies” (Wiener 1967 sid 176).

Den andra delen av ställningstagandet är att forskaren, förutom att bidra till en bred förståelse och upplysning, för egen del bör verka för sådana tillämpningar där vetenskapens framsteg kan göra människorna mest gott och minst ont. ”Det bästa vi kan göra är att se till att en stor allmänhet förstår utvecklingen och betydelsen av det pågående arbetet, och att begränsa våra personliga ansträngningar till de områden, såsom fysiologi och psykologi, som är *mest avlägsna från krig och utsugning*” (min kursivering) (Wiener 1967 sid 38–39).

Ett kvarstående intryck är att Norbert Wieners etiska ställningstaganden säkert kan ha påverkats mycket av världsläget, hans judiska och akademiska familjebakgrund och starka sociala iakttagelser bland annat som tidningsreporter i unga år. Men tyngden och innehållet i den etiska hållningen är också oupplösligt sammanfogade med det vetenskapliga innehållet. Information och kommunikation är nyckelbegrepp inom såväl cybernetikens matematiska sida som dess kontaktyta mot samhället. Organismer och informationsrika system väcker både inspiration och ansvar. Det är inte kaos som forskaren möter. Naturen som forskarens objekt är inte fientligt, utan låter sig

[18] Man bör minnas att i andra världskrigets slutskede många forskningsresultat hade kommit till militär användning. Om detta fördes en mycket het diskussion. Det är naturligt att baksmällan efter bland annat atombomben kom att påverka många forskare och att frågan om forskningen skulle dra sig tillbaka från destruktiva tillämpningar blev aktuell. Se även den förra noten.

övertalas att samarbeta med honom. Wiener citerar Einstein: ”Herren Gud må vara subtil, men rent elak är han inte.” Forskarens uppdrag är att finna och skapa ordning och begriplighet.

> *”The devil whom the scientist is fighting is the devil of confusion.”*
>
> WIENER, 1967 (sid 259)

En ”tillåten” vetenskap i Sovjet

Forskning utförd vid Södertörns högskola[19] och Linköpings universitet och som redovisas framför allt i Egle Rindzeviciutes doktorsavhandling (Rindzeviciute 2008) avslöjar en oväntad och intressant effekt av Wieners arbete och den cybernetiska tankens genomslag.

Efter första världskriget var Sovjetunionen en av de första moderna stater som uttryckligen ägnade sig åt att övervaka och styra kulturen, vilket tog sig formen av en formaliserad och institutionaliserad statlig kulturpolitik. I denna övervaknings- och styrningsprocess försåg vetenskap och teknologi staten med konceptuella och materiella resurser vilka användes för att definiera såväl själva processen som föremålet för den.

Efter andra världskriget noterades en stark utveckling inom naturvetenskap och teknik och parallellt därmed växte en ny vetenskap fram som behandlade frågor kring kontroll och kommunikation. Norbert Wieners cybernetik fick en bred tillämpning inte enbart inom ingenjörsvetenskapen utan även i frågor som rörde förståelsen av människor, maskiner och samhällen. Som en vetenskap med matematiska förtecken blev den inte politiskt belastad eller misstänkliggjord. Det visar sig att cybernetiken i betydande grad påverkade utformningen av den sovjetiska kulturpolitiken. (I Rindzeviciutes avhandling undersöks särskilt sovjetiska Litauen.) Hon analyserar organisa-

[19] Vetenskaplig ledare: Irina Sandomirskaja, professor i Cultural Studies.

toriska praktiker och officiella och samhälleliga diskurser och belyser komplexiteten i förhållandet mellan styrning och övervakning, kultur, vetenskap och teknologi.

Den dominerande iakttagelsen är att en inflytelserik diskurs rörande cybernetisk styrning och övervakning utformades i Sovjetunionen från 50-talet och framåt. Som en överföring – ”inlån” som jag har kallat det tidigare i boken – från tekniska och vetenskapliga diskurser var cybernetiken användbar inte bara som ett verktyg för att tjäna staten. Den kunde på grund av sin höga vetenskapliga legitimitet även användas av kulturella aktörer för att kritisera själva sovjetsystemet.

2.6 General System Theory (enligt Bertalanffy)

Bakgrund och avsikt

Medan Norbert Wiener identifieras med cybernetiken och syftet att den ska vara en generell vetenskap så står Ludwig von Bertalanffy på ett likartat sätt som portalfigur för General System Theory.[20] Det är frestande att lyfta fram skillnaderna mellan dessa båda män och mellan de anspråk som de reser för sin respektive teorier. Men likheterna bör framhållas. Från relativt likartade frågeställningar, huvudsakligen biologiska och termodynamiska, har bägge letts till att forma teorier som behandlar system och söker förstå deras egenskaper som *helheter*. Teorierna ska inte söka återföra allting till komponenter och elementära lagar. De betonar att teorier från ett område ofta kan och bör lyftas över och lånas in till ett annat. De anser också att det finns

[20] Jag behåller den engelska benämningen, som är nära knuten till Bertalanffy och författare som uttryckligen ansluter sig till hans syn på teorin och dess räckvidd. Det finns ingen anledning att söka lansera en svensk term, eftersom just detta samlingsbegrepp inte fått eller bör få någon varaktig självständig betydelse.

en kärna av gemensam teori som förtjänar att renodlas och utvecklas för sin egen skull.

Men skillnaderna är också slående och intressanta. Wiener håller fast vid att cybernetiken i grunden är en matematisk vetenskap: det som inte kan hanteras med matematikens hjälpmedel hör egentligen inte dit. Inom General System Theory tillåter och välkomnar Bertalanffy inlån av begrepp och tankegångar, och accepterar även verbala modeller: ”en verbal modell av ett system är bättre än ingen modell alls”. Båda författarna har ett propagandistiskt drag i sitt sätt att skriva, men Bertalanffy gör sig oreserverat till talesman för en ny ”disciplin” och ett nytt sätt att bedriva vetenskap. Detta gör han, enligt min mening, skickligt och språkligt övertygande. Det är dock svårt att, utan detaljstudium på varje punkt, urskilja vad som är vetenskapligt bevisade eller åtminstone prövbara utsagor och vad som är retorik och polemik mot dominerande tänkesätt framför allt inom den etablerade biologin.

Medan Wiener, som nämnts, är mycket försiktig vad gäller cybernetikens tillämplighet inom samhällsvetenskapen, har Bertalanffy inga motsvarande reservationer för General System Theory. Mycket av det som Bertalanffy skriver kan läsas som programförklaringar för systemforskning och systemanalys, och plädering för att dessa *borde* prövas och tillämpas på så många områden som möjligt. Det skall också sägas att Bertalanffy gladlynt räknar in cybernetiken som en del-teori inom General System Theory (se nedan).

Bertalanffy var biolog, med matematiska intressen, och arbetade under flera årtionden med frågor kring tillväxt hos organismer och deras ämnesomsättning, men också i viss utsträckning med mentala tillstånd och medvetande hos människan. Inom biologin torde han ha varit en särling, bland annat genom att han tidigt avvisade ”fysikaliseringen” av biologiska fenomen och organismer: alltså den riktning som i första hand söker förstå biologiska fenomen som sammansatta av elementära fysiska och kemiska processer. Han har förfat-

tat läroböcker i teoretisk biologi, men kom gradvis att låna in allt fler ”system”-tankar också från matematik, ingenjörsvetenskap och fysik.

Föregången av några smärre artiklar kom så ”programförklaringen” till General System Theory ut i en tysk tidskrift 1945, och återkom i olika former och detaljeringsgrad i olika tidskrifter åren närmast därefter. En uppdatering och sammanfattning finns i boken *General System Theory* (Bertalanffy 1968) som utöver originalmaterial innehåller ett par helt nyskrivna och reflekterande kapitel.

Den breda och relativt generösa bestämningen av General System Theory[21)] kom tidigt att attrahera många forskare från olika discipliner. Under aktiv medverkan av bland annat nationalekonomen Kenneth Boulding och biomatematikern Anatol Rapoport bildades 1954 en sammanslutning av intresserade, The Society for the Advancement of General Systems Theory (ändrades 1956 till Society for General Systems Research). Dess programförklaring fångar relativt väl både stämningarna och den vetenskapliga ambitionen:

> *”Samfundet […] organiseras för att främja utvecklingen av teoretiska system som kan tillämpas på mer än ett av de traditionella kunskapsområdena (departments of knowledge). Dess huvudfunktioner är att:*
>
> *(1) undersöka likformigheten (the isomorphy) av begrepp, lagar och modeller inom olika områden, och hjälpa till med nyttiga överföringar (transfers) från ett område till ett annat;*
>
> *(2) uppmuntra att adekvata teoretiska modeller utarbetas inom områden som saknar sådana;*
>
> *(3) minimera teoretiskt dubbelarbete inom olika områden;*
>
> *(4) främja vetenskapens enhet genom att förbättra kommunikationen bland specialister.”*
>
> GENERAL SYSTEM, Yearbook 1956

[21)] Ibland används i litteraturen formen System, ibland Systems, utan att någon skillnad avses.

Samfundet fick snabbt relativt många medlemmar, och började ge ut en årsbok, *General Systems Yearbook* (se nedan), och tog initiativ till en vetenskaplig tidskrift *General Systems*, som fortfarande existerar.

Den teoretiska grunden: organiserad komplexitet och isomorfa teorier

Teoretiska bestämningar av General System Theory finns hos Bertalanffy och flera närstående författare inom ”rörelsen”. De har genomgående en milt propagandistisk ton, och saknar av naturliga skäl den skärpa som karaktäriserar till exempel Wieners bestämning av vad cybernetik är.

Några exempel på de teoretiska argumenten skall dock ges. Med gillande återges ett resonemang av Warren Weaver, matematiker och en av informations- (kommunikations-)teorins grundare. Han påpekar att den klassiska fysiken var högst framgångsrik i att behandla ”oorganiserad komplexitet”. Fenomen som partiklarna i en gas, vilkas inbördes sammanhang inte kan urskiljas, kan behandlas med statistiska metoder och beskrivas med termodynamiska lagar. Dagens fundamentala problem handlar däremot om *organiserad* komplexitet. Centralbegreppen blir organisation, helhet, målinriktning, ändamål och differentiering. Dessa är främmande för den konventionella fysikens tankevärld. Däremot dyker de upp hela tiden i ”biologi, beteendevetenskap och samhällsvetenskap” och är oumbärliga när det gäller att handskas vetenskapligt med organismer eller social grupper. General System Theory erbjuder rigorös teori för olika former av organiserad komplexitet, och i många fall möjlighet till kvantitativ analys (återgivet i Bertalanffy 1968 sid 34–35).

Löftena och anspråken är alltså vidlyftiga. Det understryks ytterligare av påståenden om att det inte bara handlar om enkla analogier eller isolerade likheter (som att samma matematiska samband går att använda inom olika områden), utan kravet är högre: ”isomorfin” – teorilikformigheten – skall vara djupgående och röra systemens hela karaktär.

Till det pläderande (propagandistiska) draget i Bertalanffys framställning kan man också räkna argumenten till förmån för vetenskapliga generalister. Vårt samhälle behöver, menar han, vetenskapsmän som kan brygga över och foga samman den allt mer uppsplittrade kunskapen. Allmängiltiga vetenskapliga principer blir allt viktigare i förhållande till specialvetenskaper, som vet allt mindre om varandras resultat. Någon eller några i en forskargrupp, eller på en utvecklingsavdelning i ett företag, måste ha utbildning att tänka i helheter, sammanhang, system. Här borde en tvärvetenskaplig generalistutbildning, byggd på General System Theory, vara en stor del av svaret.[22)]

Teorin och metodrepertoaren

När Bertalanffy 1968, alltså 20 år efter Cybernetics och 23 efter det att han själv 1945 publicerat grundartikeln för General System Theory, skall värdera läget och framstegen gör han ett brett svep och en generös bedömning av läget. Han markerar en tydlig skillnad mellan *grundvetenskapen* General System Theory ”i vid mening” och *tillämpad* systemforskning, ibland kallad Systems Science.

I det senare, tillämpade fältet läggs in:

- det växande området Systems Engineering, ungefär vad som i dag kan kallas reglerteknik och (teknisk) systemvetenskap,

- operationsanalys, ett område som hade vuxit kraftigt under efterkrigstiden (och som behandlas utförligare i kap 4),

- människa-maskin-interaktion, MMI, och Human Engineering.

[22)] Det är värt att notera att den tvärvetenskapliga ”humanistingenjörsutbildning” med kombinerade tekniska, samhällsvetenskapliga och humanistiska inslag som startades vid Uppsala universitet ht 2000 officiellt har givits benämningen ”system i teknik och samhälle”.

Medan de senare alltså betraktas som tillämpade vetenskaper skall General System Theory betraktas som en ”basic science”.

Till General System Theory *i vid mening* hänförs dels General System Theory i snävare mening, vilket ungefär överensstämmer med områden inom vilka von Bertalanffy presenterat egna originalarbeten (se nästa delavsnitt).

Till detta kommer sedan följande vetenskapsområden inom vilka nya rön fyller behov som identifieras inom General System Theory:

- Cybernetik (se avsnitten 2.2 till 2.5 ovan),
- Informationsteori, som grundlades under åren under och strax efter andra världskriget, i nära förbindelse med Cybernetiken (Shannon och Weaver 1949) se också 2.3 ovan,
- Spelteori, som en avvikande och originell teori för ekonomiskt beteende, utarbetad av en matematiker och en ekonom i samarbete (von Neumann och Morgenstern 1944),
- Beslutsteori, som analyserar rationella val i organisationer[23)],

[23)] Jag är osäker på om författaren här syftar på enbart klassiska, närmast operationsanalytiska, metoder för ”rationella” beslut, till exempel investeringskalkyler eller olika metoder att möta osäkerhet, eller om det innefattar beteendevetenskapligt färgade teorier om ”begränsad rationalitet”, ”muddling through” och så vidare (Simon 1971, Cyert & March 1992, Lindblom 2002). Se vidare kapitel 4 om operationsanalys och systemanalys.

- Topologi: den gren av matematiken som handlar om sammanhang och kontinuitet; den kan användas bland annat för analys av grafer och nätverk,

- Faktoranalys: statistisk teknik som kan brukas för att urskilja samband som beror på flera variabler, som används bland annat inom psykologin och besläktade områden.

General System Theory i snäv mening

Inom den vida ram som tecknas för systemforskningen utarbetar Bertalanffy utifrån egen expertis och behov inom sina valda kärnområden något som kan kallas (och som han själv kallar) General System Theory ”i snävare mening”.

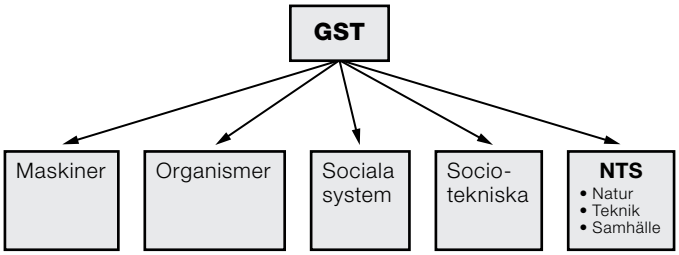
Huvudspåret i denna teori, som här bara skall beröras mycket kort, börjar i termodynamiskt öppna system (fortfarande inom ramen för klassisk termodynamik) och preciseras sedan till biologiska ”organismer” som blir en särskild klass av öppna system, karaktäriserade av materialtransport över systemgränsen och en dynamik (utveckling över tiden) bestämd av ett system av ordinära, lineära differentialekvationer (eller ekvationer som med rimlig grad av approximation kan betraktas som lineära). Ur dessa kan urskiljas olika huvudtyper av utveckling, som avklingande, självförstärkande eller stationär. (Slutsatserna är snarlika, och matematiken densamma, som i resonemangen om positiv och negativ återkoppling, se avsnitt 2.4). Poängen ligger inte i avancerade matematiska resultat, utan snarare i iakttagelser att kända utfall av matematiska ekvationer har motsvarigheter i levande system: hur näringstillförsel, energitillskott, metabolism, homeostas, konkurrens mellan arter och så vidare kan illustreras och förklaras i relativt enkla matematiska termer.

En inte alltför orättvis sammanfattning av von Bertalanffys verksamhet och publicerade arbeten är att de är föga nyskapande var och en för sig, men utgör en ambitiös och inspirerande agenda för system-

tänkande och allmän systemvetenskap. Han visar också på ett nyttigt sätt på redan utvecklade områden som bör tänkas in i systemvetenskap i bredare mening. Hans egna bidrag, så som de framstår i utvalda skrifter (Bertalanffy 1968), är sannolikt intressanta i kombination med de biologiska problem i vilka de uppstått, men räcker inte långt i förhållande till den övergripande, ”stora” ambitionen.

Slutligen ställer vi en fråga som är central för denna bok: vilka anspråk reses inom General System Theory gentemot samhällsvetenskapliga problem, och vilken nytta kan den göra för att lösa sådana? I programförklaringar och generella översikter ställs åtskilliga sådana växlar ut, vilket framgått ovan. En framstående ekonom som Kenneth Boulding engagerar sig i rörelsen, med motivet att ekonomi och samhällsvetenskap skulle ha stor nytta av ”allmän empirisk teori” eller ”allmän systemteori” (Bertalanffy 1968 sid 14). Emellertid letar man förgäves efter några ”tunga” forskningsresultat som kan hänföras till en sådan teoribildning, liknande dem som faktiskt kan uppvisas inom biologi och teknik. I årsböcker, tidskriftsartiklar och kommande böcker finns emellertid en växande ström av artiklar som tillämpar General System Theory på samhällsvetenskapliga problem, vilket utförligare skall diskuteras nedan.

Von Bertalanffy:s hållning i den principiella frågan om GST som överteori kan, i stort sett utan ändring, överföras från grundschemat figur 1:3.



Figur 2:4 I princip kan system av alla olika slag analyseras och förstås med hjälp av General System Theory.

2.7 Stabilisering och skolbildning

Ett sätt att tänka: W Ross Ashby

De tongivande författare som vi mött i detta kapitel har intagit en gemensam position: systemteori respektive cybernetik är ett sammanhängande område: ”väsentligen en enhet”. Å andra sidan kan man, i synnerhet hos Wiener, urskilja en motrörelse. Med hans starka betoning av och intresse för matematiken kan han ge intrycket (och

någon gång även uttrycka) att cybernetiken snarast är en verktygslåda, huvudsakligen innehållande matematiska verktyg.

Många av pionjärarbetena inom cybernetik, men även General System Theory, arbetade med ganska avancerade begrepp från bland annat matematik och elektronik. De reser därmed en hög tröskel för exempelvis biologer eller samhällsvetare som skulle vilja utnyttja tankegångarna.

En av pionjärerna är W Ross Ashby. Han har givit egna originalbidrag till forskningen[24] som enligt bland andra Wiener varit både avgörande och snillrika. Ashby skulle enligt Wiener ha varit den förste som insåg hur automatiska maskiner, utsatta för i princip slumpmässiga impulser, skulle kunna *lära sig* av tidigare händelser. Därigenom skulle de kunna uppnå en ändamålsinriktning, en målstyrning, som har stora likheter med den som man förknippar med levande organismer.

Den insats av Ashby som här skall beröras är emellertid av annat slag. Han har författat en lärobok *An introduction to cybernetics* som blivit vägledande för många generationer studenter.[25] I denna vill Ashby visa att cybernetiken framför allt är ett sätt att tänka vetenskapligt, inte en matematisk verktygslåda. För att förstå cybernetik är man inte beroende av avancerade kunskaper i matematik eller elektronik.

Ashbys program är ambitiöst och kompromisslöst. Grunden för cybernetiken kan och bör läggas generellt, utan att man behöver härleda den ur särskilda materiella eller biologiska förhållanden. Den handlar, säger Ashby, inte om vad maskiner, organismer eller andra system *är* för något, utan om hur de *uppför* sig. Cybernetik handlar om alla former av uppförande (*behavior*), så länge detta är regelbundet, förutsägbart eller reproducerbart. ”The materiality is irrelevant”.

---

[24] Framför allt genom boken *Design for a Brain* (Ashby 1952).

[25] W Ross Ashby (1956). Först publicerad 1956. Paperback edition 1964, omtryckt 1968. Denna bok torde ha använts vid utbildningar i hela världen ett gott stycke in på 1970-talet.

Den imponerande ambitiösa uppgiften att lägga en icke-trivial grund för en allmän teori för systems beteende, utan att använda någon avancerad matematik, löser Ashby med en indelning i tre avdelningar, med gradvis progression i svårighetsgrad (och dessutom många väl uttänkta övningsexempel).

I en första del behandlas ”*Mechanism*”. Där utvecklas grundbegrepp som transformation (att ett tillstånd på ett bestämt sätt överförs till ett annat), input och output, återkoppling och störning (ett system rubbas ur ett jämviktsläge). Stabilitet blir ett nyckelbegrepp och grundidén om den svarta lådan utvecklas (se ovan avsnitt 2.4).

I andra delen introduceras *sannolikhet och slump* som huvudfrågor. Efter diskussioner om variation och överförbarhet når man fram till grundbegreppen entropi, brus och signalöverföring.

I den tredje delen, slutligen, ställs de principiella problem som *biologiska system* ger upphov till. Hur skall man förstå överlevnad? Hur mycket variation måste finnas i ett system för att det skall klara påfrestningar och störningar? Hur regleras enkla system för att de skall hålla sig eller utvecklas i jämvikt, och hur regleras mycket stora system? Vad är förstärkning? Kan intelligens förstärkas?

Detta är inte platsen att recensera *An introduction to cybernetics* som lärobok. Det intressanta i förhållande till den här bokens syfte är att det går att förankra och förklara ett ”sätt att tänka” utan ständiga och återkommande inlån från konkreta system, och utan tunga beroenden av matematikens olika grenar. Han rör sig, kan man säga, i den översta lådan i Figur 2:3. Ashby lyckas väl i sin ambition att visa upp tankemodeller (som han alltså sammantagna kallar cybernetik) vilka kan ges en mycket generell tillämpning på många olika områden.

Men om vi slutligen till Ashby ställer frågan hur cybernetiken kan berika samhällsanalys och samhällsvetenskap så blir även här svaret ganska blekt och svävande. Vid sidan av de ofta upprepade försäkringarna om att ”a single vocabulary and a single set of concepts are suitable for representing the most diverse types of systems” så letar man

förgäves efter några uthålliga försök att tillämpa tankegångarna på samhällsfenomen eller inom samhällsvetenskapen. Ashby tar trevliga exempel från olika områden, men leds i de stora dragen av sitt huvudintresse, som är levande system, organismer, i synnerhet hjärnan.

McCulloch

Vid sidan av Wiener brukar Warren S McCulloch, i synnerhet av senare forskare med biologisk inriktning, betraktas som cybernetikens andre grundare (”the Grandfathers of Cybernetics” skriver Stafford Beer i en av sina böcker). McCulloch kommer från den biologiska traditionen och publicerade, till viss del oberoende av Wiener, grundläggande arbeten om betydelsen av återkoppling, kontroll, stabilitet och självorganisering. Han förde åtskilliga av dessa tankar vidare inte bara till frågor kring människans hjärna utan också till frågan om medvetandet. För vidare bakgrund om McCulloch som cybernetiker hänvisas till hans egna arbeten (McCulloch & Pitts 1943, McCulloch m fl 1953, McCulloch 1988 och *Collected Works* 1989) samt till von Foerster (1995) och Ashby (1956).

General Systems:
rörelsen och årsboken

Som tidigare nämnts bildade bland andra von Bertalanffy, Anatol Rapoport och Kenneth Boulding 1954 *The Society for the Advancement of General System Theory* (senare *General Systems Research*). Under inte mindre än 31 år, med början 1956 och slut 1988, gav denna Society ut en årsbok med vetenskapliga original- och översiktsartiklar.

Årsboken *General Systems Yearbook* (1956–1988), vol I–XXXI anknyter i viss grad till möten och konferenser om ”General Systems” som hållits under denna tid. Men eftersom den, i synnerhet under de första 15 åren, till stor del består av omtryck av originalartiklar som publicerats i tidskrifter eller böcker under året, ger den en ganska bra karta över hur just detta idéspår, General Systems, har löpt och för-

grenat sig i den vetenskapliga terrängen. Med den nämnda uppläggningen, att välja ut och återge originalbidrag, har givetvis redaktören och redaktionskommittén en nyckelroll. Redaktörer fram till 1972 var von Bertalanffy och Anatol Rapoport. Efter von Bertalanffys död 1972 fortsatte Rapoport ensam fram till 1978. (Årsboken 1978 ägnades, som ett tack, helt åt Rapoports specialområde: matematisk teori för konflikter.) Under årsbokens sista 10 år sköttes årsboken av ett par, mindre namnkunniga, redaktörer men i gengäld hade man engagerat bredare sammansatta redaktionskommittéer. I den sista redaktionskommittén, 1988, återfinns Heinz von Foerster, se nedan, liksom den svenske systemvetaren Kjell Samuelsson, Stockholms universitet.

Jag har gått igenom samtliga 31 volymer och funnit mycket intressant i dem. Under tiden fram till 1978 är årsbokens profil sig ganska lik, medan den under de sista 10 åren tycks mera vacklande och ombytlig i inriktningen. Att göra en kvalitetsbedömning av en så stor mängd vetenskapliga uppsatser är givetvis vanskligt. Jag vågar dock påstå att kvaliteten i början är hög, med ett inte obetydligt antal bidrag av verkligt framstående forskare. Under den första perioden fungerar bland andra Kenneth Boulding och Ross Ashby som ordförande i Society for General Systems Research, och de medverkar under dessa år flitigt i årsboken. En annan återkommande bidragsgivare är Russell Ackoff (vars insatser och profil är dominanta i samband med operationsanalysen, se kap 4). Men sedan sjunker kvaliteten långsamt över tid, samtidigt som antalet originaluppsatser ökar: troligen skulle många av dessa inte platsa sig i ”normala” tidskrifter. Redaktörerna kommenterar i varje volym ”områdets” utveckling. I tillägg till ett fortsatt självmedvetet grundbudskap att General Systems är ett vitalt och viktigt ämnesövergripande område kommer gradvis in en något kverulantisk underton. Att General Systems-författare inte får sina alster publicerade i etablerade tidskrifter tas till intäkt för att de är före sin tid eller har ett brett, och därför impopulärt, angreppssätt. Under de sista åren sjunker, enligt min bedömning, kvaliteten starkt,

och det märks att 1988 ingen riktig entusiasm återstår för att samla arbeten kring General Systems i årsboksform.

Ovanstående får inte tolkas så att ”området” har bevisat sig ofruktbart, och inte heller så att alla framstående forskare struntar i det. Jag tolkar förloppet så att de speciella anspråk som von Bertalanffy och Rapoport uttrycker så småningom känns ganska tröttsamma, och på det teoretiska planet tvivelaktiga. I följe med detta blir då ”projektet” allt mer omöjligt. Ett systemforskningens moment 22 uppstår här: om en principiell teoretisk förståelse av den typ som General Systems representerar har central betydelse i snart sagt *alla* vetenskaper och tillämpningar, är givetvis idén att täcka dessa i en särskild årsbok eller tidskrift dömd att misslyckas.

Den teoretiska ambitionen och General Systems som en *meta-disciplin* återkommer som tema i varje årsbok. Det finns några briljanta artiklar på det temat. Bäst tycker jag om Bouldings bidrag till den första årsboken: ”General Systems Theory – the Skeleton of Science” (*General Systems* 1956). Där utvecklar han vältaligt tanken att det behövs en ”body of systematic theoretical constructs” för att beskriva de mest generella sambanden i den empiriska världen. Udden riktas mot disciplinär självtillräcklighet och dålig kommunikation mellan specialister. Boulding menar också att ”skelettet i garderoben” är lite skrämmande för vetenskaper som vägrar erkänna behovet av vidgat, systematiskt kunnande över ämnesgränser. En fortsättning i samma anda, men i mindre anspråksfull form, finner man i tidskriften *Systems research*, som utkom fram till 1996 (Systems research 1984–1996).

Emellertid tycks mig de återkommande, allmänna proklamationerna om General Systems nödvändighet och nytta snarast motverka sitt syfte. Det går inte att undgå intrycket att det, trots försäkringar om motsatsen, är fråga om att trycka ett visst tankeschema (starkt influerat av matematisk biologi) på praktiskt taget allting. Någon nämnvärd kritisk diskussion av dessa meta-disciplinära huvudteser förekommer inte. Först i årsboken 1979, när Rapoport har lämnat redaktörskapet,

kommer fränare kritiker till tals. Där finns bland annat ett bidrag av nobelpristagaren Jaques Monod (även han biolog), som helt underkänner von Bertalanffys anspråk. Man kan inte skapa en teori som omfattar alla system! Om anspråken å andra sidan skulle vara riktiga, menar Monod, skulle vetenskapen inte kunna uttala sig meningsfullt om någonting som helst.

I relation till frågeställningen i den här boken bedömer jag dessa teoretiska och meta-disciplinära anspråk som tämligen ointressanta. Jag delar många av till exempel Bouldings förhoppningar, liksom hans farhågor för uppsplittring och teorilöshet i vetenskapen. För de praktiska syften som är grunden för min framställning är de vida anspråken (från t ex von Bertalanffy) kontraproduktiva eller i varje fall ointressanta. Intressanta är däremot många av de *konkreta* undersökningar, systemanalyser, modellbyggen och inlån mellan olika områden som redovisas i årsboken.

Det talas mycket i årsboken om hur viktig systemteorin skulle bli för lösning av samhällsproblem och inom samhällsvetenskapen. I början – under 1950-talet – tycks några av löftena att vara på väg att infrias. En framstående ekonom och samhällsforskare, Kenneth Boulding, ställer som nämnts upp som en av rörelsens ledare och portalfigurer. Uppsatser av prominenta samhällsforskare, som Kenneth Arrow (senare nobelbelönad i ekonomi), Chris Argyris, Karl Deutsch med flera förekommer i den första fasen. Sammantagna och över tid gör emellertid de återkommande avdelningarna ”Social Systems” ett splittrat och valhänt intryck. Skulle man döma enbart efter dessa skulle allmän systemteori bara tilldra sig marginellt intresse inom samhällsvetenskapen, och dessutom från ganska udda forskare.

Det är bara i några översiktsartiklar (t ex i den förträffliga uppsatsen av O R Young, *General Systems* 1964, sid 61–80) som man får klart för sig att det samtidigt förekommer omfattande och delvis djupgående inlån av systemtankar till samhällsvetenskapen (som jag behandlar i kap 5). Försöken att från General System Theory sträcka

sig ut till samhällforskning och samhällsproblem har varit långt mindre betydelsefulla än motsvarande försök från (mer eller mindre etablerad) samhällsforskning att *sträcka sig in* mot systemteori och cybernetik.[26)]

2.8 Andra ordningens cybernetik: von Foerster

> *Första ordningens cybernetik: cybernetik för observerade system*
> *Andra ordningens cybernetik: cybernetik för observerande system*
>
> HEINZ VON FOERSTER

Ännu en särpräglad personlighet …
Heinz von Foerster (1911–2002) hade i stort sett samma bakgrund som flera av de andra pionjärerna inom cybernetik och General System Theory (Ashby, Bertalanffy, Rosenblueth, McCulloch …). Han innehade en dubbel professur, dels i elektroteknik (Electrical Engineering) dels i biofysik. Hans arbetsbas var under större delen av hans yrkesverksamma liv laboratoriet för biologisk databehandling (Biological Computer Laboratory) vid University of Illinois, Urbana, Illinois. Von Foersters huvudsakliga produktion inom cybernetik och systemteori härrör från perioden 1949–1982.

Von Foerster har på senare tid blivit mycket citerad, och framstår som något av en kultfigur i vissa systemforskarkretsar. Vad detta beror på kan jag inte svara på, men det finns två ledtrådar. Det första är att han har en utomordentlig förmåga att formulera innehållsrika ”oneliners”: snärtiga och överraskande sammanfattningar av vetenskapsteoretiska och metodiska ståndpunkter. (I detta avseende har han, inom det fält som den här boken täcker, bara en jämbördig: ekonomen

[26)] Läsaren kan dock notera att de egensinniga och framgångsrika författare som behandlas i kapitel 3 i huvudsak sträcker sig *ut*, från systemteorier till samhällsproblem.

Kenneth Boulding.) Det andra skälet är sannolikt viktigare. Von Foerster driver nämligen mycket konsekvent tesen att systemforskningen inte kan bortse från att *den verklighet som människan söker observera i många fall innehåller henne själv.* Därför är den kunskap, som kan vinnas om ”observerande” system, av ett annat slag än den som gäller observerade system (som maskiner eller naturen). Det kan se ut som om von Foester härleder denna tes från ett rent biologiskt synsätt. Människan är en del av det levande. När hon talar om biologi talar hon om sig själv.

> ”*The Laws of Nature are written by man.*
> *The laws of biology write themselves.*”

Men han utvecklar också denna tankegång så att den närmar sig den i samhällsvetenskapen centrala (och problematiska) tanken att social verklighet är konstruerad, inlärd och överenskommen (von Foerster 1984, sid 287 ff). Här har alltså moderna samhällsvetare, antingen de ansluter sig till de konstruktivistiska tankegångarna eller håller avstånd till dem, lätt att känna igen sig (jfr vidare kap 6, särskilt 6.5 och 6.6).

I olika skrifter utvecklar han skillnaden mellan system som man observerar (första ordningens cybernetik) och system som observerar (andra ordningens cybernetik). Observation står alltså som vetenskapsteoretiskt grundbegrepp, vilket innebär att begreppet *kognition* och tankar kring organismers och människors *lärande* blir centrala. Alla system som innehåller något anspråk att säga något om sig själva, alltså är självrefererande, måste enligt von Foerster hänföras till andra ordningens cybernetik.

Det kan sägas om von Foerster, liksom om andra författare som diskuteras i detta kapitel, att han pekar med hela handen mot samhällsvetenskapliga frågeställningar, men knappast med någon uthållighet bidrar till deras lösning eller följer upp med egen forskning. Däremot vill jag tillskriva von Foerster en större relevans i förhållande till sam-

hällsvetenskapens problem och självuppfattning än de flesta systemforskningskolleger. Han tycks helt enkelt ha erövrat ett sätt att tänka på vetenskap som liknar många samhällsvetares. Så här formulerar han till exempel (von Foerster 1984) två satser (satser eller teorem är byggstenar när en matematiker bygger upp ett vetenskapligt arbete):

Theorem 1:
The more profound the problem that is ignored, the greater the chances for fame and success.

Sats 1: Ju mer djupgående det problem är som man bortser ifrån, desto större chanser har man att bli berömd och framgångsrik.

Theorem 2:
The hard sciences are successful because they deal with the soft problems; the soft sciences are struggling because they deal with the hard problems

Sats 2: De hårda vetenskaperna är framgångsrika eftersom de handskas med de mjuka problemen, medan de mjuka vetenskaperna kämpar eftersom de handskas med de hårda (svåra) problemen.

I en senare publikation kompletteras de med en tredje sats:

Theorem 3:
The Laws of Nature are written by man. The laws of biology write themselves.

Sats 3: Naturens lagar skrivs av människan. Biologins lagar skriver sig själva.

Det är klart att detta möter igenkännande och ljuder som ljuv musik inte bara hos biologer, utan också hos samhälls- och beteendevetare.

Som en ytterligare orientering om von Foersters tankevärld och dess möjliga relevans inom teorin för sociala och socio-tekniska sys-

tem skall jag dels kommentera en större lärobok/kompendium, dels göra ett par nedslag i von Foersters originalarbeten.

Cybernetics of Cybernetics

Läsåret 1973/74 höll von Foerster en kurs på ovanstående tema vid University of Illinois. Med hjälp av studenterna på kursen, ett antal kolleger från det egna universitet och några gästföreläsare gjordes ett kurskompendium som torde vara unikt i sitt slag. Denna bedömning delades uppenbarligen av American Society for Cybernetics och förlaget Future Systems Inc vilka så sent som 1995 föranstaltade om ett omtryck av denna (även viktmässigt) imponerande volym (von Foerster 1995). Boken innehåller grundmaterialet för kursen, och är samtidigt ett av dess väsentliga resultat: en nära 600 sidor tjock projektredovisning.

Som lärobok tar *Cybernetics of Cybernetics* ett helt annat grepp än exempelvis Ashby (hans lärobok refererades ovan). Den är uppbyggd kring ett antal av cybernetikens och systemforskningens grundbegrepp. Dessa belyses genom medellånga citat (minst två olika författare per begrepp) och ett begränsat antal originalartiklar. Dessutom redovisas litteraturlistor, kortreferat, diagram, bilder, citat och exempel som studenterna tillfört under kursens gång.

Några av de grundbegrepp som får strukturera framställningen är följande:

Cybernetics, General System Theory, Systems, Feedback, Ultrastability, Goal, Homeostasis, Process, Control, Hierarchy, Holism, Reductionism, Variety, Conditioning, Adaptation, Scientific Method, Intuition, Algebra, Artificial Intelligence, Order, Randomness, Entropy, Redundancy, Cognition, Knowledge, Society, Socialization, Necessity, Need, Reality, Double-bind, Explanation, Communication, Truth.

Denna lista (som ändå inte är komplett) kan göra ett fladdrigt och möjligen också över-teoretiserande intryck. Men det sätt på vilket studenter och lärare har utnyttjat materialet är till stora delar mycket

konkret: en mängd exempel har arbetats igenom i detalj, man har med datorns hjälp upprättat tabeller över sannolikheter och till exempel över hur många kombinationer man kan skapa av ett begränsat antal personer. Det görs många träffande och ibland respektlösa jämförelser mellan olika författares begrepp och slutsatser.

Von Foerster var kursledare och hans anda svävar över materialet och uppläggningen, även om många andra författare utförligt kommer till tals (bland dem Wiener och Ashby, men också forskare med andra utgångspunkter: Jürgen Habermas, Stafford Beer, Garrett Hardin). Underrubriken ”the control of control and the communication of communication” signalerar det intellektuella programmet. Här gäller det att reflektera över hur ”kontroll” utövas, dess gränser och förutsättningar, inklusive paradoxer och eventuella omöjligheter. Det gäller också att veta att den som studerar kommunikation själv är indragen i den kommunikativa och kognitiva processen. De ”lagar” som styr människor, organisationer och organismer är inskrivna i dem själva. Självreferens inom olika system blir ett återkommande tema (lyckligtvis ges frågan inte något slutgiltigt teoretiskt svar!).

Om man i denna stora volym söker upp de ställen som tycks utlova en systematisk behandling av *samhällsvetenskapliga* frågor, finner man dock ganska lite. Detta betyder inte att den teoretiska materien och de många tankefigurer som presenteras skulle vara oviktiga eller oanvändbara i samhällsanalysen, utan bara att denna möjliga linje inte (här) undersöks på djupet eller med uthålligt intresse.

Parallellt med en pedagogisk och många gånger uppfriskande behandling av cybernetikens och den allmängiltiga systemteorins fundament, finns alltså en genomgående tanke – som hos von Foerster med åren blir allt tydligare uttryckt – nämligen att verkligheten är uppfunnen eller konstruerad (”invented, rather than discovered”) (von Foerster 1984, Preface to Second Edition).

Observerande system

Originalartiklar av von Foerster finns givetvis i tidskrifter och bland annat i handlingar från nationella (USA) och internationella cybernetik-konferenser. En kärna av von Foersters originalartiklar om system har samlats i en volym, *Observing Systems*, och försetts med förord av hans vän och yngre kollega Francisco Varela (von Foerster 2. uppl. 1984). I förordet beskriver Francisco Varela von Foersters vetenskapliga position och hans olika ”åldrar” med hjälp av artiklarna. Enligt denna sammanfattning består von Foersters förståelse av systemforskningens art och resultat av två steg:

> ”*Först måste vi förstå sådana system som har en viss typ av inre sammanhang mellan sina komponenter.*”

> ”*Sedan måste vi förstå att vår egen förståelse av sådana system beror av likartade mekanismer.*”

Lärogången i von Foersters egen produktion är, enligt Varela, i grunden väldigt konsekvent. Den handlar om hur kognition, uppfattande och lärande, egentligen går till. Genom en ganska mödosam vandring genom informationsteorin (brus kan faktiskt öka redundansen och därmed ”rikedomen” i ett budskap, jfr not 11) och molekylärbiologi (självorganiserande system kan egentligen inte finnas, men ändå tycks de finnas överallt i den levande världen…) kommer han fram till sin symmetriska och intressanta uppfattning av kognition. Den klassiska *objektivitetsprincipen*, att observatörens egenskaper inte får inverka på hur observationen beskrivs, måste kompletteras med en *post-objektiv princip*: beskrivningen av observationen ska avslöja observatörens egenskaper. Von Foerster avvisar alltså den enkla bilden av system (t o m lärande system) som något som registrerar vad som finns ”där ute”, tar hand om detta som *input*, bearbetar det och levererar ett *output*. Det handlar i stället om ett symmetriskt förhållande mellan

observatör och observerat – och ett i princip oändligt antal återkopplingar dem emellan.

Bland von Foersters egna artiklar anser jag att särskilt två förtjänar att särskilt nämnas i detta sammanhang.

Den första av dessa behandlar det – särskilt bland biologer – utmanande och viktiga problemet om självorganiserande system (”On self-organizing systems and their environments”, von Foerster 1984, sid 2–22). Tidigare i detta kapitel har vi noterat hur maskiner, samhällen och organismer representerar fickor av minskande entropi (= ökande ordning), inne i en omgivning och som del av ett större system (som givetvis måste lyda termodynamikens andra lag som säger att entropin hela tiden ökar). Hur maskiner och samhällen ”organiseras” kan vi utan stor intellektuell vånda tänka ut. Men den ”självorganisering” som växter, ekotoper och människor tycks uppvisa verkar vara något annat. Litteraturen om detta är stor, och tycks mig till stora delar vara mystifierande snarare än klarläggande. Von Foerster gör (i ett föredrag inför en konferens 1960 om självorganiserande system) först rent hus med föreställningen om att det skulle finnas självorganiserande system (”vilket kommer i närheten av att förneka termodynamikens andra lag”). I stället bör man se dem som system som står i så nära kontakt med sin omgivning att de framgångsrikt kan stjäla energi och ordning från denna omgivning. Det är i denna, avdramatiserade, form som man möjligen kan tala om självorganisering (von Foerster 1960).

Därefter konstruerar von Foerster ett fysiskt (alltså inte ett biologiskt) självorganiserande system. Det är byggt på små magnetiska skivor (kvadratiska, med pluspol på ena sidan och minuspol på den andra), vilka kan byggas ihop till små kuber (det finns exakt tio stycken olika sätt att göra det). Man gör sedan ett visst, listigt urval av sådana magnetiska kuber, och lägger dem huller om buller i en låda. När man skakat om lådan och öppnar den igen skall man finna att kuberna ordnat sig i långa staplar, balkar och stegar: de bildar nu ett system som enligt både sunt förnuft och entropimått är *mera* ord-

nat än den röra som ursprungligen rådde i lådan. Detta blir en väldigt elegant och samtidigt avdramatiserad illustration av ”självorganiserande” system.

Den andra artikeln har ett tema som redan nämnts: en tidig och omsorgsfull argumentering för att verkligheten är konstruerad (”On constructing a reality”, publicerad 1973, von Foerster 1984, 288–308). Medan de flesta samhällsvetare förlägger ”konstruktionen” eller ”överenskommelsen” om hur det förhåller sig till sociala grupper och språkliga ”diskurser” (se kap 6) så tar von Foerster sin utgångspunkt i sinnesorganen, särskilt ögat. När till exempel ögat tar emot en fysisk signal från omgivningen, görs denna till föremål för en uträkning (”computation”). Synapser, nervbanor och hjärnceller gör en kalkyl och ställer frågor tillbaka till verkligheten. Ytterligare bearbetning följer, och så småningom inställer sig en jämvikt. Det som räknats ut ”stämmer” i någon mening med det som ”observerats”. Så långt bygger resonemanget på vedertagen kunskap om nervsystemet och sinnesorganen, även om tanken uträkning/*computation* är innovativ. Den så beskrivna processen kallar von Foerster för *kognition*. Sedan följer tolkningen. Ett postulat lyder: nervsystemet är organiserat (eller organiserar sig) så att det räknar ut en stabil verklighet. Slutresultatet av denna uträkning kallar von Foerster för *closure*. Parallellen till samhällsvetenskapens motsvarande begrepp är slående. Men det är en parallell, inte en identitet. Jag kommer senare mer utförligt tillbaka till hur ”konstruktivistiska” samhällsvetenskapliga teorier uppstått och vilken roll de spelar i systemforskningen (kap 6, avsnitt 6.5).

Ansvar

Detta leder slutligen till några iakttagelser om forskarens ansvar. Om jag, forskaren, på teoretiska grunder har insett att jag är den ende (menar von Foerster i den just nämnda artikeln) som ser vad jag ser och den ende som avgör hur jag handlar, så är jag också ansvarig för mina handlingar. Genom en elegant tankemanöver avvisas den rakt

motsatta tolkningen att ”jag” inte alls skulle vara ansvarig för vad som händer ”andra”. Om jag inte erkänner att andra är inneslutna i min bild av världen, och att jag är innesluten i deras, så blir hela världen absurd. Slutsatsen är *Reality = Community.*

Allra sist skall nämnas en i formatet liten men i räckvidden hisnande artikel, med titeln ”Responsibilities and Competence”.[27)] Denna innehåller en maning till cybernetiker och systemforskare att ta sig an de svåra frågorna (han utgår här från Theorem 1 och Theorem 2 ovan). Vi (systemforskare, cybernetiker) har möjligheter att analysera system, och eftersom vi också vet att det går att räkna ut det mesta och att det går att hejda entropiökningen, varför skulle inte vi kunna hjälpa till att göra världen bättre? Med en för alla fysiker och matematiker välkänd parallell till en-kropps-problemet (hanterligt), två-kropparsproblemet (svårt) och mångkropparsproblemet (olösligt eller näst intill, jämför dock resonemanget från Gibbs m fl, 2.3 ovan) ställer von Foerster sina systemforskarkolleger inför tre problem, som de borde ta sig an:

1. The single-brain problem: The brain sciences
2. The two-brain problem: Education
3. The many-brain problem: Society.

Kompetens medför ansvar. Det ansvaret borde alla som fått en cybernetisk kompetens ta. Vi kan inte stå som kompetenta men handlingsförlamade åskådare till globalt sammanbrott. Det är vår sociala och individuella skyldighet att engagera oss. ”*Cyberneticians of the world, unite!*”

[27)] Huvudanförande (Keynote speech) vid American Society for Cybernetics möte 1971 (von Foerster 1984, sid 206–210).

2.9 Om system inom teknik och naturvetenskap

Tekniktillämpning dominerar

De teorier som behandlades tidigare i kapitlet och som kan sägas ingå i den cybernetiska traditionen har i dag och säkert även i framtiden sina flesta tillämpningar inom teknik och naturvetenskap, och allra mest för analys och konstruktion av *tekniska* system.

Eftersom ett av syftena med denna bok är att underlätta inlån mellan skilda vetenskapstraditioner som behandlar system ska jag bara helt kort beröra kunskapsläge och utvecklingstendenser inom dessa grundvetenskaper och renodlat *tekniska* system.[28)] Dessa ligger ju inte i huvudfåran för den här framställningen.

Det finns, som jag redan flera gånger påpekat, ytterligare en riktning som utgår från den cybernetiska traditionen, nämligen studiet av *levande system*, organismer. Inlån från den moderna teorin för sådana system kan vara av stort intresse även för systemanalyser till exempel inom energi- och miljöområdena. Det må vara denna boks största begränsning eller brist att denna linje inte följs upp. Den kommer i fortsättningen bara att beröras genom de spår den sätter i de samhällsvetenskapliga teorier som behandlas (kap 3 och 5). Det ska också noteras att det – ännu längre från den här bokens huvudspår – finns en relativt omfattande litteratur som går ett steg vidare från den tidiga cybernetikens intresse för hjärnan och söker förstå mänskligt medvetande, psykiska processer och terapier i ”system”-termer.[29)]

[28)] Längre fram i boken kommer jag att argumentera för att det ofta är olämpligt att betrakta tekniska system som ”renodlat” tekniska (kap 6).

[29)] Detta område kallas av Luhmann för ”psychic systems” och identifieras som en huvudkategori av system (Luhmann 1984), (jfr figur 1:2). Det går också att urskilja en ”system”-tradition inom psykologi och psykoanalys. Detta spår har jag inga förutsättningar att följa. Ett heroiskt och till stora delar vällyckat försök att knyta samman mänskligt medvetande med moderna naturvetenskapliga rön (alltså inte bara det vi här kallat systemvetenskap) är Tor Nørretranders bok *Märk världen* (Nørretranders 1993).

Inom tekniken och de tekniska grundvetenskaperna finner man spår och fortsättningar av cybernetikens grundidéer i olika vetenskapstraditioner: inom termisk och statistisk fysik, reglerteknik, kommunikations- och informationsteknik – med flera. Men inom dessa hänvisas sällan eller aldrig till någon övergripande systemteori eller något sammanhållande systembegrepp. Det kan därför synas som om Wieners, Bouldings med flera förhoppning att cybernetiken skulle fungera som en *förenande* systemvetenskap har kommit på skam, även inom det tekniska området. Detta är delvis riktigt. Forskning bedrivs och redovisas, nationellt och internationellt, i huvudsak inom ramen för specialiserade ämnen. Å andra sidan är utbildningen av tekniker (civilingenjörer) i hög grad ämnesövergripande och tvärvetenskaplig (inom teknik och naturvetenskap)[30]. Som noterats förut är ordet *system* nästan irriterande vanligt inom teknisk utbildning och forskning och kan därför framstå som blankslitet eller utplattat av alltför flitig användning – som benämning på många olika saker.

Med en *matematisk modell* menas, i en teknikertradition, en uppsättning ekvationer där storheter som kan observeras i (eller kan antas spela roll för[31]) systemet (som avstånd, strömstyrkor, flöden osv) anges som matematiska storheter och relationer mellan dem. Grunden för en modells användbarhet är hur väl den stämmer med det ”verkliga” systemet. Man måste göra klart för sig hur långt modellen sträcker sig: alltså vilket *giltighetsområde* den har. Vidare måste modellen *verifieras*. Detta skall i princip ske så att modellens och det verkliga systemets uppförande jämförs. I verkligheten måste man ofta förlita sig mycket på principerna (enkla, tidigare prövade samband; ibland ”naturlagar”) i modellens uppbyggnad (deduktiv metod), medan den

[30] Den intressanta frågan om mer generell utbildning – av tekniker med större samhällskunnande, och av samhällsvetare med större teknikkunnande – återkommer som ett tema över tid i den internationella systemforskningsdiskussionen. Jag återkommer till den i slutsatserna (kap 8).

[31] Mitt tillägg.

faktiska verifieringen av modellen mot det verkliga systemet får ske under experimenterande och ”trial and error”. Ingenjörsarbete är i dag till stor del modellarbete. Men i grunden gäller inom tekniken att ”modeller och simulering aldrig kan ersätta observationer och experiment” (Glad och Ljung 1991).

Återkopplade system och modern reglerteknik

Det skulle sannolikt, trots allt, ha förvånat Wiener och andra cybernetikens pionjärer vilket genomslag som begreppet *återkoppling* (*feed-back*) fått i både samhälle och vetenskap. I vardagsspråket och samhällsdebatten talas gärna om återkoppling (den ges mestadels en någorlunda ”korrekt” innebörd). Inom samhällsvetenskapens olika grenar har det kommit till användning, och givits mer eller mindre djupgående innehåll (se vidare kap 5). Inom teknik och teknisk vetenskap har återkoppling blivit centralbegreppet för en hel teknisk disciplin: reglerteknik eller reglerteori (eng *control theory*).

Det fundamentala problemet i reglertekniken kan illustreras med en enda figur, densamma som visats tidigare.

Figur 2:2 Grundstrukturen i en återkoppling.

Det grundläggande problemet inom reglertekniken kan formuleras så här: bestäm (konstruera) systemet så att utsignalen så väl som möjligt följer referenssignalen trots inverkan av störsignalen (jfr Glad och Ljung 1989). Den undre bakåtriktade pilen representerar alltså återkopplingen: den verkliga utsignalen y återförs (på något sätt, se nedan) till ingångssignalen och får påverka denna. Några specialfall är (1) *servoproblem* utan störning; (2) Om referenssignalen är konstant men störsignalen varierar, möjligen slumpvis, har vi ett *regulatorproblem*. Sådana återkopplingsslingor som figuren illustrerar är vanligt förekommande, och tankegångarna kan användas även utanför reglertekniken i strikt mening.

Så länge sambanden inom det återkopplade systemet är linjära (signaler kombineras enbart genom addition, subtraktion eller multiplikation med en konstant faktor) blir matematiken för återkopplade system elegant och lätthanterlig.

En rad metoder och praktiska grepp har byggts upp utifrån den linjära reglerteorin. Men man kan även få fram mycket generella resultat, som gäller oavsett koefficienter och samband i ett visst system. Ett sådant är av sådan allmän betydelse att det bör återges här. Om man inför *tidsfördröjning* i systemet, till exempel så att det inte är utsignalen y(t) som återförs utan en ”gammal” signal y(t-q), så finner man, under ganska generella villkor, att systemets stabilitet eller robusthet mot yttre störningar minskar, och att reglereffekten blir sämre än vid ögonblicklig (samtidig) återkoppling.

Man kan också tänka sig att man till reglerprocessen fogar en *framkoppling* (*feed-forward*) av den inkommande signalen: detta kan förbättra regleregenskaperna men leder inte sällan till instabilitet och självsvängning.

Denna mycket smidiga teoretiska apparat kan effektivt anpassas till verkliga reglersystem: ibland kan man räkna ut deras egenskaper,

ibland kan man mäta upp dem – i de allra flesta fall blir det fråga om en kombination. Den har också ett starkt intuitivt innehåll: det går att utifrån en kombination av formler, beräkningsprogram och erfarenhet lära sig hur reglersystem kan komma att fungera.

Bortom linearitеten

Den elegans som präglar lineära system enligt ovan går i viss mån förlorad när man går vidare till sådana verkliga system, som kräver en annan beskrivning. Det handlar om minst tre olika komplikationer:

- Insignal och utsignal liksom regleringen kan vardera bestå av flera komponenter/talvärden (men fortfarande i linjära kombinationer). Detta leder till flerdimensionell matematik. Den är svårare att genomskåda (två dimensioner leder till minst fyra gånger så omfattande beräkningar som en, osv) men de blir i princip inte annorlunda än dem som man finner i linjär teori.

- Systemet kan ha grundläggande olinjäriteter: till exempel så att en viss signal ”slår i taket” på ett visst värde. (Detta är mycket vanligt i praktiken: rattutslaget på en bil kan t ex inte överskrida den vinkel som är given av konstruktionen.) Det kan också vara okänsligt för små störningar (upp till ett tröskelvärde) men reagera på större (detta kan ofta uppkomma för biologiska system).

- Fenomen och förändringar kan i verkligheten uppträda vid diskreta tidpunkter, inte som ovan antogs längs en kontinuerlig tidsskala. Detta kan ibland, utan att något väsentligt går förlorat, hanteras som om tiden vore kontinuerlig. (Datorsimuleringar innebär faktiskt att kontinuerliga förlopp ständigt översätts till diskret tid, och beräknas

i diskreta små tidssteg.) Andra gånger kan helt nya metoder bli nödvändiga för att hantera problem i diskret tid.[32)]

Regler- och kontrollteorier har omfattande tillämpningar, inom snart sagt alla tekniska områden. Från vardagslivet kan nämnas temperaturreglering i lokaler, från storindustrin omfattande och sofistikerade reglersystem vid pappersframställning. Inom ”måttligt komplexa” system som person- eller lastbilar finns lågt räknat ett 20-tal olika reglersystem, numera ofta sammanförda till en central fordonsdator.

Termodynamik och statistisk fysik

> ”*Thermal physics unites thermodynamics and statistical mechanics. The subject is simple, with few assumptions, and the results are broad and powerful.*”
>
> PROFESSOR CHARLES KITTEL
> University of Calfornia, Berkeley (Kittel & Kroemer 1980)

Cybernetikens pionjärer (särskilt Norbert Wiener) lade en oerhörd vikt vid det sätt att se på fysikaliska system med många likartade komponenter som först lagts fram av Willard Gibbs (se avsnitt 2.3).

I modern fysik, så som denna på akademisk nivå lärs ut till blivande fysiker och teoretiskt avancerade ingenjörer, bygger man numera teorin i allt väsentligt underifrån. Ledande läroböcker väjer inte heller för att basera den statistiska mekaniken på kvantmekanik snarare än klassisk mekanik (något som givetvis inte var möjligt för Gibbs).

I en tidigare version av denna bok sökte jag referera den moderna

[32)] Det är en paradox inom matematiken att det ”svårare” problemet att analysera kontinuerliga variabler, som ju antar oändligt många värden, ofta blir så mycket enklare och elegantare än behandlingen av problem med ett ändligt antal utfall (finit matematik, kombinatorik, talteori). Denna skillnad var dock större och mer slående före de moderna datorernas tid.

lärogången inom ”thermal physics” med avsikten att lyfta fram de drag i den som som jag tror har störst potential i inlån till samhällsvetenskapen. Jag tror fortfarande att det finns en stor poäng i detta men bedömer att det är bättre att hänvisa till lärobokslitteraturen.[33)]

Wiener hävdar ju med bestämdhet att tankesättet om världens stokastiska natur och förhållandet mikro/makro (hämtat från Gibbs) är avgörande inte bara för fysiken utan för all forskning som söker komma till rätta med genuina systemproblem (jfr avsnitt 2.2). Jag tror att systemforskningen av i dag skulle kunna dra stor nytta av pedagogiska och vetenskapliga framsteg inom termisk och statistisk fysik.

2.10 Diskussion

Behövs en överteori?

Det vi mött i detta kapitel är olika variationer och uttolkningar av den tankegång som är bärande för denna bok: system inom olika områden har släktskap med varandra, och vetenskaplig behandling av system inom ett område kan berika och förbättra behandlingen av system inom ett annat område. De skrifter och författare som här har berörts har betonat tankegången att inlånen mellan olika områden sker (och bör ske) via en *överordnad teori*. Detta är mest utpräglat i fallet Gene-

[33)] Jag har blivit oerhört imponerad av denna lärogång, särskilt som den presenteras av Charles Kittel (Kittel & Kroemer 1980). Med en extremt listig modell (10 magneter med plus- och minuspol) skapar han dels ett system som läsaren kan räkna på och nästan förteckna alla tänkbara tillstånd med. Samtidigt är detta ”modellsystem” tillräckligt stort för att man skall kunna illustrera (göra mycket sannolikt, nästan bevisa) hur stora system uppför sig, genom att bilda olika slag av medelvärden och andra statistiska storheter. Slutligen kan modellen, eftersom magneter har två poler, illustrera begreppet spin eller paritet, som visar sig vara nyckeln till en statistisk mekanik som är förenlig med modern kvantmekanik (och dessutom förmår bidra till härledningen av några viktiga kvantmekaniska resultat). Lustigt nog har Heinz von Foerster, i ett lyckat försök att illustrera vad ett ”självorganiserande” system är, också använt en tankemodell med 10 (!) magneter, i hans fall små plattor med plus- och minuspol på var sin sida. Se von Foerster (1984, sid 2–22) samt avsnitt 2.8, Observerande system, ovan.

ral System Theory, men gäller också, som vi har sett, tongivande författare inom cybernetiken. De inlån som dominerar starkt görs mellan ”maskiner”, alltså mekaniska, elektromekaniska och datorbaserade system, och biologiska system: organismer.

Men inlån och berikande kontakt mellan olika vetenskapsområden kan också ske utan att man åberopar någon generell teori (den översta nivån i figur 1:3). Alternativet blir inlån *ad hoc*, till exempel så att man finner matematiska modeller med flerfaldig tillämpning eller utnyttjar begreppslikhet och andra tvärförbindelser olika vetenskapsområden emellan. Dessa, som vi sammantaget grovt och preliminärt kan kalla ”direktinlån”, representerar en tendens som i den fortsatta genomgången kommer att visa sig minst lika stark som tanken på en ”överteori”.

Svenska bidrag: en första kommentar

Ambitösa utvecklingar och uppdateringar i den generella systemteorins anda har emellertid inte upphört. Ett välskrivet och väldokumenterat sådant bidrag är den svenske systemvetaren Lars Skyttners bok *General Systems Theory: an Introduction* (Skyttner 1996).

En annan svensk författare som anslutit sig till och på ett förtjänstfullt sätt tillämpat allmän systemteori är Oscar Öquist, psykolog och utbildningsplanerare. I två böcker har han presenterat systemteorin och tillämpat tankesättet på konkreta mänskliga och samhälleliga frågor: *Se världen som den är: människan i ett systemperspektiv* (Öquist 1983) och *Systemteori i praktiken: systemteorins tillämpning inom skola, vård, socialt arbete* (Öquist 1992).

Efter detta bör dock sägas att intresset bland svenska forskare för allmän systemteori, i den mening som detta kapitel handlar om, inte är överväldigande. Antalet svenska bidrag i *General Systems* (1956–1988) är nästan försumbart. Det sammantaget stora intresse som finns i Sverige kan i stället hänföras till systemteorier inom olika samhällsvetenskaper (kap 5), direkta tillämpningar inom ingenjörsvetenskap

och studier av (stora, komplexa) tekniska system, samt inte minst den operationsanalytiska/systemanalytiska traditionen (kap 4). Mina egna vetenskapliga intressen har till stor del fallit inom Socio-tekniska system (kap 6) inom vilket en stark utveckling skett i Sverige. Ett par svenska forskare kan också identifieras med de särpräglade teorier som behandlas i kapitel 3.

Det finns en rad forskningsprogram som tydligt och envist sätter systemfrågorna i centrum – som Allmänna Energisystemstudier och Program Energisystem (Energimyndigheten), Formas (med länkar till IIASA), Vinnova med flera. Några av dem återkommer senare i boken.

Ett vikande intresse?

Det har framgått ovan att de föreningar, samfund och ”rörelser” med generellt teoretiska ambitioner som bildades på 1950-talet visade sig livskraftiga under flera decennier. Utan tvekan bidrog de till att sprida systemtanken i vida vetenskapliga kretsar, och till att vidga metodrepertoaren på flera sätt. Det kan emellertid se ut som om dessa helhetliga ambitioner försvagats under de senaste decennierna. Kanske har vetenskapens tendens till specialisering tagit över? För cybernetik och General System Theory blir sannolikt vetenskapssamhällets krav på specialisering och disciplinbildning ett moment 22: om de inte formerar sig till en disciplin ”finns” de inte; omvänt, om så sker drar de undan grunden för sitt existensberättigande som generell, tvärvetenskaplig och helhetlig vetenskap.

En ytterligare reflexion som anmäler sig efter genomgången av cybernetikens klassiker och General System Theory är *matematikens* roll. Som nämnts har W Ross Ashby ansträngt sig att skriva sin lärobok (Ashby 1956) så att biologer eller samhällsvetare utan matematiska förkunskaper skulle kunna ta del av cybernetikens bärande idéer. För mig framstår detta, att inte vid behov arbeta in matematiska verktyg i systemanalysen, som hindersamt och dessutom en smula onödigt.

För *framsteg* inom forskningen torde matematik på en viss nivå vara helt nödvändig. Det är samtidigt svårare än förr. Fackmatematiker är mer specialiserade (och möjligen också mindre intresserade av tvärvetenskapliga utmaningar) än på Norbert Wieners tid. Fysiker och biologer har i allmänhet en god matematisk grund, men inte alltid inom de områden som skulle vara till störst nytta för en *systems approach*. De flesta samhällsvetare, inklusive många ekonomer, är både ointresserade av och outbildade i de matematiska tankegångar som systemforskningen behöver använda.[34)] Detta mycket konkreta tvärvetenskapliga dilemma utgör en utmaning mot utbildningen och forskningspolitiken som förtjänar stor uppmärksamhet.

Samhällsvetenskapen

Systemteoriernas potentiella betydelse för samhällsvetenskapen och för lösning av samhällets problem har, som nämnts, varit ett starkt uttalat motiv i de texter och hos de författare som behandlats i detta kapitel. Jag har samtidigt konstaterat att de redovisade inbrytningarna än så länge är blygsamma. Genomslaget av systemtänkande inom samhällsvetenskapen ser obetydligt ut – om man söker efter sådana med förtecknen cybernetik eller General System Theory.

Detta är, som skall visa sig i resten av boken, till stora delar ett synfel. Systemtänkandet inom samhällsvetenskaperna är väsentligt

---

[34)] Det behöver betonas att det inte är matematik i största allmänhet som saken gäller. Systemförståelse kräver en helt annan tyngdpunkt inom matematiken än den algebra och analys som dominerar lärogångarna vid svenska universitet och högskolor. Detta svarar mot att man inom fysik, elektroteknik eller datateknik bör lägga större tyngdpunkt på sammanhang och systembegrepp än på detaljerad processkunskap eller komponentförståelse. Detta är också viktigt att notera i utbildningspolitiken. För närvarande är traditionell matematik ett stort hinder för unga människor och får dem att redan i skolan välja bort naturvetenskap och teknik som framtida yrkesmöjligheter. En omdefiniering av vad för slags matematik som egentligen behövs som grund för yrken inom de moderna systemen och systemvetenskaperna skulle sannolikt vidga detta besvärande nålsöga högst betydligt. Se vidare kapitel 4 i min bok Kampen om kunskapen (Ingelstam 2004).

bredare och mer inträngande än vad ovanstående skulle antyda. Fortsättningen av boken kommer att visa att ”systemteori” har etablerats inom många olika områden, i några fall genom inlån från till exempel cybernetiken. De är dock mera indirekta och ibland något mera förströdda än de som observerats i detta kapitel. Men här ligger det fortfarande stora värdet av de grundläggande tankegångar och den litteratur som ovan refererats. Trots mina invändningar (särskilt i förhållande till General System Theory) vill jag bestämt hävda att det här finns en mycket stor och otillräckligt utnyttjad intellektuell resurs: teorier och metoder som fortfarande har mycket att tillföra samhällsdebatten, samhällsanalysen och samhällsvetenskapen.

2.11 Systemet av alla system

En naturlig strävan

I all vetenskap finns en inbyggd drivkraft att formulera mer och mer omfattande teorier: att söka fånga in en allt större del av kunskapen om världen i en gemensam förståelse. Denna strävan tar sig olika uttryck inom olika vetenskapsområden. Vi kommer senare (i kap 5) att möta denna strävan inom sociologi och statsvetenskap, där inflytelserika författare sträcker sig efter systembegreppet och systemteorier för att åstadkomma omfattande och helst heltäckande teoribyggen.

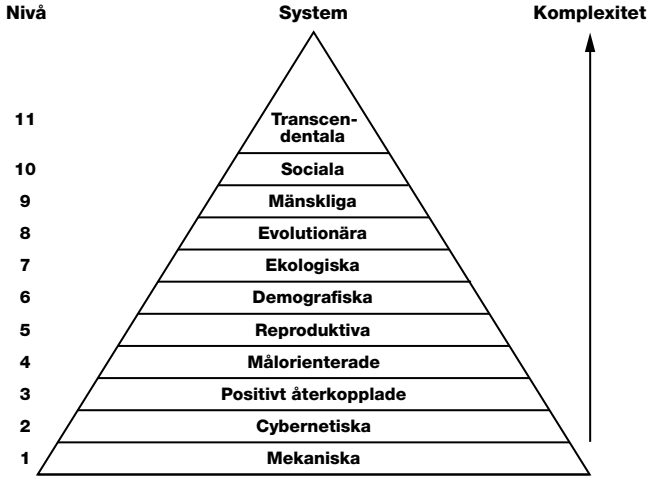
För den som identifierar sig med systemforskningen och därmed med strävan att behandla helheter snarare än enskildheter, kan uppgiften att formulera den *ultimata systemteorin* kännas förpliktande och kanske lockande. Ett antal sådana försök att fånga ”systemet av alla system” kan man mycket riktigt finna i litteraturen. De flesta av dessa har enbart kuriositetsintresse, men jag vill kort nämna två som innehåller tankar av varaktigt värde och emanerar från erkänt begåvade (kanske geniala) personer.

Kenneth Boulding: världen som totalt system

Kenneth Boulding var en skicklig, okonventionell och prestigefri nationalekonom. Som vi noterat ovan (avsnitt 2.6) blev han tidigt tongivande i ”systemrörelsen” som en av grundarna och tillskyndarna av General System Theory. I sin inflytelserika artikel ”General systems theory – the skeleton of science” (Boulding 1956) gör han två saker. Den ena, som nämnts tidigare, innebär en plädering för att varje vetenskap bör inse att den i grunden sysslar med system och systemsamband. Med en mer enhetlig terminologi skulle kommunikationen mellan olika vetenskaper underlättas, och de djupare teoretiska släktskaper som finns mellan dem bli uppenbara. En tvärvetenskap byggd på systemtänkande skulle motverka den olyckliga och improduktiva uppdelningen i vetenskaper som får allt svårare att förstå varandra.

Bouldings andra ärende i artikeln är att försöka ordna upp – systematisera – olika områden för systemforskning, vilket han gör i stort sett efter graden av komplexitet. Den första nivån beskrivs som (statiska) *ramverk*, därefter kommer urverk och sedan *cybernetiska* (dvs återkopplade) *system*. Ytterligare nivåer följer ovanför dessa, totalt nio stycken. Det viktigaste med ett sådant schema är, menar Boulding, att det kan ge en idé om var någonstans vårt kunnande är särskilt outvecklat.

Den systematik som antyds i artikeln från 1956 utvecklar han i ett betydligt senare arbete: boken *The World as a Total System* (Boulding 1985). Här presenterar han inte bara ett klassifikationsschema utan också början till en teori för hur system på olika nivåer förhåller sig till varandra. Utgångspunkten är dock fortfarande en nivågruppering av system, från de mindre komplexa (mekaniska och cybernetiska) till mer komplexa (mänskliga och sociala) system. Överst i hierarkin placeras transcendentala system. Hit hör religiösa, konstnärliga och filosofiska upplevelser. Även om dessa ”gränsar till det ovetbara” uppvisar de, menar Boulding ”systematiska strukturer och samband” och bör inte lämnas utanför ett totalt systemtänkande.



Figur 2:5 Bouldings klassificering av system med 11 nivåer av stigande komplexitet (Källa: Skyttner 1996 efter Boulding 1985).

Hur allting hänger ihop

Boulding inkluderar, om än med viss tvekan, andliga och filosofiska systemsamband i sitt totala schema över världen som system. Ken Wilber, som presenteras som avhoppad doktorand i biokemi, författare och filosof, har ännu färre reservationer på denna punkt. Hans största och mest ambitiösa bok heter *Sex, Ecology, Spirituality* (Wilber 1995). För Wilbers produktion, inte minst denna bok, är uttrycket ”världen som totalt system” högst adekvat. Wilber startar i vishetsläror, andlighet och filosofi, men hans intellektuella program hand-

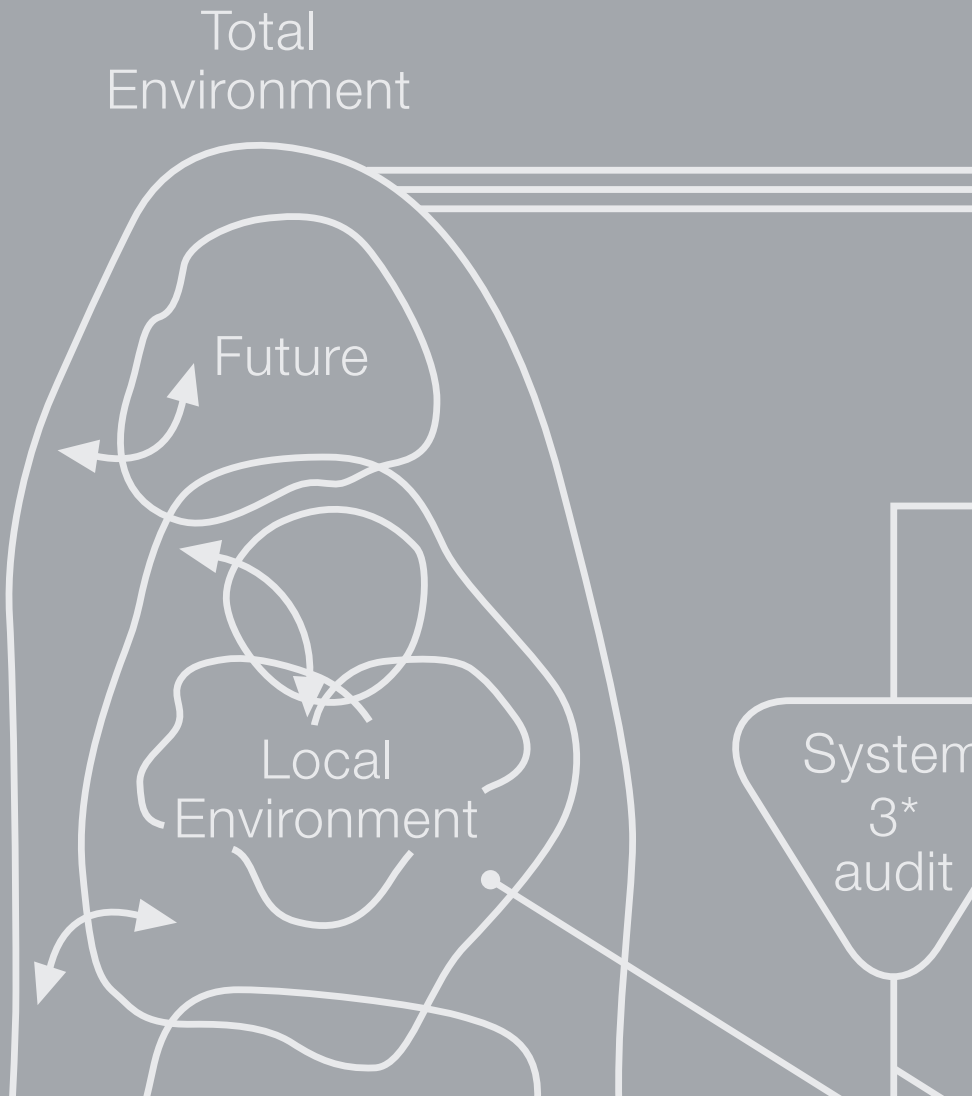
lar också om att ta in världens och människans historiska utveckling. Därför får geologi, fysik, biologi och de moderna kulturvetenskaperna också lämna bidrag till den samlade systemiska förståelsen. För att hålla ihop ”allting” i en enda systemmodell konstruerar Wilber ett totalsystem med fyra huvudgrupper av dimensioner: beteendeorienterade, sociala, kulturella och intentionella.

I en kortare (339 sid!) bok med den anslående titeln *A Brief History of Everything* (Wilber 1996) presenteras huvudtankarna i dialogform.

Wilber får illustrera hur det är möjligt att gå ännu längre (än de författare som hittills nämnts) i en ambition att ”systemförstå” världen. Jag erinrar om att Niklas Luhmann (1984, se vidare kap 5) såg det som naturligt att inkludera ”psykiska system” och sidoställa dem med maskiner, organismer och sociala system (se Figur 1:2).

För min del och för denna bok överger jag här dessa ambitioner, och återvänder i nästa kapitel till ett antal konkreta (om än något egensinniga) systembyggen och systemteorier.

Kapitel tre


Total
Environment
Future
Local
Environment
System
3*
audit

Generell teori på speciell grund

”I summed up all systems in a phrase, and all existence in an epigram”

OSCAR WILDE (1854–1900)
i brev till Lord Alfred Douglas 1897

3.1 ”Too broad for the bridge”?

I det förra kapitlet tecknades huvuddragen i en systemforskningstradition som kan sammanfattas i de två rubrikerna Cybernetik och General System Theory. Trots att idéernas personhistoria inte är huvudsaken i min framställning går det inte att skriva om denna gren av systemteorin utan att uppehålla sig vid starka personligheter, som Wiener, von Bertalanffy och von Foerster.

I kapitlet konstaterades också att den direkta inbrytningen i samhällsvetenskapliga problem har varit blygsam, samtidigt som man gång på gång möter starka förhoppningar – ibland försäkringar – om att systemteorin skall komma att ge oerhört viktiga tillskott till kunskapen om samhället.

De två traditioner eller skolbildningar som vi möter i det här kapitlet följer mönstret att de präglas av starka personligheter. Man kan gå ett steg längre och säga att personerna Stafford Beer och Jay Forrester representerar sina respektive traditioner på ett dominant och närmast övertydligt sätt. Samtidigt bryter de båda, på var sitt egensinniga sätt, igenom vallen mellan allmän systemteori och samhällsvetenskap. De svarar fullt ut upp mot förväntan att systemteorin skall syssla med samhällets frågor. Deras huvudsakliga studieområden är sociala

objekt: företaget, staden, nationen, världen. Och de gör djärva inlån från andra områden: det mänskliga nervsystemet respektive elektriska kretsar.

3.2 Stafford Beer och modellen av det livsdugliga systemet

Cybernetikern som företagsstrateg

Stafford Beer (1926–2002) fick sin huvudsakliga utbildning i Storbritannien, i matematik, biologi och fysik. Beer har varit verksam i industrin (13 år inom United Steel) samt som konsult och akademiker. Han är högst närvarande i de olika sammanhang som berörts i förra kapitlet (exempelvis med ett par artiklar i *General Systems Yearbook*). Han har också haft framskjutna positioner i andra professionella sammanslutningar, som World Organization of Management and Cybernetics, American Society for Cybernetics, Operational Research Society, International Council for Computer Communication och International Society for Social Systems Sciences.[1)]

Baksidestexten på en av Beers böcker berättar också att han varit chef för ett Ghurka-kompani under andra världskriget, att han innehaft företagsledande positioner på olika nivåer, att han är verksam som företagskonsult samt att han har ett flertal (vid utgivningen av *Designing Freedom* 1974 minst fyra) akademiska anknytningar i England och USA. Han har publicerat 11 böcker (översatta till sammanlagt 13 språk) och över 200 mindre skrifter.

[1)] Några av dessa sammanslutningar är välkända och existerar fortfarande, andra torde ha varit mera kortlivade eller tillfälliga (jfr kap 2, avsnitt 2.6). Det är dock helt klart att Stafford Beer liksom många av sina generationskamrater leddes in på systemanalys via operationsanalys. Beer tjänstgjorde i brittisk militär operationsanalys under åren 1944–1947. Se vidare början av kapitel 4!

Samma text upplyser om att Stafford Beer också publicerat poesi, ställt ut egna tavlor flera gånger samt undervisat i meditativ yoga efter indisk metod.

Först och främst uppges han vara grundare av ”management cybernetics”. Det är denna egenskap som framför allt gör honom intressant i denna bok.

Jag kommer först att redovisa hur cybernetiska tankegångar, framför allt hämtade från den mänskliga hjärnan och nervsystemet, lånas över till företagets värld. Resonemanget kondenseras så småningom i ”modellen för det livsdugliga systemet” (the *Viable Systems Model, VSM*). Denna kommer sedan att spela huvudrollen i den skolbildning som uppstått kring Stafford Beer och i hans efterföljd. Bland annat har Beers modell kommit till användning i en studie av Göteborg Energi. Ett intressant men svårtolkat inslag i bilden är metodens användning i Chile, under president Salvador Allendes regeringstid (november 1970–11 september 1973), liksom Stafford Beers personliga insats där.

Hjärnan och företaget

I den del av den cybernetiska traditionen som mest intensivt intresserar sig för ”Organismer” (se figur 1:3) är ju den stora frågan släktskapen mellan den mänskliga hjärnan och möjliga ”maskiner” (särskilt de maskiner som senare kom att kallas datorer). Beer anknyter i sin teoribildning till denna del av cybernetiken, men hans originalinsats är att tillämpa den konsekvent på företaget (the *firm*). De problem som han söker lösa är företagsledningsproblem (*managerial problems*). Beers inlån av begrepp är alltså i första hand *från* Organism, särskilt människan och hennes nervsystem, *till* företaget: alltså till en särskild kategori inom Sociala system.

Den underliggande tankegången presenteras – mångordigt men entusiasmerande och pedagogiskt[2)] – i boken *Brain of the Firm* (1972, sedermera utkommen i reviderad upplaga 1981, innefattande fem nya kapitel som beskriver Beers och Espejos analys av Chile under Allende, jfr nedan). Trots att Beer odiskutabelt hör till den cybernetiska traditionen är kontrasten mot till exempel Wiener slående. Hos Beer finns inga tidsserier, nästan inga formler och inga matematiska modeller. Däremot presenteras verbala modeller, begreppsliga diagram och figurer som illustrerar inlånet och – som ett resultat och en avstamp för andra forskare – en starkt normativ modell för hur ett företag (eller annan organisation) *skall* vara uppbyggt och fungera för att vara livsdugligt (*viable*).

Programmet för boken är tydligt och genomförs – trots många utvikningar till företagsvärlden, belysande anekdoter och temperamentsfulla utbrott om andra konsulters och konventionella tänkares dumhet – med stor konsekvens.

Först tecknas cybernetikens grunder, med tonvikt på informationsbehandling, kommunikation, återkoppling, input/output och kontrollerande strukturer. Exempel och illustrationer tas till övervägande del från nervsystemet och den mänskliga hjärnan. Täta hänvisningar görs

---

[2)] Det är frestande att kommentera Beers stil, och att möjligen irritera sig något över den. I motsats till en matematiker, som (ibland till överdrift) försöker kondensera resonemanget till det kortaste nödvändiga för att leda fram till ett bevis eller en slutsats, arbetar Beer mycket inklusivt. Citat från antika författare, facktermer från hjärnforskningen, politiska och kulturella sidokommentarer och fyndiga figurer får fortlöpande illustrera framställningen. Här får givetvis personligheten genomslag. Man bör nog också se den annorlunda stilen som ett utslag av de sociala och kommunikativa villkor som en företagskonsult arbetar under. Medan en forskare normalt lägger fram ett färdigt resultat för kolleger och användare att ta del av, smälta och eventuellt arbeta vidare med, är en företagskonsults uppgift framför allt att visa de företagsledare (och andra) som han arbetar med hur de själva skall kunna lösa problemet. Detta kan förklara den övertalande stilen och tonvikten på metod, snarare än på konkreta lösningsmetoder av olika slag.

redan här till företaget.[3)] Det inledande kapitlet slutar med en kalkyl över vad en ”fullständig” beskrivning för kontroll och styrning av ett (måttligt stort) företag skulle kräva i form av data och beräkningskapacitet. Detta visar sig bli alldeles orimligt mycket! Alltså måste man finna ett annat sätt att tänka: det pekar framåt mot självreglering i delsystem och kontroll av hela delsystem snarare än av enskilda operationer.

I en andra del står företaget i centrum. Beer gör rent hus med konventionella organisationsscheman: de stämmer aldrig; människor uppför sig annorlunda än deras plats i schemat och deras ”job” föreskriver. Vidare hävdar han med eftertryck att ett företag, tack vare datorerna, nu kan hantera oerhört mycket mera information än en företagsledare på någon nivå kan kontrollera. Företaget måste i första hand ses som ett informationsbehandlande system. Ledningsproblemet är ett kontrollproblem, men som i alla någorlunda komplexa cybernetiska system är kontrollanten en del av systemet (jfr avsnitt 2.8).

Gradvis arbetar han sig fram mot den systemmodell som kommer att bli VSM, the *Viable Systems Model*. Den ska sedan återkomma i nästan oförändrad form i Beers och hans lärjungars skrifter. Den innehåller fem nivåer, och efter bokens långa uppspel i kan man se att de grovt sett svarar mot människokroppens delar så att säga uppifrån och ner: system 5 hjärnan, 4 kopplingen mellan hjärnan och det autonoma nervsystemet, 3 det autonoma nervsystemet och slutligen 2 och 1 delvis självstyrande delar som i kroppen motsvaras av sinnesorgan och kroppsdelar (se vidare figur 3:2 nedan och kommentarer till denna).

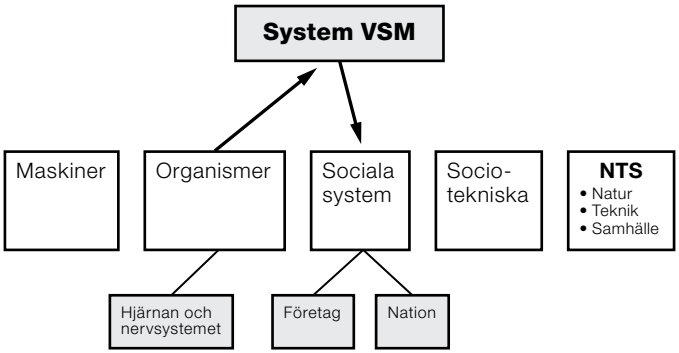
[3)] Till skillnad från den noggranna beskrivningen av hjärnan och andra cybernetiska system bygger hänvisningen till företag inte på några noggranna definitioner; framställningen väljer ofta att ta för givet vissa funktioner och begrepp. Den förutsätter därför att författare och läsare delar en betydande erfarenhet av vad ”företag” är och hur de fungerar. Detta måste säkerligen (jfr den förra noten) förstås utifrån Beers omfattande gärning som just rådgivare och konsult, åt många olika slags företag.

Del tre av *Brain of the Firm* innehåller sedan olika uttolkningar och preciseringar; informationsbehandling, återkoppling och kontroll på de olika systemnivåerna. En rad analogier dras mellan människans nervsystem och företaget. Interaktionen med omgivningen uppmärksammas, och hur nervbanor, styrning och samverkan med andra nivåer sker illustreras med en rad prydliga och innehållsrika ”kopplingsscheman”. Beer ger flera grafiska och detaljerade exempel på hur till exempel en avdelnings (division) styrning, återkoppling och informationsutbyte ser ut: där urskiljer man inom avdelningen en liknande struktur som gäller för hela företaget, idealt sett på fem nivåer. Denna tanke, att ett delsystem av ett *viable* system också är *viable*, återfinns sedan som en princip om rekursivitet (se nedan) i den generella teorin.

The Viable Systems Model

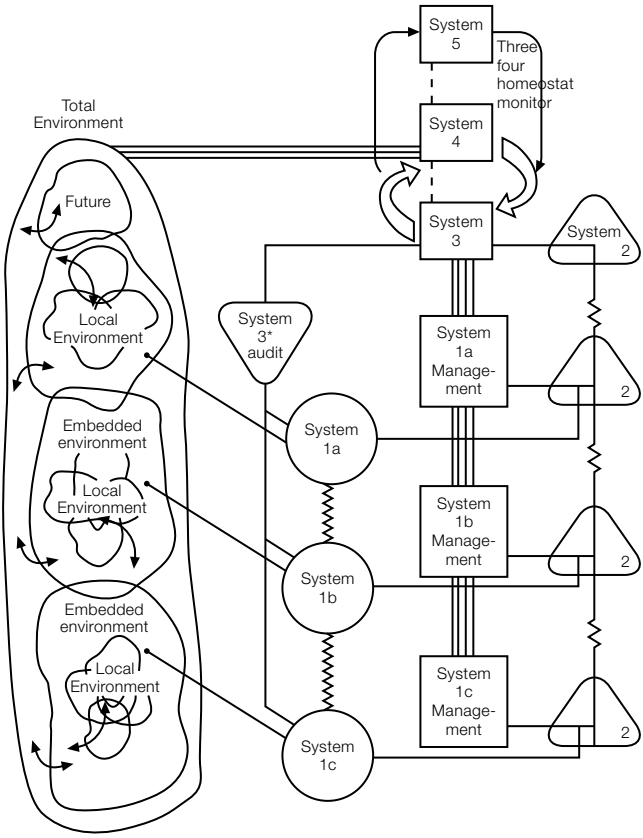
Genom att följa lärogången i *Brain of the Firm* har vi kunnat konstatera hur Beer, planmässigt och relativt detaljerat, lånar in systemegenskaper och begrepp från människans nervsystem till företaget. Eftersom detta görs med användande av cybernetiska föreställningar kan man hävda att inlånet sker via en generell teori (vilket var huvudlinjen i de teorier som behandlades i kapitel 2). Å andra sidan sker inlånet också som *konkret översättning* av det ena systemets egenskaper till det andra (men starkt väglett av cybernetikens grundtankar).

Huruvida inlånet sker via cybernetiken som överteori eller mera direkt spelar emellertid mindre roll i förhållande till den faktiska roll som VSM hos Beer spelar över ett brett (om än inte allomfattande) register av system. Det är inte någon stor överdrift att påstå att Beer hävdar VSM som den överordnade modellen inte bara för alla företag, utan för praktiskt taget alla slag av organisationer och system. Därför finns det skäl att klassificera Beers systemtänkande som ”inlån via en överordnad teori”; teorin är i detta fall VSM, tillsammans med de ”kanoniska” uttolkningarna.



Figur 3:1 The Viable Systems Model och dess relation till olika system.

Beskrivningarna av VSM varierar något, men inte särskilt mycket, mellan Beers olika böcker och andra författares. Figur 3:2 ger en någorlunda representativ bild.



Figur 3:2 VSM återgiven av Skyttner (1996), efter Beer (1972.)

System 1 avser de enheter som skall kontrolleras: organisationens lägsta nivå. Exempel är avdelningar inom ett företag eller företag inom en koncern. I de flesta framställningar räknar man med flera likställda System 1: 1 a, 1 b och så vidare. Varje system 1x antas ha sin egen ledningsstruktur och egen interaktion med omgivningen (och kan uppfattas som ett *viable* system i sig själv, se nedan).

System 2 samordnar delarna i System 1. Det innefattar den information som krävs för decentraliserat beslutsfattande i System 1 och samordning mellan olika System 1. Exempelvis kan System 2 dämpa svängningar som annars skulle uppstå mellan de olika System 1. (Konkret exemplifiering av System 2 kan vara internrevision i ett företag, men lika gärna informella nätverk som byggts upp mellan personer i olika delar av en koncern.)

System 3 representerar de löpande gemensamma uppgifterna i företaget. Dess viktigaste uppgifter är att säkerställa inre samband i resurser och infrastruktur, att svara för utformningen/strukturen i System 1 och att förmedla policy-beslut från högre nivåer till System 1. (Konkreta exempel på vad som finns i system 3 är funktioner för marknadsföring, redovisning, personal etc).

System 4 har uppgiften att förändra och förutse. Medan System 3 svarar för löpande drift så skall System 4 bedöma förutsättningarna i omvärlden, svara för forsknings- och utvecklingsarbete och bedriva strategisk planering. System 4 har en nyckelroll i att förmedla signaler uppåt eller nedåt i systemet; omgivningsinformation sprids i båda riktningarna, allvarliga signaler om felfunktion i Systemen 3, 2 eller 1 förmedlas uppåt till System 5, medan strategiska riktningsförändringar från System 5 meddelas nedåt.

System 5 slutligen är företagets hjärna. Enligt Beers VSM skall System 5 svara för relationen mellan System 4 och System 3 (mellan strategi och operation, om man så vill). System 5 är ansvarigt för investeringar och de stora dragen i policy. (Konkreta exempel kan vara en bolagsstyrelse eller bolagsstämma, universitetsstyrelse, direk-

tionen i en stor multinationell koncern …). System 5 behöver inte vara i funktion hela tiden: precis som människokroppen fungerar företaget i långa stycken autonomt. Det är bara vissa, särskilt viktiga, signaler som tränger igenom de olika filtren i lägre system och påkallar System 5:s uppmärksamhet.

När modellen väl är utarbetad och presenterad, åtföljs den i Beers och hans lärjungars skrifter av ytterst starka påståenden om hur ”det måste vara”. Varje system, säger Beer, som ”har förmågan att upprätthålla en separat identitet, oberoende av andra system som delar samma omgivning” har fem(!) delsystem och varje delsystem har en specifik roll i uppgiften att bevara systemets stabilitet (Beer 1979). Att upprätthålla en identitet, och klara detta i en föränderlig omgivning, är definitionen på livsduglig, *viable*[4)].

Beer drar sig alltså inte för att resa höga anspråk på generalitet för sin modell VSM. Dessutom formulerar han en rad påståenden, *Teorem*, som antar form och skärpa som lagbundna nödvändigheter: så här och så här *måste* system vara utformade om de skall vara livsdugliga.

Ett av de centrala teoremen handlar om *rekursivitet*: Varje viable system innehålls i sin tur i ett *viable* system, och innehåller (minst) ett *viable* system. Enligt detta teorem blir det därför naturligt att från företaget som ett *viable* system gå ner på en mera detaljerad nivå, till exempel en enskild avdelning (System 1) och även där söka urskilja ett VSM med fem nivåer enligt huvudmodellen.[5)]

[4)] Ordet *viable* översätts i standardlexika med livsduglig. I utförligare lexika förklaras *viable* och *viability* med (ett fosters) förmåga att överleva utanför moderlivet resp en organisms förmåga att överleva i många (t ex geografiskt eller klimatiskt) olika miljöer.

[5)] I strikt och bokstavlig tolkning tycks mig denna sats, om en rekursivitet som i princip inte har något slut, leda till orimligheter. I en mer pragmatisk tolkning, däremot, kan den troligen ge god vägledning om hur delsystem kan analyseras, eventuellt ända ner till den enskilda människan/organisationsmedlemmen som ett *viable*, levande system.

Lärjungar och skolbildning

Som redan har antytts, har det kring Beer och VSM skapats ett nätverk av forskare och praktiker, som på olika sätt tillämpar och utvecklar modellen. Några numera seniora forskare som kan sägas stå i spetsen för denna rörelse är Raúl Espejo: Beers stabschef och närmaste medarbetare i Chile 1970–73, från 1974 verksam i England och sedan 2008 även gästprofessor i Chile (se även nedan). En annan ledande forskare är Markus Schwaninger, professor vid universitetet i S:t Gallen, Schweiz. En rad konferensvolymer och antologier bekräftar att inspiration till VSM-tänkande utgått – stjärnformigt – från Stafford Beer som den store inspiratören. Några böcker som särskilt kan nämnas är Espejo och Harnden (red 1989) samt Espejo, Schumann, Schwaninger och Bilello (1996). Den senaste i denna genre torde vara *To be or not to be, that is the system*: a tribute to Stafford Beer – en CD-ROM-baserad publikation med Raúl Espejo som initiativtagare och redaktör (Espejo red 1997) som tillägnades Beer vid en konferens några år före hans död.

Artiklarna inom denna VSM-kultur behandlar dels hur VSM på olika sätt kan tjäna som en nyckel till förståelse av företag, särskilt dynamiska förlopp, dels de mer generella teorier och teoretiska anspråk som kan resas utifrån Beers arbeten och från modellens utformning och associativa möjligheter.

Göteborg Energi: ett exempel

Givetvis är Beer och hans publikationer kända i Sverige (inte minst bland operationsanalytiker, jfr kapitel 4), och används i inte obetydlig utsträckning i akademisk undervisning (framför allt i företagsekonomi). Däremot är det ont om direkta och någorlunda renläriga tillämpningar av VSM i Beers tappning inom svensk forskning.

Ett undantag utgör energiforskaren Olof Björkqvist och hans doktorsavhandling (Björkqvist 1996) vid Institutionen för energisystemteknik, Chalmers Tekniska Högskola. Det problem Björkqvist tar sig

an är hur strävan till energibesparing skall förstås och behandlas i systemtermer. I systemet ingår en eller flera energileverantörer samt konsumenter. Han bygger upp sin förståelse stegvis. Från en systemmodell som kan fånga in systemets tekniska karaktär går han vidare och diskuterar den relativt inarbetade metodiken DSM, Demand Side Management (en sammanfattning av leverantörens metoder att parera och/eller styra efterfrågan ”på andra sidan mätaren”). Han hävdar att de gängse modellerna för DSM är otillräckliga om man vill förstå och beskriva de effektiviseringssträvanden som utgår från till exempel en elleverantör. Det är här som VSM kommer in.

Det konkreta exemplet är Göteborg Energi, och detta företags samlade effektiviseringssträvanden i försäljning och distribution av el. Björkqvist kan givetvis här utgå från en väl känd inre organisation, och ”översätter” den sedan (i huvuddrag) till de nivåer och kategorier som föreskrivs av VSM. De olika greppen inom ramen för ett DSM-tänkande (utifrån ett tänkt normalläge kan man kapa toppar, flytta belastningar i tiden, utnyttja låglastperioder, spara långsiktigt osv) framstår som isolerade men hör samtidigt till en och samma återkopplingsslinga. De placeras av Björkqvist inom ramen för VSM, vilket enligt honom skapar ett helt annat och mera adekvat sammanhang än till exempel konventionella organisationsplaner. DSM-”paketet” kommer, analyserad genom denna utformning av VSM, att få en viktig, men inte exklusiv, roll i företagets (Göteborgs Energi) totala möjligheter till effektivisering.

Bortom VSM: Chile, cybernetiken och friheten

Medan VSM är det tydligaste avtrycket av Beers tänkande i primär- och sekundärlitteraturen, bör noteras att hans vida intressen och många erfarenheter (se början av detta avsnitt) visar sig i hans fortsatta författarskap. Den cybernetiska grundhållningen, ofta egensinnigt tolkad, förblir vägledande. Beer kommer att intressera sig mycket för grupprocesser och myntar i senare arbeten uttrycket *Syntegrity*

(”syntegritet”, av synergi och integritet). Han citerar bland annat med gillande klassiska föreställningar om talet 9 och betydelsen av det så kallade enneagrammet (ett nio-system för psykologisk själv-kännedom) som vägledande för samarbete i grupper (Beer 1994).

Något som enligt min bedömning har större intresse är hans insatser i Chile, en utanför fackkretsar föga känd period i Stafford Beers liv och gärning. Salvador Allende var under perioden 1970 till 1973 president i Chile och ledde en progressiv och marxistiskt präglad (se dock nedan!) regering. Den 11 september 1973 störtades Allende i en blodig av USA understödd militärkupp och makten togs av generalen Augusto Pinochet.

Det är allmänt känt att Pinochet inkallade nationalekonomer från den så kallade Chicagoskolan (i vilken Milton Friedman är den mest kände och tongivande) som ekonomisk-politiska rådgivare. Det är inte alls lika känt vilken roll Stafford Beer och några av hans elever spelade under Allende. Beer skriver själv utan omsvep att presidenten, genom sin minister Fernando Flores, ”had invited me to design a regulatory system for the country”. Han arbetade med en mindre grupp av experter, med chilenaren Raúl Espejo som ”stabschef” (se ovan).

Erfarenheterna från Chile under Allende redovisas relativt utförligt i andra upplagan av *Brain of the Firm* (Beer 1972/1981). I en annan, mera kortfattad text (Beer 1994, sid 10–11) framhåller han bland annat:

- Allende var läkare och kunde därför ganska lätt ta till sig de cybernetiska principerna och idén om *viable systems*.

- Allende var marxist men gillade inte sovjetmodellen.

- Beer menade sig ha mandat att ompröva (*reconsider*) regeringens politiska filosofi i cybernetiska termer.

- Hans grundläggande idé för hur detta skulle gå till var att ersätta den marxistiska dialektiken, byggd på klasser och utsugning, med en cybernetisk dialektik, byggd på delad information och informationsunderläge.

Beer skriver själv att efter 18 månader, på eftersommaren 1973, hade han och hans grupp hela beskrivningen klar, ”but not yet running the economy” (Beer 1994, sid 47). Det system som enligt Beer var redo att tas i bruk hette Cybersyn och var tänkt att i realtid samordna hela landets (industriella) ekonomi. Detta föga anspråkslösa program fick således aldrig någon chans under den korta och abrupt avbrutna Allende-perioden i Chile[6]. Flera detaljer, som jag inte haft möjlighet att kontrollera, finns i en publicerad uppsats (Medina 2006), en ännu inte utkommen bok av samma författare (Medina 2011) samt på www.varnelis.net/blog/kazys/project_cybersyn). Beer återvänder till temat flera gånger. För honom själv torde den chilenska erfarenheten ha betytt en livslång uppmärksamhet på samhällsmodeller, och inte minst på modellernas och ”systemets” avgörande betydelse för frihet, makt och rättvisa.

I en serie radioföredrag i Canada 1973, publicerade i volymen *Designing Freedom* (Beer 1974, omtryck 1994), utvecklar Beer sin syn på sambandet mellan cybernetiskt tänkande och frihetliga samhällsstrukturer. Det är omöjligt att här sammanfatta Beers drivande, självmedvetna och bitvis hisnande argumentation i dessa föredrag. Några huvudlinjer skall dock antydas. Samhällenas, liksom företagens, huvudproblem är att de inte kan handskas med variation (*variety*).

---

[6] I den gängse historieskrivningen kring Allendes regeringsperiod återfinns varken Beer eller hans chilenske stabschef Raúl Espejo, enligt förfrågningar som jag gjort hos välplacerade personer. Wikipedia har emellertid en artikel om Cybersyn vilken av allt att döma är byggd på artikeln (Medina 2006). Ett rimligt antagande är att Beers system inte hade riktigt den centrala roll i landets tänkta ekonomiska framtid som upphovsmannen gjorde gällande. Någon oberoende forskare borde undersöka saken grundligt, med utnyttjande av lokala källor och sagesmän.

Variation i ett system kan bara hanteras med hjälp av – variation. För samhällets förbättring kan vi skissera en Frihetsmaskin (*Liberty Machine*). Denna visar sig (inte helt överraskande) vara en något populariserad variant av VSM. I anslutning till presentationen av sin Frihetsmaskin gör Beer flera starka och temperamentfulla hänvisningar till Chile, Allende och de fantastiska möjligheter till frihet som krossades genom den CIA-stödda kuppen 1973.

Grundbudskapet i denna bok är alltså att endast cybernetiska principer, tillämpade i en demokratisk anda (vilket framför allt, men inte enbart, betyder att alla människor och grupper skall ha tillgång till korrekt och adekvat information) kan lägga grunden för ett samhälle där människorna är fria – och kan uppleva att de är fria. Det sista kapitlet bär rubriken *The Free Man in a Cybernetic World*.

3.3 Jay Forrester och systemdynamiken

Ännu en MIT-professor

”Med hjälp av en av världens största datorer har forskare vid Massachusetts Institute of Technology, MIT, visat att den industriella expansionen inte kan fortsätta. Jordens resurser räcker inte till, och går vi inte in för nolltillväxt så kommer miljöförstöring och resursbrist att försätta mänskligheten i en global katastrof inom 70 till 150 år.”

Ungefär så löd det budskap som gick ut över världen i början av år 1972. På initiativ av den så kallade Romklubben, en inflytelserik sammanslutning av (huvudsakligen europeiska) industri- och bankledare, chefstjänstemän vid internationella organisationer och ledande forskare, hade några år tidigare startats ett projekt ”The Predicament of Mankind”. Huvudrapporten *Tillväxtens gränser* (*The Limits to Growth*, ofta omnämnd bara som Limits) från detta projekt publicerades samtidigt i flera länder under våren 1972, och väckte utomor-

dentligt stor uppmärksamhet[7]. Många hävdar att den representerade genomslaget för en helt ny insikt: att världssystemet inte kunde bära en materiell och ekonomisk expansion av den typ som präglat västerlandets industriekonomier sedan 200 år (Meadows m fl 1972).

Romklubbens rapport, dess innehåll och betydelsen för debatten är fortfarande av stort intresse.[8] Innehållet i boken, och den vidare problematiken om resurstillgång och global miljö är emellertid inte huvudfrågan i min bok. Här skall jag i stället kommentera den metodik som låg bakom rapporten och i hög grad utgjorde en förutsättning för *Tillväxtens gränser*. Den historien är inte mindre slående – men betydligt mindre känd. En professor med elektroteknisk och datalogisk bakgrund tar sig an sociala system och publicerar i relativt rask följd en bok om företag (som väckte intresse och troligen viss avund bland företagsekonomer), därefter en bok om staden och innerstädernas förfall (som väckte intresse och troligen viss avund bland stadsplanerare och geografer) och slutligen en bok om Världen: ett modellbygge och datakörningar som utfördes på ett par månader och bildade grunden för boken *Tillväxtens gränser*.

Från elektriska kretsar till företag och städer

Jay Forrester är född 1918 och tog examen som elektroingenjör vid University of Nebraska 1939. Han verkade sedan som forskare vid MIT under hela sitt liv, framför allt inom reglermekanismer och datorkonstruktion. Han var chef för dataavdelningen vid MIT:s Lincolnlaboratorium och utvecklade där bland annat stridsledningssystem för flygvapnet. Han hade fram till mitten av 1950-talet gjort flera egna

[7] Finansiär, på Romklubbens initiativ, var den västtyska Volkswagen-stiftelsen.

[8] En översikt över debatten omedelbart efter publiceringen finns i *Debatten om tillväxtens gränser,* Sekretariatet för framtidsstudier (1974). Forskargruppens egna repliker och reflexioner finns i Meadows m fl *Beyond the Limits* (1992). Där finner man också hänvisningar till debatten inklusive kritiska böcker och artiklar.

uppfinningar och betraktades som både praktiskt och teoretiskt synnerligen framstående. Bland uppfinningarna kan nämnas det magnetiska kärnminnet som var grunden i det så kallade RAM-minnet och därmed möjliggjorde bland annat realtidsprogrammering i moderna datorer.

Industrial Dynamics

Vilka Forresters personliga motiv än kan ha varit för att vidga sina intressen till sociala områden, så finner man nästan ingenting om dem i litteraturen. Det har hävdats (i muntlig tradition på MIT) att han var något uttråkad på den rent tekniska verksamheten och därför gick runt i korridorerna på MIT och undrade om det inte fanns några andra intressanta problem som han kunde ta sig an.

Oavsett detta vet vi att Forrester kring 1955 skapade en grupp för att forska kring ”de dynamiska strukturerna i sociala system”. Det första studieobjektet blev industriföretaget som socialt system. En bok med titeln *Industrial Dynamics* publicerades 1961 (Forrester 1961). På grund av denna nya inriktning blev Forrester sedermera professor vid MIT:s School of Industrial Management (senare benämnd Sloan School of Management) men behöll hela livet sina vetenskapliga länkar till datavetenskap och elektronik.

I boken beskrivs huvudvariabler inom ett industriföretag och sambanden mellan dem med – i princip – samma slags matematik som används för analys av elektriska kretsar. För att anknyta till några av de elementära begrepp som presenterades i kapitel 1 träffar vi här på återkopplingar, tidsfördröjningar och svängningskretsar. Forrester ställer med några korta meningar in sig själv i en tradition från Vannevar Bush (datorpionjären) via Norbert Wiener (se kap 2) till aktuell datorforskning vid MIT (Forrester 1971, sid 13). Men det är också klart att han inte söker sin legitimitet i till exempel en cybernetisk tradition; inte heller intresserar han sig nämnvärt för någon annan teoribyggnad än sin egen. Forrester visar redan från början en hundra-

procentig tilltro till de egna modellernas förmåga att både korrekt och intresseväckande *beskriva* och *förutsäga* dynamiska förlopp i olika system (tekniska och sociala).

Boken om industriell dynamik bygger helt och hållet på kvantifierade beskrivningar av ett (tänkt eller verkligt) företag. Siffervärden sätts på sådana storheter som lager, inkommande order, investering, produktion i fabriken, personal. Om vi vill göra en jämförelse med cybernetikens pionjärer (vilket inte är onaturligt) framstår Forrester som extremt kvantitativt inriktad: även Wiener som i princip ville se cybernetiken som en matematisk vetenskap ger större utrymme åt mjuka variabler som värderingar, historia och överlevnadsvilja. Beer, som diskuterades ovan, framstår nära nog som Forresters motsats i detta avseende: han har inget bruk för matematiska modeller och ser knappast något värde i kvantifieringar av företagets tillstånd. I långa stycken bygger Beers modeller på psykologiska antaganden, något som förefaller vara Forrester helt främmande.

Modellen, eller snarare modellerna, av företaget byggs upp ur ett antal grundvariabler och elementära relationer dem emellan. Det är två slags fenomen som bildar grund för beskrivningen. Det ena är *informations-återkoppling* (*information feedback*): en viss variabels värde matas tillbaka till en ”tidigare” fas i systemet (t ex försäljning matas tillbaka till produktion). Det andra är tidsfördröjning (*delay*): signaler om att försäljningen ändrat sig kommer till produktionens kännedom med några dagars eller några veckors fördröjning. Dessa två grundelement brukar behandlas (dock inte heller där utan svårighet) i analysen av elektriska och elektromekaniska system (servomekanismer talade man gärna om under denna tid). Det är matematiken och datorprogrammen från denna tradition som lyfts över och bildar grunden i analysen av industriföretaget. Utan omsvep hävdar Forrester att tillämpningen av sådana metoder skall göra företagsledning mera vetenskaplig, precis som ingenjörsverksamheten under 1900-talet mer och mer kommit att ta vetenskapliga metoder i bruk.

Industrial Dynamics är helt klart tänkt som ett pionjärarbete i tillämpning av systemdynamik, och författaren utvecklar därför omsorgsfullt och vältaligt grunderna för modellering, olika principer för simulering av system, datorernas funktion och många andra saker. I boken pläderas också för att företagsledare skall skaffa sig ”laborativ” erfarenhet genom att pröva olika lösningar och strategier på dynamiska (dator-)modeller av företaget. Det förklaras också att en dynamisk datormodell måste arbeta så att tillståndet vid en tidpunkt ”stegas” fram till nästa, men med så pass små steg att skillnaden mot en kontinuerlig förändring knappast märks.

Kärnan i boken är emellertid de modellkörningar som görs på ett tänkt företag. En första grupp körningar ska beskriva sambandet mellan produktion och distribution. Via några mellanliggande variabler, som lager och fabriksproduktion, kan körningarna visa till exempel hur en plötslig ökning (10 %) i försäljning slår igenom i lagerhållning och produktion. Sambanden inne i modellen kan varieras, bland annat kan man lätt ändra på de fördröjningstider som finns, till exempel mellan en förändring i försäljning och signaler till ökad produktion.

I andra körningar (en grupp av dem avser ett faktiskt existerande företag) kompletteras dessa variabler med bland annat kassaflöden och personalbehov.

Modellen redovisas på tre sätt:

- De elementära sambanden mellan modellens variabler uttrycks antingen i enkla ekvationer (ofta som differensekvationer som beskriver förhållandet mellan ett tidssteg och nästa) eller i vissa fall grafiskt, som icke-lineära samband.

- Modellens uppbyggnad i stort illustreras med ”boxar och pilar”, där man kan se vilka variabler som beror av vilka och hur återkopplingarna ser ut.

- Resultaten av körningar visas i (datorritade) diagram, där de olika variablernas utveckling över tid kan iakttas. Tidsskalan är mestadels veckor, och processerna redovisas över några veckor till 5–6 år.

Originalfigurerna i *Industrial Dynamics* är lite för detaljrika och snåriga för att återges här. Den relativa detaljrikedomen i resultatkurvorna skall emellertid inte dölja det faktum att det rör sig om utomordentligt grova beskrivningar av till exempel ett företag. Med i allmänhet mellan 5 och 10 (tillstånds-) variabler beskrivs hela systemet. (Till dessa kommer, inne i modellen, ett betydligt större antal flödes- och hjälpvariabler.) Raffinemanget i metoden ligger alltså inte i detaljrikedomen: givet datorernas kapacitet kring 1960 kunde denna helt enkelt inte vara väsentligt större.

Vad som däremot kommer ut är intressanta variationer över tid. Inte sällan genererar modellen förlopp som intuitivt knappast kunde förutsägas, och författaren visar gärna på hur vissa företagspolicies eller andra styrande faktorer (som onödigt långa fördröjningar, eller en illa fungerande avdelning) skapar ogynnsamma utvecklingar i hela systemet, särskilt bristande förmåga att anpassa företaget till förändringar i omvärlden.

Urban Dynamics

I inledningen till nästa stora bok, *Urban Dynamics*, säger Forrester dels att han nu genom *Industrial Dynamics* utvecklat en metod för att analysera komplexa sociala system, dels att hans rumsgranne, den tidigare borgmästaren i Boston John Collins, övertygat honom om att städernas problem – deras förfall och upprättelse – nu borde studeras med likartade metoder. Resultatet blev en systemstudie, utförd under ett par år och redovisad i boken *Urban Dynamics* (Forrester 1969).

Denna bok har starka likheter med *Industrial Dynamics*. Den arbetar också med ett måttligt antal variabler, många återkopplings-

slingor mellan dem, tidsfördröjning och möjlighet att köra olika ”policies” i modellen. *Urban Dynamics* synes i än högre grad än *Industrial Dynamics* ha karaktär av modellexempel: utgångsvärden för de olika variablerna sätts utan längre motiveringar; det är systemets allmänna dynamiska egenskaper som kommenteras och står i centrum.

Modellens grundvariabler innefattar tre grupper av sociala variabler:

- befolkning/arbetskraft,
- näringsliv,
- fastigheter.

Inom befolkning/arbetskraft skiljer man på arbetslösa[9)], arbetare och företagsledare/professionella. Näringsliv delas upp i nya, mogna respektive föråldrade industrier och bostadsbeståndet tredelas på likartat sätt. Dessa nio variabler, tillsammans med att antal relationstal (som skattekvot och arbetslöshetsandel) utgör de 17 variabler som kommer att ingå i modellen. Systemgränsen mot omgivningen är viktig: in- och utvandring till och från staden av till exempel arbetslösa personer blir i många fall styrande för resultaten.

Två typer av körningar görs. Den ena spänner över 250 år, och syftar till att beskriva utvecklingen mot ett ”*steady state*” – ett jämviktsläge som en stad så småningom intar, förutsatt att vissa stabila politiska och ekonomiska förutsättningar föreligger. Den andra typen av körningar omfattar 50 år, och inom dessa kan man pröva olika ”urban policies”: som att riva dåliga bostäder i en viss takt, bygga nytt för olika kategorier, öka eller minska skattekvoten, subventionera moderna företag – eller gamla företag – och så vidare. Precis som i *Industrial Dynamics* kan vissa av sambanden anges i enkla (linjära)

[9)] I texten: ”underemployed”, men den faktiska betydelsen torde ligga nära det svenska begreppet arbetslös eller möjligen potentiell arbetskraft.

ekvationer medan man för andra redovisar – empiriska eller antagna – samband i form av kurvor. Resultaten visas i tidskurvor över de viktigaste variablerna: i fallen över 50 år redovisas en stor mängd körningar under alternativa antaganden.

World Dynamics och Tillväxtens gränser

Som redan nämnts byggdes den modell som ligger till grund för *Tillväxtens gränser* på några månader under sommaren 1970.[10] När detta var gjort lämnade Forrester över projektet till sin yngre kollega Dennis Meadows och en grupp av drygt tio forskare från olika discipliner. Det är deras arbete som redovisas i boken *Tillväxtens gränser*. Forresters egen *World Dynamics* (Forrester 1971/1973) signalerade visserligen samma slutsatser som *Limits* och blev mera spridd än andra fackböcker av denna karaktär[11], men är ändå i jämförelse med *Limits to Growth* en doldis. Forrester tog heller inte någon särskilt aktiv del i debatten efter publiceringen av *Limits*. Han markerar i andra upplagan av *World Dynamics* (Forrester 1973) att i synnerhet många ekonomer som varit starkt kritiska är fel ute och inte har tillräcklig substans i sin kritik för att kunna avfärda bokens centrala frågeställningar (*central issues*).

Grundmodellen för *World Dynamics* fanns alltså färdig när Romklubbens beställning kom. Den hade ju tillämpats på andra sociala dynamiker tidigare, och den metodiska förnyelse som behövdes för tillämpningen på Världen var måttlig.

---

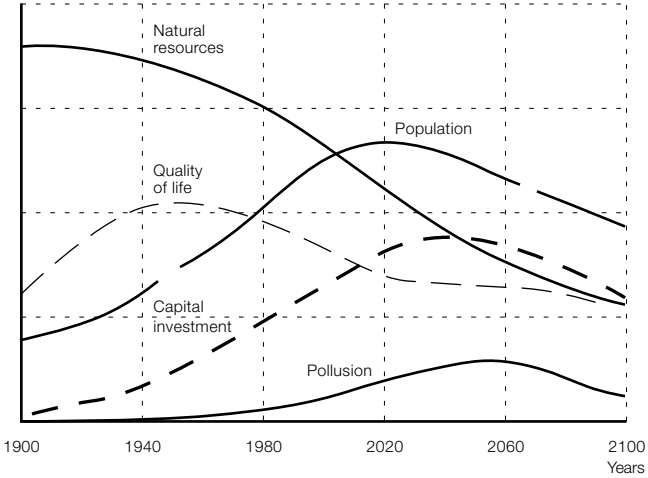
[10] Om man skall ta Forrester på orden gick arbetet på några veckor. En preliminär beställning gavs vid ett möte mellan Forrester och Romklubben den 29 juni 1970 och omedelbart därefter (during the first part of July) byggde han upp systemmodellen som grund för en arbetskonferens tillsammans med Romklubben, vilken ägde rum i Cambridge 20–30 juli 1970. Då accepterades modellen (World III) som grund för det fortsatta arbetet med projektet.

[11] En kortversion av World Dynamics publicerades på svenska som *Datamodeller och samhällsforskning* (Forrester 1972) under medverkan av Ingenjörsvetenskapsakademin, IVA, som under en tid visade ett intensivt intresse för Forrester och hans metoder (en riktig ingenjör som gör en frontinsats inom samhällsforskningen!). Efter publiceringen av *Limits* torde dock IVA:s entusiasm ha svalnat betydligt.

Boken World Dynamics är, följdriktigt, tunnare än sina båda föregångare. Världsmodellens grundvariabler är från början fem:

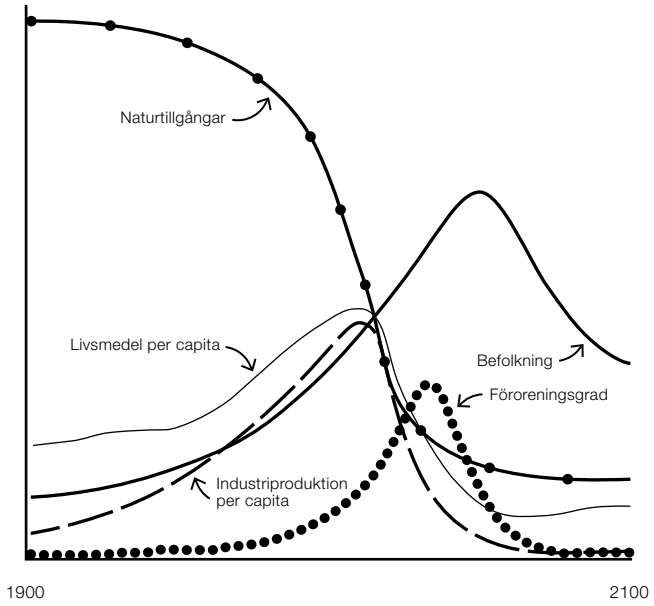
- Resurser (naturresurser),
- Befolkning,
- Nedsmutsning (*pollution*),
- Kapitalinvesteringar,
- Livskvalitet.

Relationerna dem emellan beskrivs, liksom tidigare, med en rad samband och vissa hjälpvariabler (t ex materiell konsumtionsnivå, födelsetal, livsmedelstillgång, trängsel /crowding/ osv). Redan i den upplaga som publicerades 1971 finns de sedermera berömda kurvorna över vändande välstånd, där miljöförstöring, resursbrist eller överbefolkning vänder 1900-talets succé för den industriella utvecklingsmodellen till dess motsats.

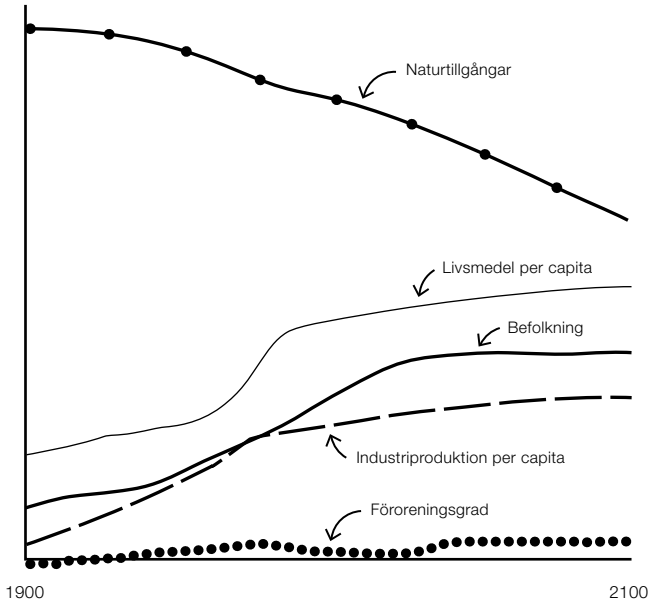


Figur 3:3 Grunddiagram för utvecklingen enligt World III.

I *Tillväxtens gränser* (*Limits*) modifieras sedan modellen något, men i stort sett är det fortfarande Forresters världsmodell (ibland preciserad som World III) som används för att staga upp och motivera slutsatserna i *Limits*.



Figur 3:4 Grundkörning i Tillväxtens gränser.



Figur 3:5 Stabiliserad världsmodell (”nolltillväxt”) enligt Tillväxtens gränser.

Två frågor kring modellarbetet bakom *World Dynamics* och *Limits to Growth* bör särskilt kommenteras. För det första finns i *World Dynamics* en global (resultat-)variabel som kallas *Quality of life*, livskvalitet. Den består av en sammanvägning av materiell levnadsnivå, trängsel, livsmedelstillgång och nedsmutsning. Denna variabel finns inte längre med i *Limits*. Orsaken är att författargruppen vid närmare eftertanke fann den alltför svårdefinierad, och ville undvika anklagelser om ”flum”.

Den andra frågan gäller hur berättigat det är att behandla hela världen som en enhet. Redan innan studien publicerades väckte den starka protester från företrädare för u-länder. Ett stopp för tillväxten skulle, ur deras synpunkt, döma dem till fortsatt fattigdom och utanförskap i världsekonomin.[12] Saken blir inte lättare att svälja av att Forrester uttryckligen skriver att det nog vore bäst för dagens u-länder att inte ens försöka bli industrialiserade, eftersom ekonomier med lägre specialiseringsgrad skulle ha lättare att uthärda en framtida kollaps av det globala systemet (Forrester 1971, sid 13).

Varför sökte man då inte formulera en modell som åtminstone kunde skilja på i-länder och u-länder? Jørgen Randers, en av medförfattarna, svarar att man hade diskuterat detta mycket allvarligt, men att man inte trodde sig om att klara de (minst fyra gånger så komplexa) modellbyggen och körningar som det skulle krävt.[13] Den fortsatt starka kritiken på denna punkt förmådde Romklubben att snart därefter lansera ytterligare ett projekt där olikheter i utvecklingsnivå, levnadsvillkor och resurstillgångar för stora regioner i världen (Europa,

[12] Denna misstanke höll på att få direkt katastrofala konsekvenser inom den internationella politiken. Sverige förberedde som värdland FN:s första miljökonferens som skulle hållas i Stockholm i juni 1972. Flera u-länder hotade med att ställa in sitt deltagande med hänvisning till budskapet från *Limits*, som man antog skulle komma att prägla konferensen. Först efter intensivt diplomatiskt arbete avvärjdes detta och de flesta u-länder deltog i Stockholm.

[13] Jørgen Randers, på fråga från mig, vid offentligt möte i Industrihuset, Stockholm, hösten 1972.

Nordamerika, Sydamerika, Afrika, Sydasien, etc) bildade grund för analysen.[14)]

Skolbildning och idéspridning

Redan under arbetet på *Industrial Dynamics* utformades ett dataprogram (en s k kompilator som kunde omvandla modellens samband till maskinkod) som relativt bekvämt kunde användas för att programmera någon av IBM:s större maskiner till att köra modellerna. Den heter DYNAMO, tog enligt litteraturen sex manår att utarbeta men kunde sedan fritt användas av vem som ville (en handbok på drygt 60 sidor publicerades ungefär samtidigt med *Industrial Dynamics*). DYNAMO användes sedan, sannolikt i något förbättrade versioner, för alla de tre böcker av Forrester som diskuterats ovan. Hela modellen i World Dynamics kräver i DYNAMO inte mera än ungefär 130 rader programtext (samt ungefär lika många variabelbeskrivningar). Programstorleken och beräkningsvolymerna är enligt dagens förhållanden mycket måttliga – datorkraften har som bekant utvecklats åtskilligt sedan 1970-talets första år.

Under ett antal år på 1970-talet växte det fram ett nätverk av forskare, som entusiastiskt och inom olika områden tillämpade Forresters Systemdynamik. Jag tror att tre faktorer bidrog till detta.

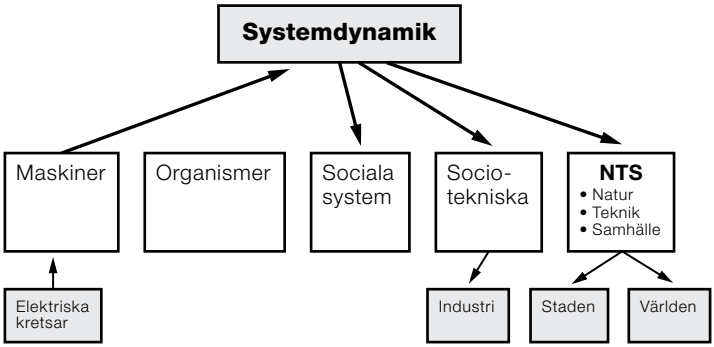
- *Limits* hade ett enormt genomslag i hela världen och det internationella samfundet; självklart ville många undersöka och nyttja dess metodik.

[14)] Den kom att gå under namnet Bariloche-studien, efter den plats i Argentina där den utfördes. Studien har titeln *Catastrophe or new society?: a Latin American world model* och huvdförfattare är Amílcar O. Herrera (Herrera 1976). Dess modellstruktur är dock mer konventionell (mindre extrem) än den som används i World Dynamics och Limits to Growth.

- Forrester hade stark lyskraft och prestige, och kunde redovisa slående tillämpningar inom tre olika områden.

- Kompilatorn DYNAMO var fritt tillgänglig, och inte särskilt svår att tillämpa.

Den grundläggande tankegången hos Forrester och hans efterföljare kan, i anslutning till vår grundfigur 1:3 beskrivas så här:



Figur 3:6 Systemdynamik uppfattad som en generell systemteori.

Systemdynamik ses som en generell teori, ursprungligen inlånad från ett speciellt slags maskiner: elektroniska kretsar av ett särskilt slag. Användningen sker sedan inom socio-tekniska system och i två av fallen också med hänsyn till naturresurser.

I Norden kom intresset till stor del att kanaliseras genom Jørgen Randers. Han hade tillhört den inre författarkretsen för Limits, och snart efter publiceringen återvände han till Norge. I mitten av 1970-talet startade han i Oslo Gruppen för resursstudier, som under ett par år blev centrum för den systemdynamiska metodikens tillämpning i Norden. Gruppen för resursstudier utförde studier kring skogsnäringen och flera industribranscher med systemanalytisk metodik (Randers, Stenberg & Kalgraf 1978; Lönnstedt & Randers 1979).

En tidig introduktör av systemdynamik i Sverige är Lennart Stenberg, medförfattare i den ovan nämnda boken (Randers m fl 1978) och författare till ett antal uppsatser om innovationssystem. Efter en period som forskare vid Gruppen för resursstudier var han under 1980-talet handläggare på Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU), senare verksam vid NUTEK, NUTEK Analys och Vinnova, samt som gästforskare i Tokyo.

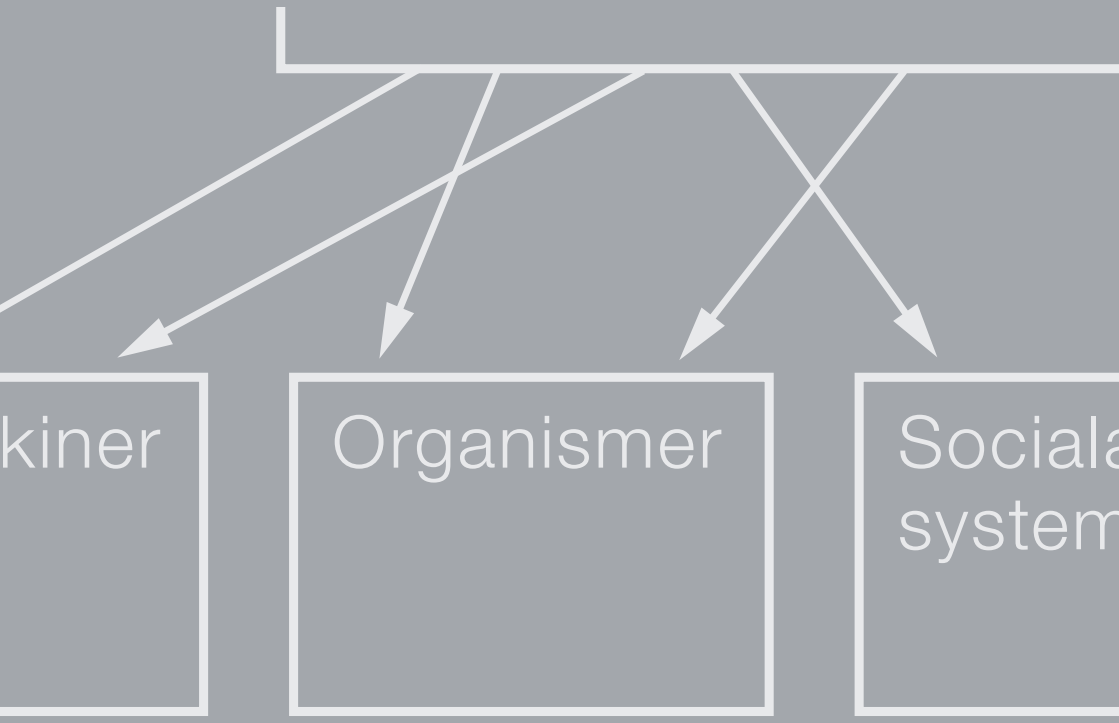
Det tyngsta bidraget inom svensk forskning är troligen Jan-Evert Nilssons doktorsavhandling *Norrland år 2001* (Nilsson 1979), utarbetad delvis vid Gruppen för resursstudier i Oslo. Som exempel på systemdynamiskt inspirerad forskning är emellertid Nilssons avhandling paradoxal. Under flera år bearbetade Nilsson med renlärigt systemdynamiska metoder Norrlands utvecklingsproblem och förde in befolkningen, skogen, kustland/inland och så vidare i modellen. Genom detta skapades en strukturerad överblick över hela området, utsträckt över en lång tidsperiod. Emellertid kom Nilsson sedermera att ”lyfta ut modellen”. Den färdiga avhandlingen präglas givetvis av de systemdynamiska förarbetena, men redovisar dem inte. Avhandlingen diskuterar Norrlands historia och dess framtid över dryga 20 år, med

skogsnäringen i centrum och i brett resonerande, tvärvetenskapliga och tvär-ideologiska termer.

Denna förändring får illustrera att den intensiva tron på systemdynamikens modeller sviktade ganska ordentligt, även globalt, under 1970-talets sista år. Därför är det inte fel att låta Jan-Evert Nilssons ord (Nilsson 1979, sid 7) stå som slutkommentar till detta avsnitt:

> *”På något sätt blev modellen med tiden ett självändamål.”*

Kapitel fyra



Systemanalys för problemlösning

4.1 Från operationsanalys till systemanalys

Rötterna

I det här kapitlet skall jag följa ytterligare en huvudlinje inom systemanalysen. Precis som fallet var med några av de linjer som beskrivits i tidigare kapitel kan dess särprägel bäst förstås genom dess historiska ursprung och framväxt.

Den typ av systemanalyser som skall behandlas här kan ledas tillbaka till *operationsanalys*, som utvecklades för ursprungligen militära tillämpningar under andra världskriget 1939–1945. Tidigast och tydligast skedde detta i Storbritannien. Det handlade om distinkta problem inom ramen för militära operationer, exempelvis skyddet av konvojer eller anläggande av skenmål för att minska sannolikheten för att viktiga anläggningar som flygfält skulle slås ut. Till detta engagerades framstående forskare: matematiker, statistiker och naturvetare. I allmänhet hade de ingen tidigare erfarenhet av den typ av problem de ställdes inför. Trots detta bedömdes operationsanalysens första år som en stor framgång. Skickliga forskare kunde på ett uppslagsrikt sätt låna över metoder och tankegångar från sina egna vetenskaper till problem som handlade om taktik, organisation och beteende.

Från första början präglades alltså operationsanalysen av:

- Målinriktning: det var nödvändigt att precisera vad operationen skulle leda till.

- Ett fritt och okonventionellt metodval: grundtanken var att ur en stor naturvetenskaplig och matematisk repertoar finna de metoder och tankar som passade bäst för det aktuella problemet.

Dessa båda karaktäristika kom sedan att följa med när det ur operationsanalysen växte fram (en tradition av) systemanalys i modern mening.

Jag kommer att i detta avsnitt skissera hur operationsanalysen kom att tillämpas på andra problem än de ursprungliga. Särskilt viktig blir tendensen att, med fasthållande vid operationsanalysens strävan att *lösa problem*, tillämpa metoder och tankegångar på större och komplexare sammanhang: kort sagt att *analysera system*.

Ett representativt arbete, C West Churchmans spridda lärobok *Systems Thinking* (Churchman 1967, i svensk översättning *Systemanalys* 1968), får tala för denna huvudfåra inom systemanalysen. Idéer och metoder av den typ som Churchman diskuterar har kommit till stor användning inom olika typer av företag, ofta som komplement till operationsanalytiska metoder. Den numera omfattande litteratur som avser systemfrågor och systemanalyser inom enskilda företag, eller specifika frågor inom *management*, kommer dock i min framställning att beröras ganska summariskt.[1)]

I förlängningen av systemanalysens tradition ligger (i varje fall i Sverige) policyorienterade framtidsstudier, vilka även skall beröras i ett senare kapitel (kap 7). Jag ger också, som en belysning av aktuella intressen och tendenser inom området, en kort redogörelse för det internationella institutet för tillämpad systemanalys i Laxenburg utanför Wien: IIASA samt Santa Fe Institute i New Mexico, USA.

[1)] Det skall noteras att den militära operationsanalysen inte var den enda faktor som kom att påverka användningen av matematiska och statistiska metoder inom företag. Redan under 1930-talet hade internationella idéer om ”scientific management” slagit rot i industriella och tekniska kretsar i Sverige: med Frederick Taylors principer om rationalisering och produktionsplanering som centralt inslag.

Vidare beskrivs några modeller för analys och optimering av energisystem.

Från militärt till civilt

Vetenskaplig verksamhet som utvecklats i krigets drivhusatmosfär visar sig inte sällan ha livskraft och intresse inom civila och allmänna samhälleliga tillämpningar när kriget är slut. (Vi noterade detta vad gäller datorutvecklingen och cybernetiken, se kap 2). Operationsanalysen, OA, kom efter andra världskriget snabbt att etableras som en tillämpad vetenskap, fortfarande med starkt fäste inom olika länders försvarsorganisationer, men också med vidgade tillämpningsytor mot civila samhällsproblem och olika företag och organisationer. Operationsanalysens utprovade repertoar av metoder gjorde att tillämpningar inledningsvis föll sig mest naturliga inom tekniskt präglade företag eller förvaltningar. Men de kom inte helt att koncentreras till sådana utan fick i stor utsträckning användning även på ekonomiska och administrativa problem.

Kaijser och Tiberg (2000) lägger stor vikt vid det besök i Sverige som gjordes av Patrick Blackett, i samband med att han mottog Nobelpriset i fysik 1948. Blackett var emellertid minst lika känd som ”krigshjälte” genom att ha utvecklat operationsanalysen under kriget, vilken löst många kritiska problem åt militären. Ett par grupper som sysslade med tillämpning av operationsanalytiska metoder fanns redan då i Sverige (en av dem var Statistiska forskningsgruppen vid Stockholms universitet, startad av Harald Cramér och med bland andra Tore Dalenius och Sven Erlander som medarbetare). Försvarets intresse blev tidigt väckt och såväl flygvapnet som marinen hade direkta universitetskontakter inom OA-området. Bilden blev så småningom tydligare genom etablerandet av OA-resurser inom Försvarets forskningsanstalt, FOA, (Planeringsbyrån: FOA P) då verksamheten tog verklig fart och framstod som en viktig och erkänd del av den tillämpade vetenskapen i landet.

Lärogången i en mycket spridd och fortfarande användbar lärobok (Ackoff & Sasieni 1968) är klargörande för vad operationsanalys är och hur dess utövare ser på sin verksamhet. De inledande kapitlen i boken handlar om hur OA skall beskrivas och om hur man ställer problem, med många exempel. Därefter resoneras om hur man översätter ett problem till en, vanligen matematisk, modell. Sedan går man igenom hur man kan lösa problemet i modellens termer: genom uträkning, simulering, approximationer och så vidare.

De centrala tillämpningsområdena för OA, ungefär 20 år efter det att denna tillämpade vetenskap blivit etablerad utanför det militära området, är i stora drag följande (fortfarande efter Ackoff och Sasieni 1968):

- Allokeringsproblem, till exempel hur kapital skall fördelas på ett antal olika investeringar. En ofta förekommande och därmed viktig klass av allokeringsproblem är de som kan formuleras så att en linjär funktion skall bli så stor som möjligt, under ett antal linjära restriktioner eller bivillkor (*linjär programmering*).

- Lagerhållningsproblem: hur man ska fylla på ett lager för att kunna möta en viss efterfrågan (som kan vara antingen känd eller slumpmässig).

- Ersättning och underhåll: om till exempel maskinerna i en fabrik riskerar att gå sönder (med vissa sannolikheter) hur skall man då bäst planlägga inspektion, underhåll och utbyten?

- Projektstyrning, med avsikten att olika moment till exempel i ett husbygge skall komma i rätt ordning och inte blockera varandra.

- Ruttplanering, där det mest kända problemet är ”handelsresanden” (*the travelling salesman*): hur skall man planera en resa till N olika

städer för att den totala reslängden skall bli så kort som möjligt? (Detta visar sig oväntat svårt, nästan omöjligt, att lösa exakt utom för små värden på N.)

- Köproblem, som uppstår om ”kunder” av något slag anländer till ett ställe för att uträtta något. Sådana problem möter man i trafiken, detaljhandeln, reparationsverkstäder och på oräkneliga andra ställen i samhället. Matematiken för köer blir ganska avancerad (men till stora delar elegant) redan vid enkla antaganden, till exempel om de köande antas komma slumpvis.

- Konkurrensproblem, där bland annat spelteorin dyker upp, som ett av de intressantaste inslagen.[2)]

- Sökproblem: hur man snabbast, eller med störst sannolikhet att hitta vad man letar efter, skall söka i ett stort material. Sådana problem återfinns så olika områden som revision, kvalitetskontroll, malmletning och militär eller polisiär spaning.

Det är alltså klasser av *problem* som får strukturera framställningen. Samtidigt som det är uppenbart att till varje klass av problem hör en viss repertoar av matematiska (i vid mening) metoder. Men operationsanalytikerna är noga med att framhålla dels att de olika repertoarerna överlappar varandra, dels att man inte får låsa ett problem till en metod utan alltid skall välja den metod som är mest verkningsfull i förhållande till *problemet*.

[2)] Spelteorin grundlades på 1940-talet av von Neumann och Morgenstern (1944) och nämns ofta i samband med cybernetik och allmän systemteori; se kapitel 2. Norbert Wiener, som mycket beundrade särskilt von Neumanns insatser, vill dock inte räkna spelteorin till cybernetiken. I relation till General System Theory bör spelteorin, enligt von Bertalanffy, räknas in i ”familjen”.

Boken avslutas med en diskussion av hur modellresultat kan testas mot verkligheten och hur man genomför (implementerar) de lösningar som analysen har lett fram till.

OA: från problemvetenskap till metodvetenskap

I tidigare kapitel, särskilt kapitel 2, noterade vi en utveckling som innebar att en ursprunglig tankefigur – som återkoppling eller information – gradvis kommer att införlivas och varaktigt ingå i en eller flera vetenskapers metodapparat. Cybernetikens återkopplingstanke kom att införlivas med det nyskapade ämnet reglerteknik (*control theory*) och där redovisas i form av ett antal distinkta metoder (se 2.9). På ett likartat sätt kommer operationsanalysen gradvis att identifieras med ett antal – huvudsakligen matematiska – metoder som införlivats med ett par akademiska ämnen.

Den mång- och tvärvetenskapliga karaktären har på detta sätt något skjutits i bakgrunden, liksom tanken att OA främst är en ”problemlösningsfilosofi”. Men genom att metoderna utvecklades och fick allt större betydelse blev det naturligt att härbärgera dem inom särskilda forsknings- och utbildningsenheter vid universitet och högskolor. Några av dessa kom att benämnas Operations Research eller liknande, andra infogades som nischer i stora tillämpningsämnen, exempelvis företagsekonomi (*Business Administration*). I Sverige valde man att utveckla en stor del av (men inte hela) operationsanalysens metod och tradition inom ett särskilt ämne, optimeringslära, som vid landets tekniska högskolor i sin tur inordnades i matematiska institutioner tillsammans med matematik, matematisk statistik och numerisk analys. Under senare år har sådana institutioner ibland också tillagt systemteorier som en del av repertoaren. Så här lyder exempelvis presentationen för doktorander av avdelningen för optimeringslära och systemteori vid KTH:

> *”Optimeringslära och systemteori är ett tillämpat matematiskt ämne som innefattar dels matematisk teori för optimala beslut och styråtgärder, dels matematisk analys av dynamiska förlopp. Ämnets starka anknytning till tillämpningarna innebär att formulering av verkliga problem i matematisk form också intar en central plats”*
>
> KTH (2011)

Operationsanlys blir systemanalys

Det som mest intresserar oss här är dock inte hur operationsanalysen som sådan utvecklades och stabiliserades, utan hur den genom att konfronteras med andra problem än de ”urspungliga” kom att utvecklas till *systemanalys*. Hur detta skett i Sverige har förtjänstfullt dokumenterats av Arne Kaijser och Joar Tiberg (Kaijser & Tiberg 2000), från vilka jag lånar många av upplysningarna i det följande. Som dessa författare påpekar torde utvecklingen i de flesta länder ha varit i stora drag parallell med den i Sverige. Den svenska utvecklingen är dock förhållandevis lätt att följa, inte minst på grund av den nyckelroll och överblick som Försvarets forskningsanstalt (FOA) hade under en period av minst 20 år.

Inom det svenska totalförsvaret upprättades, som nämnts ovan, i FOA:s regi ett antal OA-grupper under 1950-talets första år. De bemannades med yngre matematiker, tekniker och naturvetare (även i viss utsträckning värnpliktiga, ofta med påbörjad forskarutbildning). Enligt samstämmiga vittnesbörd var denna innovation i försvaret lyckosam, trots oundvikliga konflikter och kulturkrockar inledningsvis. Men det visade sig snart att staber och försvarsledning gärna ville använda operationsanalysens okonventionella verktyg på ”större” problem än taktiska och operationella. Man upplevde vid denna tid ett tryck att planera långsiktigt, och presentera sammanhängande lösningar för hela försvarsgrenar och hela försvaret. Ord som ”försvarsstrukturer”, ”angreppsfall” och ”adaptiv planering” antyder den vida

problembilden. Det blev naturligt att engagera operationsanalytikerna (och inte minst FOA:s egen planeringsbyrå, FOA P) i detta arbete på högsta nivå. Operationsanalysen inom försvaret höll på att bli systemanalys (SA). Med hänvisning till ett par olika omständigheter förlägger Kaijser och Tiberg (2000) systemanalysens definitiva etablering till mitten av 1960-talet.

Den utvecklingen var emellertid inte bara ”made in Sweden”. Likartade rörelser att ”lyfta” operationsanalys till systemanalys, och att flytta tyngdpunkten från operativa problem till långsiktiga, strategiska och strukturella frågor ägde rum i USA, varifrån det svenska försvaret och FOA hämtade avgörande impulser[3)], liksom i andra länder. Det finns skäl att tro att även motparten i det kalla kriget, Sovjetunionen, arbetade på liknande sätt. Förändringen innebar en förskjutning från små och hanterliga problem till stora och systemiska, och samtidigt från kortsiktiga frågor till långsiktiga. Den bäddar alltså inte bara för systemanalys i meningen behandling av många komponenter och komplexa samband mellan dem, utan pekar också mot långsiktig planering och framtidsstudier.

Som Kaijser och Tiberg visat spelade FOA en ledande roll inom den tidiga systemanalysen, som vetenskaplig fokalpunkt och arena för metodutveckling och problemdiskussion. Men det fanns en omfattande ”spin-off” ut i det svenska samhället. Många personer passerade FOA, på väg till uppgifter inom högskolevärlden, företag och förvaltningar. Därför illustrerar FOA:s roll i Sverige också en annan generell internationell tendens: systemanalysens ”civilisering” – alltså spridningen av metoder och tänkesätt som utvecklats inom försvarsplaneringen till stora delar av det övriga samhället.

Under den tid som här berörts (från 1960-talets sista år fram till

---

[3)] Av särskild betydelse var en studieresa som företrädare för FOA gjorde till USA 1961, med besök bland annat vid RAND Corporation, som då kunde betraktas som en av det amerikanska försvarets främsta ”think-tanks”.

ungefär 1973) utarbetades ett nytt planeringssystem för försvaret. En viktig komponent i detta var breda framtidsstudier över den internationella utvecklingen, ur vilka sedan kunde härledas olika ”angreppsfall” som det svenska försvaret tänktes behöva möta. Parallellt därmed utarbetades 15-åriga perspektivplaner för totalförsvaret, innehållande ganska sofistikerade överväganden både vad gäller hur man skulle möta olika angrepp, och hur man skulle kunna förändra systemet gradvis, om och när nya informationer om angrepp eller egen förmåga skulle motivera detta (adaptiv planering).[4)]

En särskild betydelse fick under en tid ambitionen att formulera planeringsproblemen i nationalekonomiska termer (genom sedermera professorerna Ingemar Ståhl och Bengt-Christer Ysander, under ett par år knutna till FOA P). Svenska nationalekonomers förhållande till systemanalys har dock fortsättningsvis varit något avvaktande. Företagsekonomer har däremot, som vi kommer att se, i stor utsträckning anammat systemanalytiska tänkesätt, särskilt under rubriken Management Science.

Som tidigare nämnts skedde denna planering i stor öppenhet, och många forskare och analytiker deltog i processen i större eller mindre avsnitt. Många av dessa kom senare att arbeta inom akademin och andra civila delar av samhället. Därför kom detta tänkande – som konsekvent och tydligt kopplade samman framtidsstudier med planering, tog sig an problemet om adaptivitet/anpassningsförmåga och utvecklade metodik för storskaliga ”krigsspel” – att få en betydande spridning inom statlig förvaltning och akademisk forskning, i viss utsträckning även inom industrin.

Genom FOI (skapat 2001 genom sammanslagning av FOA och

[4)] En bred teckning av detta ”tänkande” ges i volymen *Trends in Planning* (Jennergren 1977). Där har samlats ett antal artiklar av nyckelaktörer i processen: Carl Gustav Jennergren, Brita Schwarz, Mårten Lagergren, Nils Andrén med flera som på ett delvis mycket personligt sätt ger sin syn på planering, programbudgetering, systemanalys och framtidsstudier.

Flygtekniska försöksanstalten FFA), särskilt avdelningen för Försvarsanalys, vidareförs den tradition som här har beskrivits. En nära koppling upprätthålls mellan operationsanalys, planering, framtidsstudier och systemanalys. FOI rekryterar och ställer till förfogande operationsanalytisk expertis för tjänstgöring inom Högkvarteret och olika staber. Enligt uppgift rör det sig fortfarande i stor utsträckning om fysiker (i vid mening) men även ekonomer och biologer har befunnits intressanta. Orienteringen för dessa OA-experter beskrivs som problembestämda snarare än metodbestämda: alltså i stor utsträckning i linje med den ursprungliga ”ideologin” för området som den beskrevs ovan. Denna får en ännu tydligare formulering av Churchman, se nästa avsnitt och figur 4:1.

Som jag ska diskutera i ett senare avsnitt (4.3) bedrivs operationsanalys och systemanalys parallellt och utan skarp gränslinje dem emellan; så även inom FOI. Inriktningen är ”försvars- och säkerhetsanalys” vilket innebär en viss breddning i förhållande till försvaret, som förblir huvudbeställaren av systemanalyser vid FOI. Å andra sidan har den speciella roll som plantskola för OA och SA i Sverige (beskriven bl a av Kaijser och Tiberg 2000) i stort sett upphört. En i svenskt sammanhang betydelsefull avknoppning är dock Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier (FMS). Den startades av Peter Steen (1943–2000), forskningschef vid FOA och med breda kontaktytor bland annat som medarbetare inom Sekretariatet för framtidsstudier (se kap 7). Han kom under många år att driva denna grupp med blandat huvudmannaskap mellan FOA och Stockholms universitet, senare FOI och KTH (numera hör den enbart till KTH, men bibehåller arbetskontakter inom FOI). Även inom framtidsstudieområdet (se vidare kap 7) förblir FOI en viktig aktör, om än mindre tongivande än under perioden fram till ungefär 1980.

En djupstudie av relationen mellan framtidsstudier och planering inom Försvarsmakten (och inom Ericsson) finner man i en relativt ny doktorsavhandling (Ehliasson 2005).

4.2 Systemanalys för tydliga mål: C West Churchman

Varför är inte de problem som har en lösning redan lösta?[5)]

C West Churchman (1913–2004) var en probleminriktad systemanalytiker. Han har publicerat sig inom såväl operationsanalys som systemanalys, men har också skrivit en doktorsavhandling i filosofi. Hans mycket spridda lärobok *The Systems Approach* (Churchman 1967, på svenska *Systemanalys* 1968) får här illustrera huvudtankegångarna i den problem- (och policy-)inriktade systemanalys som bildar huvudtema i detta kapitel.[6)]

Churchmans bok är skriven i en resonerande stil: han söker förmedla det han har att säga i ett tänkt samtal med läsaren. (Det blir sympatiskt och lättläst, men stundom en aning långrandigt.) Hans första fråga i samtalet med läsaren är: Hur kan det komma sig att en rad problem, som vi tekniskt tycker oss ha lösningen på, ändå inte är lösta: världens mat- och hälsoproblem, krig och fred, rent vatten och ren luft…? Efter att ha diskuterat olika förklaringar, inklusive om människan är ohjälpligt ond och/eller dum, inbjuder han läsaren att pröva förklaringen att det beror på att problem i mycket stor utsträckning

---

[5)] En annorlunda men besläktad behandling av denna fråga finns i en bok av professor Richard R Nelson (vars namn återkommer i avsnittet om innovationssystem). Han utgår från den under 1960-talet ofta ställda frågan ”If you can land a man on the moon, why can't you solve the social problems of the ghetto?” Detta ”The moon and the ghetto”-problem illustrerar bland annat skillnaden mellan ”knowledge” och ”know-how”; mellan att veta något och att kunna göra något med detta vetande. I en mer allmän mening handlar det om en grundläggande skillnad mellan samhällsvetenskap och teknik (Nelson 1977).

[6)] Bokens originaltitel, *The Systems Approach*, speglar mycket bättre än det mer allomfattande ”systemanalys” det angreppssätt som Churchman eftersträvar. Jag växlar därför mellan systemanalys (här underförstått: i Churchmans anda) och uttryck som systemtänkande, systemansats och angreppssätt. En annan miss i den svenska texten är att *environment* översatts med ”miljö” i stället för med ”omgivning”, vilket är det i all systemforskning etablerade grundbegreppet (se kap 1) och som även Churchman använder i denna relativt precisa innebörd. Här använder jag givetvis ordet omgivning i stället.

”hänger samman och griper in i varandra”. Med andra ord: det är inte en rättfram problemlösning som krävs, utan denna måste föregås av att vi uppmärksammar frågornas *systemkaraktär*.

Det handlar fortfarande om problemlösning, men det är enligt Churchman två typer av svårigheter som först måste hanteras. För det första är själva problemställningen i behov av analys: ändamålet med det system som skall analyseras är i sig självt ofta svårtillgängligt. För det andra måste man så väl som möjligt beskriva systemet just som *system*: beroenden och växelverkningar mellan olika komponenter är inget som kan behandlas som smärre störningar eller något som man kan ”ta hand om senare”, utan utgör oftast den centrala egenskapen hos det som skall analyseras.

För att förtydliga sin syn på vad systemanalys är etablerar Churchman i sin lärobok, särskilt i dess början och dess slut, en debatt mellan den vetenskapligt inställde systemanalytikern (dvs i princip han själv) och några företrädare för andra synsätt på samma problem (se vidare avsnittet *Ta fienderna till hjälp* nedan).

Effektivitet – men på rätt nivå!

Den första debatten arrangeras mellan företrädaren för effektivitet, vilket då tolkas i gängse ekonomisk mening, och den vetenskapliga systemansatsens företrädare. Det rena effektivitetstänkandet, som innebär att man i varje moment söker minsta möjliga resursåtgång (i tid, pengar, personer, material …) för att nå resultatet kan exemplifieras av scientific management enligt Frederick Taylor, kostnadsjakt ner till suddgummin och blyertspennor på ett universitet, att hålla ner lager till ett minimum och ersätta det med just-in-time-leveranser. Sådant effektivitetstänkande kan kritiseras på olika grunder, till exempel att den fäster otillräcklig vikt vid enskilda människors goda vilja och humanistiska värderingar.

Systemanalysens kritik består emellertid däri att en strävan efter effektivitet på en nivå, eller i ett delsystem, mycket väl kan vara ineff-

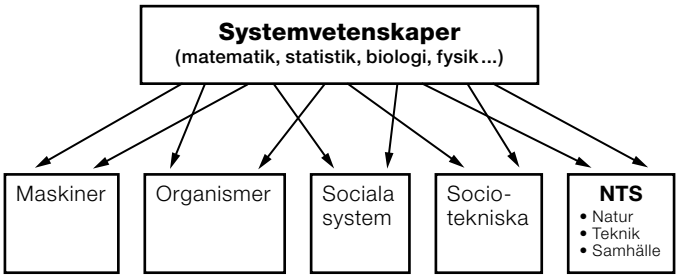
fektiv om den betraktas i ett mer omfattande systemperspektiv. Om problemet med ”onödigt” stora lager sätts in i ett större sammanhang, kanske ett system med flera produktionsenheter och en efterfrågan på produkter som kan variera över tid, kan det mycket väl visa sig rationellt att ligga med lager av en viss storlek för att kunna vinna andra fördelar, till exempel att inte tappa kunder om efterfrågan ökar eller utnyttja samdriftsfördelar mellan två fabriker.[7)]

Ett annat exempel där effektivitetstänkandet enligt Churchman kan slå fel ges av startande och landande flygplan på ett flygfält. En effektiv trafikledning kan tyckas vara att sända eller ta emot ett plan per minut: då utnyttjas banan och ledningsorganisationen fullt ut hela tiden. Men man tvingas ta hänsyn till andra samband, som att ankommande flyg inte kan tas ner exakt på minuten på grund av störningar, andra flygplatsers problem, personalbrist eller andra faktorer inom det större systemet flygtrafik. Resultatet av en ”effektiv” flygledning kan bli att stora köer byggs upp, trafikanterna blir misslynta och risken för olyckor ökar. I detta fall innebär *the systems approach* både att systemgränsen bör vidgas (från det enskilda flygfältet till ett större system av flygtrafik) och att en mer avancerad beräkningsmetod bör komma till användning (t ex köteori, jfr avsnitt 4.1 ovan).

”Metoden”

Churchman håller sig strängt till den operationsanalytiska traditionen i den meningen att problemet skall definiera vilka matematiska och andra verktyg som bör komma till användning. Om jag jämför med andra författare inom systemforskning och systemanalys som får komma till tals i denna bok är Churchman den som är minst bunden till någon viss uppsättning metoder, algoritmer eller scheman.

[7)] Dessa antydda exempel ligger nära dem som Jay Forrester behandlade i sin bok *Industrial Dynamics* (Forrester 1961), se även kapitel 3.



Figur 4:1 Samband mellan analys och metoder (enligt t ex Churchman). Betingat av problemens natur hämtas olika metoder ur ett stort förråd inom systemvetenskaperna.

Däremot är han, som vi redan noterat, intensivt tydlig i att det systemiska angreppssättet har en särprägel och en intellektuell egenart. Han propagerar ivrigt för att systemanalys, *The Systems Approach*, är Metoden, med stort M, men har en mycket frikostig inställning till de olika metoder, med litet m, som kan behövas för att utföra analysen.

Den systemanalytiska hållningen enligt Churchman kan samlas i en kort minneslista:

- Sök systemets målsättningar och prestationsmått,
- Beskriv systemets komponenter,
- Fastställ vad som är omgivning och vilka restriktioner som inte kan påverkas,
- Vilka är systemets resurser?
- Identifiera ledningen av systemet.

Det finns inte, utöver den ganska allmänt beskrivna *systems approach*, någon regelbok eller övergripande teoretisk föreskrift för hur systemanalys skall bedrivas. Stilen och substansen i Churchmans bok anty-

der att det främst gäller att *utföra* analysen, vilket är något som man endast delvis kan tillägna sig i läroböcker eller regelsamlingar. Churchman och en del andra författare har hävdat att operationsanalys och tillämpad systemanalys har starka släktskaper med konstnärlig verksamhet: det är genom kombinationer av teori, övning och fallenhet som man kan hitta de rätta greppen och åstadkomma något riktigt bra.

Ganska typisk för den tradition som Churchman representerar är synen på matematiska eller liknande avbildningar av systemet: ”En modell är för systemanalytikern ett medel att förstärka de mänskliga tankeprocesserna.” (Churchman 1968, sid 61). Ändå tydligare uttryck för den intellektuella öppenhet som enligt Churchman bör prägla systemanalysen ges av hans egna sammanfattningar:

- systemtänkandet tar sin början när man första gången ser verkligheten genom en annans ögon,
- systemtänkandet visar att varje världsuppfattning är fruktansvärt begränsad,
- det finns inga experter på systemtänkande.

Churchman för i hög grad en dialog med sig själv: dialektiken förutsätter öppenhet och läsaren gör klokt i att minnas att en del av systemtänkandets (enligt Churchman) grundläggande *ethos* är att se verkligheten med någon annans ögon.

Flera mål och flera beslutsfattare

I den lilla checklista som återgavs ovan finner man relativt klart uttryckt att

a) det finns ett *entydigt mål* för den verksamhet som skall analyseras,

b) det finns *en beslutsfattare* som i princip har ansvar och befogenheter att se till att målet uppnås.

Dessa båda postulat är självklara i ”ursprunglig” operationsanalys. En viktig del av operationsanalysens praktik är dock, som nämnts ovan, att översätta ett allmänt hållet mål enligt punkten (a) till ett precist sådant, helst i form av ett entydigt mätetal.

På systemanalysens nivå är läget emellertid besvärligare, både praktiskt och principiellt. Så länge analysen tillämpas på kommersiella företag eller koncerner, militära organisationer eller ämbetsverk kan man möjligen säga att punkten (b) är uppfylld. I stora drag präglas Churchmans böcker, liksom angränsade litteratur, av antagandet att man har att göra med organisationer med en entydig, slutlig beslutsfattare.[8)]

I många intressanta fall då systemanalys tillämpas – eller skulle kunna vara till nytta – gäller emellertid varken (a) eller (b). Inte sällan utförs analysen som förarbete till en senare beslutssituation, men vid tiden för analysen är varken mål eller maktförhållanden klargjorda, och behöver heller inte vara det. Av breda systemanalyser väntar man sig ofta att de skall tjäna många beslutsfattare på en gång. Sådana analyser arbetar under andra förtecken än dem som utgör huvudfåran i Churchmans diskussion. Några aspekter av detta återkommer jag till i kapitel 7, som handlar om framtidsstudier som systemforskning. En term som ”demokratiskt förarbete” säger i många fall något viktigare än det slitna begreppet ”beslutsunderlag”. Vissa delar av framtidsstudieområdet är i viss mån extrema åt andra hållet, vilket har föranlett en känd statsvetare att tala om ”planering utan planeringssubjekt” (Wittrock 1980).

Operationsanalytiker och företagskonsulter är vanligen relativt oproblematiskt inställda på att (b) ovan gäller (det finns någon som har

---

[8)] Denne behöver inte vara en enda person, utan kan i och för sig vara en kommitté, styrelse eller annat kollektiv. Grundantagandet är emellertid att någon kan formulera kriteriet för bästa lösning och ta ansvar för beslutet. Även genomförandet av ett beslut (implementeringen) kan få antas vara problematiskt och föras in i systemanalysen, men även här gäller att man får anta att det finns ett entydigt subjekt.

ansvaret, vanligen den som beställer analysen). Men detta stämmer självklart inte när man kommer över exempelvis till politiskt kontroversiella problem, som stora miljöfrågor eller förhållandet mellan stater. Då är det snarare regel än undantag att vi har flera beslutsfattare, som har olika intressen och i allmänhet också skilda bilder av världen. Därför bär de på var sina föreställningar om vilka problem som är mest beaktansvärda. Systemanalysen dras ohjälpligt in i ett kraftfält av motstridiga intressen och skilda sätt att beskriva problem.

På liknande sätt förhåller det sig med punkten (a). Operationsanalysen i sin klassiska form kan hantera den ”tekniska” svårigheten att precisera (operationalisera) målet, ibland också väga samman olika delmål till ett samlat mål eller kriterium. I systemanalysen blir förhållandet mellan analys och mål nästan alltid oskarp. Om man vill analysera ett militärt strategiskt planeringsproblem, eller fråga efter en bra energiförsörjning för framtidens Sverige (se vidare kap 7), så kan man omöjligen (utom i ytterst allmänna termer) på förhand bestämma på vilka grunder en ”bästa” lösning skall väljas ut. I gynnsamma fall följer detta som en lärdom efter en inledd analys av vad som är möjligt och vad som framstår som de mest beaktansvärda faktorerna (se även Ehliasson 2005).

På likartat sätt kan man, om det gäller något större miljöproblem (som försurning eller växthuseffekt), endast i samspel med analysens resultat arbeta sig fram till kriterier på vad som skall anses vara ”bäst” i politiskt kontroversiella frågor (läsaren kan själv ta kärnkraft, bredbandsutbyggnad eller skola som exempel). I sådana fall är det lika viktigt eller viktigare hur man fixerar vilket ”problem” det egentligen handlar om, än hur detta så småningom skall ”lösas”. Kampen gäller då i första hand detta, och den som lyckas erövra *tolkningsföreträde* eller *problemformuleringsprivilegium* har i allmänhet vunnit mer än en halv seger för de strävanden som han eller hon företräder.

Dessa iakttagelser skall inte antyda att en tongivande systemanalytiker som Churchman är omedveten om mål- och beslutsfattarproblematiken. De utgör visserligen inte hans huvudspår, men han behandlar i läroboken (Churchman 1967) med viss grundlighet problemen med flera mål, liksom det fall att man har att göra med flera beslutsfattare med skilda värderingar.

I några av bokens avslutande kapitel för Churchman fram resonemanget från S-problem (*single decison-maker*) till M-problem (*multiple decion-makers*). Även frågan om multipla mål får sin behandling, dock huvudsakligen i den inom OA klassiska formen: hur ska flera mål vägas samman till ett enda mål. Trogen sin operationsanalytiska bakgrund menar Churchman att förekomsten av flera beslutfattare ställer till problem för en bra analys. Ett sätt att klara av detta objektivt är att experimentera med beslutsfattarna och deras preferenser. Ett analytiskt respekterat sätt att göra detta är att tillämpa spelteori: avbilda beslutssituationen i form av ett nollsummespel, eller som spel med plus- eller minussumma. Som mindre pålitliga stöd för analys av M-problem framstår däremot, enligt Churchman, opionionsundersökningar och enkäter.

Det bör dock än en gång påpekas att den Churchmanska traditionen har sin styrka i öppenheten för metoder i förhållande till ”problemet”. Dess svaghet, när den lyfts från operationsanalys till systemanalys, är att verklighetens snåriga problem präglas av flera, ibland motstridiga, mål och dessutom mer än en beslutsfattare eller makthavare. Detta gör att det av operationsanalys präglade angreppssättet inte faller sig helt naturligt. I slutet av detta kapitel möter vi exempel på ”färdiga” datoriserade analysmodeller som i vissa avseenden lider av samma svårigheter. Detta är inte överraskande, eftersom de kommer ur samma tradition.

4.3 Tillämpad analys på två (eller tre) ben

Den bild som givits ovan kan antyda att operationsanalys har stannat vid ”välställda” problem och har kommit att domineras av ett antal mer eller mindre färdiga metoder, medan systemanalysen mer eller mindre framgångsrikt har kastat loss och söker hantera komplexare, mer politiska och mer övergripande problem. Detta är knappast en god beskrivning av utvecklingen under de senaste 15–20 åren. Tvärtom kan man hävda att operationsanalys och systemanalys inte har gått skilda vägar, utan bättre kan ses som två näraliggande och ofta överlappande kunskapstraditioner.

Flera ledande forskare inom området beskriver sig växelvis som operationsanalytiker och systemforskare. De professionella sammanslutningarna gör ingen strikt skillnad mellan systemproblem och operationsanalytiska problem.

Som ett exempel på hur den operationsanalytiska traditionen sträcker sig mot snårigare problem än de klassiska kan nämnas Jonathan Rosenheads bok *Rational Analysis for A Problematic World* (Rosenhead 1989) och en arbetsgrupp bildad några år in på 2000-talet inom den brittiska operationsanalysföreningen: *Problem Structuring Methods*. Oavsett exakt benämning representerar det stora intresset för oklara, obestämda eller ”wicked” problem en viktig del av operationsanalysen i dag.

Samtidigt bekänner sig många systemforskare (det finns numera ganska många professurer och institutioner/avdelningar som definieras med ord som *system* eller *system research*) till en operationsanalytisk tradition, inklusive den öppenhet för metodval och vetenskapliga inlån som karaktäriserar klassisk OA. Det är ganska vanligt att man i befattningsbeskrivningar, forskningsansökningar och liknande hittar akronymen ORSA: uttolkat operations research/systems analysis (vilket av en händelse också är akronym för den inflytelserika professionella sammanslutningen Operations Research Society of America!).

Det bör här tilläggas att en dominerande del av tillämpningarna faller inom styrning av företag (militära och säkerhetspolitiska frågor kommer därnäst). Akademiskt förknippas dessa ofta med ”ämnet” Management Science. Det kan därför hävdas att den tradition av systemforskning som det här kapitlet söker täcka vilar på tre ben – som ofta kombineras parvis eller alla tre i forskargrupper, institutionsnamn eller befattningsbeskrivningar:

- Operationsanalys, trogen den klassiska traditionen men öppen för större och även ”wicked” problem,

- Systemanalys eller ”the systems approach”,

- Management Science, i varje fall den del som avser att med hjälp av matematiska eller likartade metoder analysera ledning av företag och organisationer (några glimtar av detta följer i nästa avsnitt).

Jag går inte längre här i försöket att beskriva det samtida landskapet inom OA, SA och Management Science. Inte heller finner jag det meningsfullt eller nödvändigt att ge direkta referenser. Med moderna sökmotorer och sökord som operations research, operational research, systems, systems research, systems analysis och management science kan mina läsare snabbt på www skaffa sig en egen överblick och välja att dyka ner i någon av de många delaspekterna eller deldisciplinerna. På liknande sätt går det att göra sig förtrogen med de ledande organisationerna inom området; exempelvis den internationella paraplyorganisationen för operationsanalys IFORS och motsvarande paraplyorganisation IFSR: International Federation for Systems Research. Dessutom hittar man ett stort antal andra mer eller mindre tillfälliga sammanslutningar, projekt och nätverk.

4.4 Företaget som system

En stor litteratur

Vi har i tidigare kapitel mött två exempel på att författare applicerar systemanalytiska tankegångar direkt på ett företag: Stafford Beer och Jay Forrester (båda i kap 3). Deras tillvägagångssätt är att betrakta ett företag just som ett ”system” och studera dess inre samband, drivkrafter till förändring, samt förbindelserna med omgivningen. Både operationsanalys och systemanalys har kommit att få de flesta av sina icke-militära tillämpningar inom företagsvärlden.

Denna genre inom systemanalysen har alltså blivit kvantitativt mycket betydande. Mycket av den organiserade undervisningen och många forskargrupper inom operations- och systemanalys har inrättats inom akademiska institutioner för ”management”, ”corporate planning” och så vidare – alltså inom det som i Sverige omfattas av det breda ämnet företagsekonomi. Många tusental studenter världen över har läst Churchmans bok som kurslitteratur.

Jag har inte tillräcklig överblick för att reda ut vilken systemanalytiska verksamhet som bedrivs direkt inom eller med sikte på olika företag.[9)] Jag begränsar mig därför till exempel som jag själv finner upplysande. Det ena av dessa är relativt tidigt, och i detta spelar en färgstark svensk företagsekonom upp motiv och metoder för systemtänkande såväl inom som utom företagsvärlden. Det andra inlägget är kritiskt i grundtonen. I detta demonstrerar Mike Jackson farorna med att vetenskapligt svagt grundade system-idéer sveper fram genom företagsvärlden i modevågor, drivna av talföra och överbetalda konsulter.

[9)] Det finns dock utmärka möjligheter att, till exempel med hjälp av Handelshögskolornas bibliotek, skaffa sig en överblick över den litteratur som analyserar företaget som system.

Systemsamhället enligt Rhenman

Företagsekonomen Eric Rhenman (1932–1993) blev tidigt tongivande, dock inte främst genom originalarbeten inom systemanalys eller operationsanalys (han tjänstgjorde något år vid en av försvarets OA-grupper) utan som nyskapare och introduktör av system- och OA-inspirerade tänkesätt och metoder i utbildning och forskning inom ”management”.

I boken *Systemsamhället* (Rhenman 1975) utgår han från egen erfarenhet som forskare och konsult framför allt åt europeiska storföretag.

En kärna i denna erfarenhet är att stora bolag lyckas (överleva, expandera och tjäna pengar) genom att *samordna*. Samordningen kan gälla olika delar i en produktionskedja, olika funktioner inom företaget och (genom uppköp eller annan form av integration) underleverantörer, servicefunktioner och marknadsnära funktioner (som försäljning). Samordningen inom stora företag utesluter inte specialisering; tvärtom är den stora skalan hos storföretag en förutsättning för att de skall kunna tillgodogöra sig vinsterna av specialisering samtidigt med fördelarna av samordning.

Rhenman använder flitigt systemanalysens begreppsapparat, och urskiljer bland annat storföretagens särskilda förutsättningar genom att de är ”system som dominerar sin omgivning”. Emellertid är de nämnda erfarenheterna inte den enda poängen med boken *Systemsamhället*. Stor vikt läggs också vid hur dessa kan tillämpas på tendenser i samhället som helhet.

Rhenmans centrala tes är att vi fått en struktur i samhället som premierar en ökande *specialisering*, utan att vi samtidigt fått någon motsvarande struktur för att *samordna* olika funktioner. Vi har, menar han, fått en obalans i hela samhällssystemet mellan *differentiering* och *integration*, där den förra framstår som stark och den andra som försvagad. Dessa, i grunden systemteoretiska, påståenden konkretiseras sedan, och det är tre saker som Rhenman då lyfter fram.

1. Samordningen mellan offentliga organ och näringsliv är bristfällig.

2. De riktigt stora företagen tenderar att dominera sin omgivning, vilket på sikt leder till svåra obalanser.

3. Några saker förblir gåtfulla, även i ett systemperspektiv. Varför kan två företag i samma bransch och med i stort sett samma förutsättningar göra diametralt motsatta bedömningar?

Vårt samhälle borde i väsentliga avseenden beskrivas i systemteoretiska termer (differentiering och integration, delsystem och omgivning, osv) och dess brister diagnostiseras som dåligt fungerande system. Kort sagt: vi lever i ett systemsamhälle. Det samtida företagandet äger rum i en starkt systemisk miljö. Den moderna kapitalismen är i stora delar en systemkapitalism, snarare än en marknadskapitalism (vilket var och en kan gilla eller ogilla, eller söka ändra på).

Inom företagsekonomi och management torde mycket ha hänt sedan 1975 (inte minst nya trender och *fads*, se nästa delavsnitt). Men grunddragen i framställningen kan fortfarande vara värda att fundera på, i ett läge när den fria marknadens logik gärna ställs emot ”samhällets” behov. Denna polariserande föreställning har föga stöd i Rhenmans systemteoretiska tankegångar.

En användbar systemteori för samhället och dess organisationer kan inte vara given en gång för alla: mekanisk och deterministisk. Erfarenheten visar att den måste vara mycket lyhörd för historiska, kulturella och personliga inflytelser.

Systemtänkande för företagsledning – seriöst och oseriöst

Mike Jackson är professor i systemanalys vid School of Computing and Informations Systems, University of Humberside, Hull (England). Han har genom en stor produktion och aktivt konferensdeltagande

blivit en tongivande och respekterad systemforskare (bl a som ordförande i två olika internationella sammanslutningar för systemforskare). Han kan, som strax skall framgå, inte räknas in i någon särskild skolbildning utan är en vetenskapligt välorienterad ”allmänpraktiker” inom systemanalysen.

I en lång artikel (som för övrigt var hans installationsföreläsning som professor) har Jackson givit en personlig och på många sätt klargörande bild av läget inom systemtänkande för *management* och inom *management science* (Jackson 1995).

Inledningsvis bekänner sig Jackson i stora drag till den allmänna systemsyn och etiska hållning som ovan exemplifierats av Churchman. Han genomför också den gängse bakgrundsbeskrivningen av hur operationsanalys blev systemanalys (jfr ovan 4.1). Därvid lägger han särskild vikt vid operationsanalysens ”naturliga” mål- och syftesproblematik, som jag ovan beskrivit som antagandena om ett enda mål och en beslutsfattare. När operationsanalysen blir systemanalys kompliceras dessa i två riktningar. Jackson talar också om två rörelser, dels vad gäller beslutsfattare(n) eller problemägare(n): från entydig (*unitary*) till pluralistisk och ibland till konfliktande, dels beträffande problemets art och modellerbarhet: från enkel struktur till allt högre grad av komplexitet.

Jackson klarlägger sin egen position i en förståndig betraktelse över det empiriska arbetets villkor i förhållande till sådana system (organisationer, företag…) som är både pluralistiska och komplexa. Några snabba segrar eller enkla recept står helt enkelt inte till buds. Forskarens uppgift är att efter bästa förmåga använda systemanalysens hela repertoar, ta hänsyn till problemets och organisationens särart och formulera vetenskapliga resultat som är så pålitliga som möjligt. Teoretisk förankring och vetenskaplig hypotesprövning är nödvändiga för att resultaten skall ha någon förutsägelsekraft och kunna tillämpas av andra forskare (eller konsulter eller praktiker).

Jackson vill inte tala om någon särpräglad teori just för företag,

företagsledning eller management. Det är ett allmänvetenskapligt *ethos* och systemanalysens pragmatiska mittfåra som Jackson bekänner sig till. Inom dessa ramar måste forskaren utveckla en mogen hållning till beslut och till komplexa problem. Jackson uttrycker samtidigt viss respekt för de metodiska extremisterna i branschen (inte minst Beer och Forrester, se kap 3) eftersom de – trots allt – är beredda att låta empiriska resultat få sista ordet.

Däremot har han föga till övers för de moderiktningar (*fads*) som han menar dyker upp i vågor och får en helt överdriven uppmärksamhet i managementutbildning och bland företagsledningskonsulter – och genom dem också bland managers. I dessa fads står företagsledaren (och ofta hans ego) starkt i fokus, och systemanalysen tenderar att bli en statussymbol eller dekoration med stark laddning men utan större intellektuell innebörd.

För både Jacksons positiva program och för uppgörelsen med fads vill jag hänvisa läsaren till originalartikeln (Jackson 1995) och där angivna referenser. Det kan dock vara av intresse att helt kort nämna vilka fads som han särskilt lyfter fram och hudflänger för bristande empirisk förankring och brott mot vetenskapens och systemanalysens grundregler för trovärdig forskning. Det är fyra stycken.

1. Den första är *guru*-kategorin. Främst av gurus placeras Tom Peters, vars bok *In Search of Excellence* (Peters & Waterman 1982) har sålts i över en miljon exemplar enbart i USA. Bakom en svärm av citat från företagsledare går det att urskilja en empirisk kärna: vad var gemensamt för ett 40-tal mycket framgångsrika företag? Ett antal kärnbegrepp och ledord blir resultatet. Problemet med detta, menar Jackson (med illa dold skadeglädje) är att när det började gå riktigt dåligt för några av dessa hjälteföretag, så hade inte Peters eller hans ”framgångsteorier” något att komma med som förklaring. Då återstod bara att skriva en ny bok, med i stort sett omvända förtecken (*Thriving on Chaos*, Peters 1989). Att Peters

ytterligare minst en gång bytt åsikt (”Peters has taken to changing his mind every five years”) gör givetvis inte Jacksons poäng svagare. Emellertid är han noga med att påpeka att just Peters inte är den slarvigaste eller trendigaste av guru-skribenterna; andra favoriter är Rosabeth Moss Kanter och Edward de Bono (se vidare Jackson 1995 och Huczynski 1993).

2. Nästa fad till granskning är *Total Quality Management* (TQM). Själva idén att driva ut dålig kvalitet och föra in bättre är givetvis oemotståndlig och oemotsäglig. Systemtänkandet kommer så att säga av sig självt, i varje fall i tillverkande industri, där det är uppenbart att kvalitet i ett led påverkar kvaliteten i nästa. Svagheterna ligger dels i resultaten, dels i de underförstådda antagandena (Jackson 1995, Ackoff 1992). Endast ca 30 % av de företag som hade infört genomgripande kvalitetsprogram bedömde att de hade påverkat deras konkurrenskraft positivt. En allt starkare tonvikt på kunden, som sista instans i kvalitetsarbetet, kan betyda att mindre vikt läggs på de anställdas bedömningar och insikter: något som på sikt kan hota kvaliteten i stället för att höja den (Ackoff 1992). Detta är några av de argument som föranleder Jackson att betrakta *TQM* som en *fad* snarare än ett respektabelt sätt att bedriva systemanalys på ett företag.

3. Följande *fad* blir *Business Process Reengineering* (BPR) vars grundidéer brukar hänföras till Michael Hammer (Jackson 1995, Johansson m fl 1993, Hammer 1994). Enligt Jackson och gängse källor präglas BPR av två grundtankar. Den ena är att långsam, gradvis förbättring inte räcker för samtida företag som vill bli marknadsledande. Det måste till radikala förändringar: ”kvantsprång” i utvecklingen. Etablerade systemanalytiska teorier är i ”bästa” fall verktyg i det drastiska förändringsarbetet, men kan lika väl vara ett hinder för den ”*defunctionalization*” som är ett av

BPR:s slagord. Denna, i grunden anti-intellektuella, hållning kompletteras med tesen att företaget måste koncentrera sig på sin kärnverksamhet, och skära bort ”onödiga” divisioner och koncerndelar, och framför allt klara sig med minsta möjliga personal. Drastiska program, som att på kort tid skära ner den egna personalen till hälften, hör därför till de centrala tankarna i BPR. Jacksons tes är, återigen, att det inte finns någon teoretisk grundförståelse av systemet (av typen Stafford Beers VSM) som skulle kunna förklara varför BPR-rekommendationerna ibland fungerar men ibland misslyckas helt.

4. Den sista måltavlan för Jacksons *fad*-kritik är idén om *den lärande organisationen*. Här utgår han från Peter Senge (Senge 1990) som lanserar ”system” som den ”femte disciplin” som kan skapa stadga och ordning i den, erkänt komplexa, verkligheten kring personer, mentala modeller, lagarbete och visioner i ett företag. Eftersom Senge samtidigt är en trofast lärjunge inom den speciella traditionen *Systems Dynamics* (se texter om Forrester och Systems Dynamics i kap 3) haltar Senges resonemang kraftigt. Just denna tradition är hårt bunden till *deterministiska* synsätt (om man utgår från system med egenskaper A så kommer detta att utveckla sig mot läge B) medan hela resten av pläderingen (hos Senge och andra) är *voluntaristisk*: vi vill ändra systemen och veta vad som kan få dem att uppföra sig bättre. Det ligger alltså, enligt Jackson, i tänkandet kring lärande organisationer en inre motsättning. Det gör begreppet ”system” ytterst problematiskt och drar knappast nytta av den bredare tradition av systemanalys som kunde hjälpt till att stötta upp lärande som begrepp, snarare än att låsa det till en viss (olämplig) systemmodell.

4.5 Internationella institutet för tillämpad systemanalys (IIASA)

Inom ramen för den tradition som det här kapitlet handlar om har en rad institut och forskargrupper skapats. Bland alla dessa anser jag att IIASA haft särskild betydelse för områdets utveckling, ”state-of-the-art” och systemanalysens tillämpning på internationella problem.

Institutet skapades 1972 genom samarbete mellan vetenskapsakademier, nationella forskningsråd och liknande organ i 12 länder. Det erkänns allmänt att skapandet av institutet också hade en djupgående och djärv utrikespolitisk innebörd. Under det kalla krigets tid fanns mycket få platser där ledande intellektuella från öst och väst kunde mötas och arbeta förtroendefullt tillsammans. Detta spelade en särskild roll för Österrike och dess dåvarande förbundskansler Bruno Kreisky, som på ett avgörande sätt agerade för institutets tillkomst och ställde ett vackert, nyrenoverat slott i Laxenburg, strax utanför Wien, till förfogande för dess verksamhet.

Institutets politiska betydelse, direkt och indirekt, har varierat genom åren. USA har exempelvis flera gånger sökt dra sig ur sitt medlemskap, av blandade politiska och vetenskapliga skäl. I början av 1990-talet blev institutets roll som glugg i järnridån oväsentlig. Samarbetet mellan små och stora länder har emellertid fortsatt och en ambitiös problem-agenda lagts fast för institutet (se vidare nedan).

Det finns dock en stark kontinuitet från grundandet. I tidiga programförklaringar står tre saker helt klara.

1. Man uppfattar institutet och termen ”tillämpad systemanalys” så att man avser arbeta i den tradition som grundar sig i operationsanalys och som sedermera vidgats till ”a wide range of highly diverse pro-

blems". Man förklarar i en auktoritativ text att "systems analysis is the multi-disciplinary problem-solving activity that has evolved to deal with the highly complex problems that arise in public and private enterprises and organizations" (Miser, Quade & Schwartz eds 1985).

2. De studier som man avser att ta upp hänför sig till "operations, policy and planning". I programförklaringen till *Handbook of systems analysis* (se nedan) sägs uttryckligen att man vill prioritera studier inom områden med "unclear goals and shifting objectives". Här är alltså en uttalad målsättning att hjälpa beslutsfattare och "policymakers" att klara ut vad de egentligen vill. "… a decision-maker frequently cannot decide what he wants to do until he has some idea of what can be done and what it will cost".

3. Den nämnda avsikten att hjälpa fram klarhet i breda policyproblem skall i första hand tillämpas på frågor av internationell eller övernationell betydelse. Grunden lades 1972:

> *"The Institute shall initiate and support collaborative and individual research in relation to problems of modern societies arising from scientific and technological development."*

Denna princip torde i början ha tillämpats så att projekten skulle ha betydelse i flera medlemsländer, och/eller lämpa sig för forskningssamarbete inom multi-nationellt och multi-disciplinärt sammansatta grupper. Under 1990-talet, då det kalla kriget som motiv för institutets existens har försvunnit, har inriktningen på internationella och globala problem gjorts ännu tydligare, och formuleras i den nu gällande målsättningen för institutet på följande sätt:

> *The International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) is an international research organization that conducts policy-oriented research into problems that are too large or too complex to be solved by a single country or academic discipline.*
>
> IIASA (2011a)

Den sammanfattas i dess brevhuvud som *Science for global insight*.

Sin centrala roll inom den internationella tillämpade systemanalysen har IIASA bland annat befäst genom att ge ut en synnerligen ambitiös *Handbook of systems analysis*, i tre volymer:

- Volume One: *Overview of Uses, Procedures, Applications and Practices* (Miser, Quade & Schwartz eds 1985).
- Volume Two: *Craft Issues and Procedural Choices* (Miser & Quade eds 1988).
- Volume Three: *Cases* (Miser ed 1995).

Energistudien *Providing Energy for the Future* genomfördes under början av 1980-talet och är ett av IIASA:s genom tiderna största projekt. Den har varit både kontroversiell (inte minst tack vare sin färgstarke ledare Wolf Häfele) och betydelsefull för debatten om globala energifrågor genom att den förutsäger en enorm ökning i världens energibehov. Jag tar upp den igen i ett kommande kapitel, som behandlar framtidsstudier, bland annat på energiområdet (kap 7).

IIASA:s aktuella projektrepertoar, som alltså speglar en tydlig orientering mot globala problem, grupperas inom tre *forskningsteman*:

- Energy and Climate Change
- Food and Water
- Poverty and Equity

En rad projekt (de flesta med en direkt relation till de globala temana) redovisas på IIASA:s hemsida (www.iiasa.ac.at). Metodiskt ansluter sig IIASA som organisation ganska tydligt till positionen att kärnan i systemanalys är att bygga och tillämpa kvantitativa, datoriserade modeller:

> *Systems analysis at IIASA is based on quantitative models, databases, and analytical tools that allow researchers to look at complex problems in a holistic and integrated way. The goal of systems analysis is to highlight the impacts and trade-offs of different policy choices while preserving the complexity of the analysis.*
>
> IIASA (2011b)

Sverige har sedan starten 1972 varit en aktiv medlem av IIASA. Det svenska medlemskapet har företrätts av Forskningsrådsnämnden (fram till 2001) och numera av forskningsrådet Formas. Ett relativt stort antal svenska forskare har arbetat sammanhängande perioder (från någon månad till flera år) vid IIASA. Professor Arne Jernelöv var under en period tillförordnad föreståndare för IIASA. Ett program för yngre forskare (sommarstipendiater) har varit viktigt för många doktorander. En särskild kommitté (som kallats IIASA-kommittén) har stöttat det svenska medlemskapet, men också tagit som sin uppgift att främja systemanalys inom svenska miljöer: både akademiska och andra. Detta har innefattat kurser, stipendiatverksamhet och publikationer. Särskilt kan nämnas den innehållsrika samlingsvolymen *Systems approaches and their application: examples from Sweden* (Olsson & Sjöstedt eds 2004). Medlemskapet i IIASA har påtagligt främjat svensk systemforskning och påverkat dess inriktning.

4.6 Santa Fe Institute: systemtänkande över disciplingränser

> *The Santa Fe Institute is a private, not-for-profit, independent research and education center, founded in 1984, where leading scientists grapple with some of the most compelling and complex problems of our time.*
>
> www.santafe.edu/about/

Bland betydelsefulla internationella centra bör Santa Fe Institute (lokaliserat i Santa Fe, New Mexico, USA) nämnas som ett komplement till IIASA. Båda har haft och har mönsterbildande betydelse inom området, men skillnaden dem emellan är också intressant. Den kan klargöra både spänningar och spännvidd i dagens systemforskning. Medan IIASA koncentrerar sig på globala problem och tillämpar systemanalys huvudsakligen via matematiska, datoriserade modeller har Santa Fe Institute valt en inriktning på fundamental intellektuell utveckling i förståelsen av system i vid mening. Institutet använder begreppen system och systemanalys ganska sparsamt, men dess program är klockrent samstämt med den systemanalytiska tradition som det här kapitlet handlar om (*Santa Fe Institute 2011*).

I kapitel 1 av denna bok beskrev jag hur området system är fullt av *inlån* av teorier och metoder från ett område till ett annat. Inlånen sker från ingenjörsvetenskap till biologi, från matematik till organisationsvetenskap, från operationsanalys till statskunskap, från ekologi till företagsekonomi och i många andra kombinationer. Man kan säga att Santa Fe Institute har gjort till sin särskilda idé att undersöka förutsättningarna för nya sådana inlån. I den meningen bidrar institutet mycket medvetet till förnyelsen av området: man söker fylla på förrådet av möjliga och relevanta in- och utlån mellan olika disciplinära områden, i synnerhet idéer som rör sig på forskningsfronten. Så här beskriver institutet själv sin profil:

> *”The Santa Fe Institute (SFI) seeks to map the landscape of ideas of the future. Many of society’s most interesting observations, and most pressing problems, fall far from the focus of disciplinary research. Complex problems require novel ideas that are suited to thinking about non-equilibrium, highly connected, adaptive systems. We are dedicated to developing advanced concepts and methods for these new problems, and pursuing through wide ranging collaborations, conversations, and education, solutions to difficulties that lie on the interfaces of fields. SFI combines expertise in quantitative theory and model building with a community and infrastructure able to support cutting-edge, distributed and team-based science.”*
>
> www.santafe.edu/about/institute-profile/

Det är intressant hur man redovisar sin egen självförståelse (*Challenges*) på den dubbla grunden:

- Det behövs nya kombinationer – och nya bedömningsgrunder för vetenskaplig kvalitet – som överskrider etablerade vetenskapliga discipliner.

- Framtidens problem är sammanhängande: då duger inte en fragmenterad vetenskap: ”In an interconnected world we need interconnected ideas delivered by an interconnected research institute”.

Ur den aktuella projektförteckningen kan citeras tre exempel, som förvisso skulle framstå som pretentiösa snarare än djärva om inte SFI eftertryckligt hade förtjänat trovärdighet som vetenskapligt seriöst:

- Livets ursprung,
- Utvecklingen av information: gener, språk, datorer,
- Att förutse och hantera konflikt.

Man kan också från sin 27-åriga existens redovisa ett antal metoder och begrepp som utvecklats vid institutet och fått fäste och erkännande i den vetenskapliga världen. Jag nämner som exempel två sådana.

The Physics of Markets är resultatet av att man sammanfört framstående nationalekonomer med likaså framstående fysiker. De urskilde klara släktskaper mellan de begrepp och den matematik man använde inom respektive fält, men kunde också kors-befrukta sin förståelse framför allt genom att testa tankemodeller från fysiken på ekonomiska processer.

Economic Positive Returns innebär att – i strid med gängse ekonomisk teori – en viss vara eller produkt kan ge större avkastning ju större skala den produceras i. Detta kan resultera i oväntade effekter som ”inlåsning”: en viss teknik kan bli (nästan) omöjlig att förändra eftersom dess framgång har präglat omgivningen. Teoretiskt kan detta föras tillbaka till W Brian Arthur (Arthur 1989) som i sig är en tvärdisciplinär forskare och en av de tongivande vid SFI (se även avsnitt 6.8 i denna bok). De teoretiska aspekterna är dock inte uttömda med detta. Teorierna har fått stor praktisk betydelse för tillämpad ekonomi och företagsstrategier.

4.7 Modeller för analys och optimering: energi och miljö som exempel

Från rörligt angrepp till färdiga modeller

I tidigare avsnitt av detta kapitel har berörts hur man i den ursprungliga operationsanalysen betonade ett fritt och okonventionellt metodval: ur en stor matematisk, statistisk och naturvetenskaplig repertoar skulle väljas den metod som bäst svarade mot det aktuella problemet. Enligt Churchman (1967) är systemanalys i första hand ett sätt att tänka, en *approach*, inte en uppsättning metoder.

Under områdets och tillämpningarnas utveckling har emellertid tyngdpunkten i det som benämns operationsanalys utvecklats från problemvetenskap till metodvetenskap (avsnitt 4.1). Inom den besläktade systemanalysen har en motsvarande utveckling skett. Där har den ofta tagit sig det uttrycket att färdiga modeller har utvecklats, ofta med ett stort antal variabler och samband, som står redo att tillämpas på en rad problem som har (eller antas ha) likartad struktur. Denna tendens inom området är så stark att många i dag identifierar ”tillämpad systemanalys” med konstruktion, utveckling, underhåll och tillämpning av sådana modeller. Vi har ovan noterat denna tendens inom IIASA.

Detta är en insnävning i förhållande till synsättet i den här boken. Emellertid bör också denna deltradition få uppmärksamhet. Den har haft särskilt stor betydelse inom ett par områden. Ett sådant är tillämpad nationalekonomi, där modeller för den nationella ekonomins utveckling sedan flera decennier regelmässigt används för att belysa och bedöma förhållandet mellan sådana variabler som tillväxttakt, inflation, produktivitetsutveckling inom olika sektorer, skattekvot, export och import.

Ett annat är energiområdet, där ett relativt stort antal modeller har utvecklats och kommit till användning – inte bara som ett hjälpmedel för forskningen utan också som praktiskt planeringsstöd för kommuner, industriföretag, branschorganisationer och statliga utredningar. I det följande skall ges exempel på två sådana modellansatser. Den första TIMES går tillbaka på MARKAL, som sedan relativt länge är internationellt spridd och kommersiellt använd i många sammanhang. Den andra, MODEST, ligger forskningen närmare men har tillämpats på en lång rad kommuner samt i anslutning till statliga energiutredningar.

TIMES (The Integrated MARKAL EFOM Model)
Denna modell är vidareutvecklad från MARKAL-modellen, som konstruerades i mitten av 1970-talet inom International Energy Agency, IEA, och anpassades till svenska förhållanden i slutet av 1970-talet. MARKAL, och numera TIMES, har sedan dess använts i olika varianter och modifieringar, för internationella och nationella energisystemanalyser liksom i en rad kommuner för energiplanering.

Modellen har en bland matematiker välkänd grundstruktur: den är en linjär programmeringsmodell. Det betyder att alla ingående variabler förbinds genom linjära (man kan också säga proportionella) samband, och att systemets begränsningar och mål likaså beskrivs av sådana samband (Marcuse & al 1976). Eftersom detta är en mycket vanligt förekommande struktur hos modeller, finns det väl utvecklade metoder för att lösa eller komma till rätta med de beräkningsproblem som uppstår. Modellen har ett fåtal fasta samband, men kan i övrigt ”byggas färdig” av användaren för det ändamål han vill använda den till (utgående från ett s k *Reference Energy System*). I modellen matas in pris och tillgång för olika energikällor och tillgänglig teknik i form av överföringsförluster, verkningsgrader och så vidare. Utanför modellen fastslås förbrukningen: av till exempel el eller värme, eller båda tillsammans. Modellen ”väljer” med hänsyn till pris och teknik den billigaste blandningen.

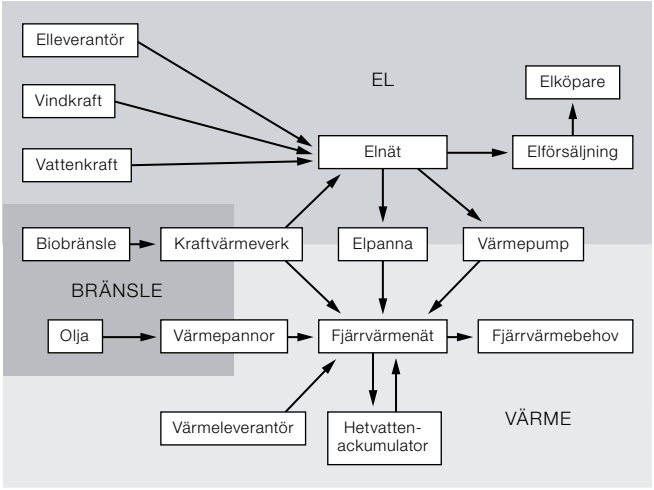
Modellen är dynamisk, det vill säga den är gjord för att beskriva utvecklingen över tid. Användaren kan bestämma att detta skall göras för korta tider, till exempel variationer över dygnet, eller för veckor, månader, år. När den används som planeringshjälpmedel för långsiktig energiförsörjning körs TIMES med flera på varandra följande årscykler.

Sedan det första modellbygget på 1970-talet har modellen utvecklats vidare på olika sätt. En riktning är att den gjorts tillgänglig (kommersiellt) för olika användare. En annan är att miljöfaktorer, till exempel restriktioner vad gäller utsläpp av CO_2, NO_X, svavel och partiklar, har fått allt större betydelse, både vid tillämpning i kommuner och vid

nationella och internationella tillämpningar. En tredje är att modellen kopplats samman med modeller för ekonomins utveckling. Genom en sådan koppling kan man tydligare illustrera hur utvecklingen inom olika branscher hänger samman med energimix, skatter och miljöbelastningar. Arbetet har fortsatt att vara internationellt, med IEA som samordnande organ. I Sverige har institutionen Energi och Miljö vid Chalmers tekniska högskola varit ledande i forskning och utveckling, och det närstående konsultföretaget PROFU tillämpar modellen såväl nationellt som på nordiska och europeiska fall (Wene och Rydén 1988, Unger 2010, Rydén red 2010).

MODEST

I en likartad tradition har vid avdelningen Energisystem vid Linköpings tekniska högskola utvecklats en Modell för Optimering av Dynamiska EnergiSystem med Tidsberoende komponenter, MODEST (Henning, Amiri & Holmgren 2006). Modellen kan användas för att ta reda på hur energibehov ska tillgodoses till lägsta möjliga kostnad under en bestämd tidsperiod. Systemsambanden finns i modellen, men man kan mata in olika egenskaper hos olika anläggningar för både produktion och användning av energi. Optimering, det vill säga i detta fall ekonomiskt bästa lösning under den valda tidsperioden, kan göras både av drift (t ex energisystemet i en kommun under ett år) eller av investering (t ex om ett energibolag bör satsa på ett verk för avfallsförbränning eller inte). Skattenivåer och utsläppskostnader visar sig, vid sidan av priserna på energiråvaror, ge stora utslag vad gäller val av anläggningar och energimix i till exempel en kommun. Kommuner och lokala energibolag har stått för den dominerande tillämpningen av MODEST. Ett viktigt tillämpningsområde har också varit att undersöka förutsättningarna för en ökad användning av biobränsle. MODEST har också använts för att studera Sveriges elförsörjning och bedöma effekten av minskad elanvändning i industrin (Henning & Trygg 2008). Numera dominerar tillämpningarna på nationell nivå.



Figur 4:2 MODEST tillämpad på lokalt energibolag: principskiss över systemuppbyggnaden.

Kommentar

De båda modeller som kort beskrivits ovan har en stor poäng i att de kan anpassas till många olika förutsättningar: geografisk skala, tidshorisonter, olika prisbilder, energimix och så vidare. Den principiella reservation som går genom hela detta kapitel drabbar dem därför inte särskilt hårt i verkligheten. Men jag anser att man inte i något fall får glömma bort att en rad antaganden byggs in i modellen, och jag har särkilt pekat på möjliga målkonflikter och intressekonflikter mellan olika beslutsfattare eller problemägare (se även nästa avsnitt).

I de båda refererade modell-familjerna löses målkonflikter genom att modellen ”väljer” lägsta kostnad. Detta är ofta oproblematiskt, men när man går från begränsade system (kommunalt energibolag) till mer omfattande system (Sverige) uppstår nya tveksamheter. Likaså kan man se att en viss typ av rationalitet byggs in i modellerna. Antingen innebär denna att det sitter en allvis beslutsfattare och styr det hela, eller att marknaden fungerar perfekt: det vill säga exakt så som läroböckerna föreskriver. Ingetdera förhållandet gäller i verkligheten, och ibland kan diskrepansen vara hisnande. Forskare och erfarna konsulter är mestadels medvetna om vad det betyder när man påstår att en viss lösning är ”bäst”; de känner till vilka antaganden som ligger inbyggda. Men dessa nödvändiga reservationer och upplysningar kan lätt komma bort när resultat används av massmedia eller politiker.

4.8 Har beslutsfattaren alltid ”rätt”?

En erfaren svensk policyanalytiker formulerade i samband med diskussioner kring framtidsstudiernas ställning till politiken något som vi kan kalla det demokratiskt-analytiska dilemmat:

> *”Med vilken rätt ifrågasätter vi (framtidsforskare, policyanalytiker, systemanalytiker) det sätt på vilket folkvalda politiker formulerar sina problem? Borde vi inte i respekt för den demokratiska politiken helt enkelt acceptera deras problemuppfattning (om säkerhetspolitik, äldre, kollektivtrafik, miljöproblem…) och hjälpa dem att lösa dem?”* [10)]

[10)] Revisionsdirektören, jur dr Hans Esping. Muntlig kommunikation, kring 1975.

Det ”analytiska” svaret på den frågan är givetvis att problemet, trots all välmening, kan vara vagt och motsägelsefullt formulerat. Beslutsfattaren kan ha missbedömt ingångsvärdena eller ha felaktiga föreställningar om orsakssamband. Därför är det analytikerns roll, och skyldighet, att vrida och vända på problemställningen så att den svarar mot beslutsfattarens ”verkliga” avsikter och intressen.

Det ”etiska” – och demokratiska – dilemmat försvinner dock inte med detta. Vem kan garantera att analytikern inte formulerar om problemet för att passa hans egna eller hans grupps intressen? Kanske vill han kunna briljera med sin favoritmetod eller är han möjligen förtrogen bara med en eller ett fåtal metoder.[11] Det är inte omöjligt att han eller hon har egna fördomar och värderingar som förvärvats (kanske helt eller delvis omedvetet) under utbildningen eller i en särskild forskar- eller konsultmiljö.

Många forskare och praktiker inom systemanalys är ointresserade av eller omedvetna om sådana problem. De flesta av dem som bryr sig om dem erkänner beslutsfattarens suveränitet. Uttrycket ”problemägare” har blivit vanligare inom svensk tillämpad forskning, och uttrycker samma grundtanke. Den som ”har” problemet har också rätten att bestämma hur det ser ut. Den förtroendefulla dialogen mellan analytiker och beslutsfattare/problemägare, där den senare har sista ordet, blir därför det ideala förhållningssättet. I uttalanden från IIASA (se ovan) säger man sig prioritera områden som har ”unclear goals and shifting objectives” och man konstaterar att ”… a decision-maker frequently cannot decide what he wants to do until he has some idea of what can be done and what it will cost”.

Detta är lätt att säga, men svårt att leva upp till i verkligheten. Dialogens villkor kan vara mycket ojämlika. När systemanalytikern är strikt ekonomiskt beroende av sin uppdragsgivare (som i en ren kon-

[11] ”If the only tool you have is a hammer, every problem looks like a nail”.

sultrelation) är villkoren för denna dialog relativt tydliga (men kan ändå vara problematiska). Annorlunda förhåller det sig när det gäller breda policyanalyser eller framtidsstudier, där problemet ofta kan upplevas så att man inte riktigt vet vem som är intresserad, eller hur man når fram till den som borde vara det (Wittrock 1980).

Både Jackson och Churchman (som bägge har sina flesta erfarenheter inom systemanalys för företag) ställer emellertid med stor kraft en bredare fråga. Bör systemanalytikern fullt ut acceptera beslutsfattarens problem – och hjälpa till att lösa det?

Jackson skapar nyttiga tvivel i slutet av sin artikel (Jackson 1995). Med exempel från Peters (1992) påminns om en hjälteföretagare som lyckades reducera personalstyrkan från 4 000 anställda till 200 genom ”*Liberation Management*”. Hur de 3 800 kände för att bli ”befriade” sägs ingenting om. Självklart finns här en intressekonflikt mellan (minst) två olika problemägares problem. Att man då inte automatiskt ska välja den rikare och mäktigare partens sida är Jacksons ståndpunkt.

Systemanalytikern kan dock ställa frågan på ett tredje sätt. Inom ett bredare systemperspektiv, hur rationellt är det att ställa många människor utanför arbetslivet, för att ett visst företag skall kunna öka sin vinst eller sin marknadsandel? Är inte detta en typisk sub-optimering, något som den första generationen operationsanalytiker och systemanalytiker uppfattade som exakt den irrationalitet som analysen hade till uppgift att bekämpa? I ett annat exempel frågar Jackson: om vi förfinar bilarna och biltrafiken genom allskköns operations- och systemanalytiska metoder, vilken slags rationalitet – vad gäller rörlighet, tillgänglighet och miljö – är det egentligen vi gynnar genom att förfina delsystemet bilismen?

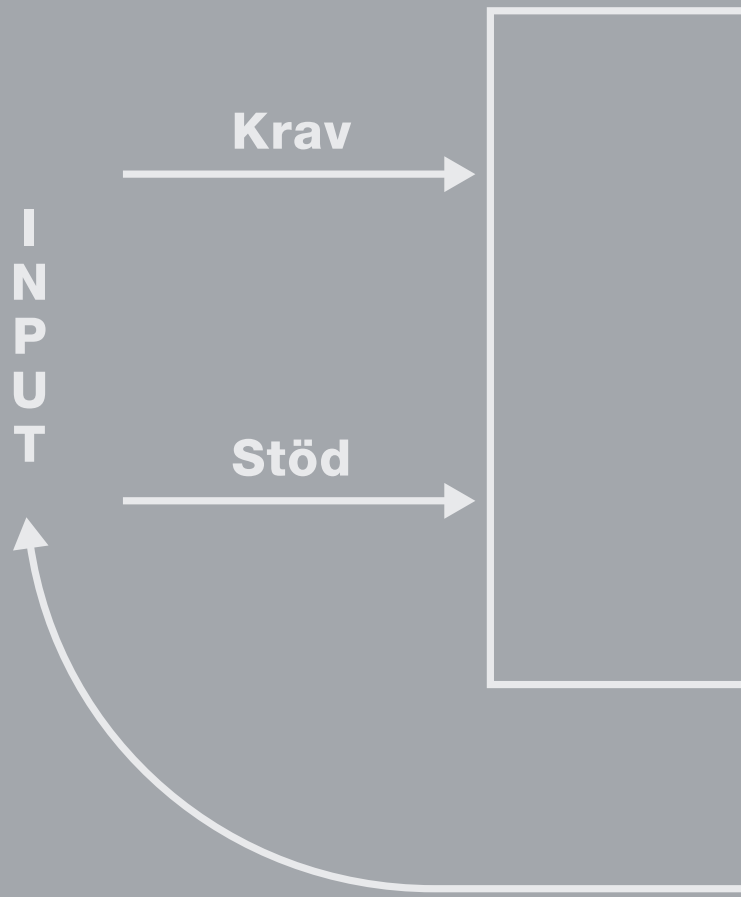
Churchman ställer liknande frågor. Analytikern bör ständigt fråga var systemgränsen bör dras. Båda dessa författare är starkt besvärade av att bli förknippade med en systemanalys som tycks betrakta systemen som givna, människorna som marionetter och målsättningarna helt dikterade av dagens maktförhållanden och ekonomiska intressen.

De framhåller i stället systemanalysen som ett emancipatoriskt projekt, en del av en befrielserörelse. Dess rötter ligger i upplysningsfilosofin, snarare än i mekaniska och endimensionella bestämningar av rationalitet. Systemanalytikern kan, i Kants efterföljd, bryta sig ur det ”rena förnuftets” tvångströja och – just som analytiker – ställa sina krafter i upplysningens och den sociala förbättringens tjänst (Jackson 1995, sid 40–41, Churchman 1979, sid 206 ff).

Det finns, menar bland andra dessa författare, i samhället och även i den vetenskapliga litteraturen en pessimism och uppgivenhet inför samtidens komplexitet. Jackson protesterar på systemanalytikernas vägnar mot uppgivenheten (Jackson 1995, sid 41):

> ”*But really, we have no right to be pessimistic given the problems organizations and societies face and given the suffering that results from these problems.*”

Kapitel fem



Samhällsteori och systembegrepp

5.1 Samhällsvetare: i behov av teori

I de tidigare kapitlen har vi noterat att många som tidigt arbetade inom systemtraditioner med rötter i teknik, matematik och biologi förväntade sig att metoder och synsätt skulle sprida sig och bidra till stora och viktiga genomslag inom samhällsforskningen. Några av dem, inte minst Norbert Wiener, tonade senare ner förväntningarna i detta avseende. Många författare inom traditionen General System Theory tog sig frejdigt an samhällsproblem av olika slag, men genomslaget blev blygsamt.

I kapitel 3 gavs två mycket tydliga exempel på hur systemtänkande som formats utifrån cybernetisk/biologisk respektive elektroteknisk teori i en självsäker anda tillämpas på samhällsproblem. Detta sker emellertid utan större hänvisning till (eller ens uttalad respekt för) den samhällsvetenskapliga forskning som redan fanns inom respektive områden. Det rör sig, kan man säga, om *utlån* från andra traditioner till vissa slag av samhällsproblem, utan att särskilt mycket bry sig om den etablerade samhällsforskningens sätt att hantera dessa problem. Sådana försök att ”shunta bort” stora mängder litteratur och etablerad teori känner jag personligen sympati för. Men de kan givetvis inte utgöra sista ordet vad gäller förhållandet mellan samhällsforskning och systemperspektiv av olika slag.

Om vi i stället vänder på perspektivet och frågar vilka drag av systemtänkande man finner i etablerade samhällsvetenskaper (här avser

jag i första hand sociologi, statsvetenskap och kulturgeografi)[1] blir bilden en annan. På ett allmänt plan finner man ett relativt flitigt bruk av begreppet system, i sammanställningar som det sociala systemet, det politiska systemet, systemet av tätorter och regionala centra och så vidare. Sådana hänvisningar upplyser inte särskilt mycket, men gör inte heller någon större skada så länge de inte tillmäts teoretisk tyngd. I litteraturen finns också talrika men disparata försök att i konkreta undersökningar tillämpa systemteoretiska tankegångar (se t ex Buckley 1967 för exempel från sociologin).

Men på en annan och högre ambitionsnivå finner man, särskilt inom sociologin, några anmärkningsvärda försök att strama upp teori och tänkande inom ämnet genom att använda systembegreppet. Senare i kapitlet möter vi också som exempel en forskare (David Easton) som inom statsvetenskapen sökt strama upp innebörden i ”det politiska systemet” med hjälp av ambitiösa inlån från cybernetisk systemteori.

I all samhällsvetenskap finns ett dilemma som grovt sammanfattat och förenklat ser ut så här: när människor handlar, enskilt och tillsammans, kan de då träffa fria val eller är de mer eller mindre tvingade av redan existerande institutioner, kulturer och värderingar? Detta dilemma, som ibland sammanfattas som ”aktör *contra* struktur” diskuteras återkommande – ambitiöst och ofta mångordigt – i den samhällsvetenskapliga litteraturen. Något avslut tycks inte vara i sikte. Att hänvisa till att frågan får lösas empiriskt i varje konkret forskningsprojekt är inte heller tillfredsställande: om man inte kan stödja sig på en mer vägledande ”teori” kommer forskning om sociala processer att reduceras till en samling intresseväckande anekdoter.

Denna fråga är i olika variationer central i teoridiskussionen, framför allt inom sociologi (Turner ed 2009; en översiktsbok på 628

[1] Ekonomisk vetenskap motiverar en något annan diskussion. Ämnena nationalekonomi (*Economics*) och företagsekonomi (*Business administration*) är sinsemellan ganska olika. Deras förhållande till systemtänkande har jag berört i kapitel 4.

sidor!). Där återkommer begreppet *system* knutet till förhoppningen att ett väl utmejslat systemtänkande ska kunna överbrygga den dikotomi som annars tycks vara den sociala teorins envisa följeslagare. Jag ska därför uppehålla mig något vid den ledande sociolog, Talcott Parsons, som tydligast och mest eftertryckligt sökt formulera sig kring handlingssystem, systemteori och ”funktionalism”. Medan Parsons hör till sociologins mittfåra – om än kontroversiell och flerfaldigt kritiserad – står hans tidigare elev Niklas Luhmann, som utarbetat en oerhört konsekvent systemteori tydligt präglad av cybernetiska tankegångar, ganska ensam inom sociologin. Han är visserligen respekterad men hans teorier betraktas nog av de flesta som något av en återvändsgränd.

5.2 Handlingssystem och sociologisk teori: Talcott Parsons

Personen och sociologen

Talcott Parsons föddes 1902 i Colorado, USA, studerade i USA, England och Tyskland. Han såg sig från början som ekonom, ”konverterade” till institutionell ekonomi och skrev sin doktorsavhandling i Tyskland om föreställningar om kapitalismen hos Max Weber och Werner Sombart. Från 1927 fram till sin pensionering 1973 var Parsons knuten till Harvarduniversitetet i USA som professor i sociologi, med några kortare avbrott för perioder som gästprofessor vid andra universitet. Han avled 1979.

Parsons betraktas av många som 1900-talets mest inflytelserike sociolog. Han har skrivit mycket.[2)] De samhällsfrågor kring vilka han publicerat sig faller i stort sett inom tre områden:

[2)] En komplett bibliografi och ett skickligt urval av originalarbeten återfinns i *The Talcott Parsons Reader* (Turner ed 1999).

- Religionens roll i det moderna samhället. Här hävdar Parsons, i motsats till många sociologer, att religionen i synnerhet i sin samhällstillvända protestantiska framträdelseform, har ett betydande inflytande på sociala relationer och värdebildning i det moderna samhället. (Här finns alltså en stark släktskap med Max Weber. Parsons översatte också Webers stora arbete *Die protestantische Ethik und der Geist der Kapitalismus* till engelska.)

- Medicinsk sociologi och begrepp som hälsa, liv och död i det samtida samhället.

- Ekonomisk sociologi, i synnerhet den bredare innebörden av en kapitalistisk produktionsordning och moderniseringen av samhället.

Över huvud taget har Parsons uppfattats som en försvarare av moderniteten, och samtidigt skeptiker inför eller motståndare till en ”postmodern” syn på samhället. Han har kritiserats för att alltför lättvindigt acceptera den moderna kapitalismen och den nordamerikanska kulturen och livsstilen.

Dessa drag hos Parsons skall emellertid inte diskuteras här. Hans bidrag som teoretiker inom sociologin är allmänt erkända och han framstår – även bland dem som kritiserar honom – som dominerande och skolbildande inom sociologisk teori. Ingen samtida sociolog med teoretiska ambitioner kan undvika att ta ställning till och intryck av Parsons. Han är dessutom *systemteoretiker*, i en mening som vi närmare skall analysera nedan. Hans viktigaste verk i denna genre är böckerna *The structure of social action* (Parsons 1937) och den än mer kontroversiella *The social system* (Parsons 1951).

Handlingsteori och handlingssystem

Parsons var en flitig författare och hans produktion omfattar många tusen sidor. Av dessa handlar ganska många just om teori. Därav kan

läsaren dra slutsatsen att en kort sammanfattning, som nu skall ges, blir farligt platt och detaljfattig i förhållande till de massiva mängder prosa i vilken den utvecklas.

Parsons systemteori är en teori för mänskliga *handlingar*. Handlingen är den grundläggande komponenten, och de system som skapas är *system av handlingar*. Sociala system (i den ”vanliga meningen”: skolklasser, sjukhus, folkrörelser eller nationer) faller in som specialfall eller särskilda kategorier av handlingssystem. Andra tänkbara handlingssystem är kulturella system, organismer och personligheter.

Teorin som är mycket generell arbetar med fyra delsystem, i vilka handlingar kan klassificeras och analyseras. En handling är ”elementarpartikeln” i teorin, men består i sin tur av en relation mellan två delar: en handlande aktör och en situation. Behovet av en klassificering kan man se relativt enkelt i förstadiet av hur det ambitiösa schemat växer fram hos Parsons. Ursprungligen behövde han ett begreppsschema, då kallat en uppsättning *mönstervariabler* (*pattern variables*) för att kunna hantera att en person kan ha olika roller (t ex som yrkesman och privatperson) och därmed uppträda som flera aktörer. Detta har sedan byggts på och byggts ut till det ”fullständiga” system som återfinns i hans senare produktion.

Mönstervariablerna, liksom de fyra delsystem A G I L som strax skall beskrivas, är alltså begreppsscheman, tankekonstruktioner, avsedda att hålla ordning på olika egenskaper hos handlingar och dimensioner inom handlingssystemet. Det är viktigt i Parsons teoretiska tänkande att hela systemet i princip finns med. Även den enklaste handling skall betraktas som en komponent i ett handlingssystem och ses i sina förbindelser med andra handlingar, situationer och aktörer samt mönstervariabler.

Parsons schema innehåller fyra delsystem. Tillsammans bildar de handlingssystemet. Systemet har en *gräns* (alltså finns det ett ”innanför” och ett ”utanför”, jfr kap 1) och det växelverkar med en *omgivning*. Till systemet skall bara höra sådana handlingar som kan kontrol-

leras (*are controllable*)[3]. Systemet levererar till omgivningen primärt handlingar av olika slag.

Delsystemen kallas inledningsvis för *delmängder* snarare än delsystem. När de sedan byggs ihop till handlingssystemet, via inbördes relationer, kan de med större rätt kallas *delsystem*. Varje delmängd är i princip en fyrfältstabell, med två axlar för klassificering och fyra fält i vilken alla objekt i handlingssystemet skall kunna placeras in.

A är den *adaptiva* delmängden. Den ligger handlingen och det instrumentella handlandet närmast. Den adaptiva (anpassningsbara) delmängden innehåller de aspekter på handling som mest direkt berör systemets förbindelse med omvärlden. Det gäller att ”förstå” omgivningen, liksom att neutralt förhålla sig till vad omgivningen ”gör”. Den innehåller också funktionen att ta till sig normer från omgivningen och förhålla sig (känslomässigt, moraliskt) till dem. I korthet, den adaptiva delmängden ”tar in” omgivningen och söker förstå, tolka och uttrycka den för resten av handlingssystemet. Begreppen kognition, tolkning och symbolisering är centrala. Klassificeringen sker längs axlarna instrumentell/”fullkomnande”[4] och extern/intern.

G står för den *mål-uppfyllande* delmängden (*goal-attainment)*. Den täcker framför allt grundläggande behov, och klassificerar objekt som nyttiga, symboliska, lärorika och så vidare längs axlarna universalistisk/partikularistisk och prestation/kvalitet.

---

[3] Om detta förs en komplicerad diskussion med många reservationer och villkor; läsaren varnas därför för varje enkel eller drastisk tolkning av vad ”kontrolleras” betyder.

[4] Den engelska termen är *consummatory*, som betyder fullkomnande, fullbordande, och som hos Parsons nog bör tolkas nästan religiöst (utan annan motivering än att det är riktigt).

I är den mängd som beskriver handlingssystemets *integration*. Här finns återigen motsatsparet instrumentell/fullkomnande på den ena axeln och extern/intern på den andra (jfr A ovan). Här är grundläggande alternativ för systemets integration till exempel måluppfyllande, adaption och mönsterbevarande.

L kallas orienteringsmängden eller den *mönsteruppehållande* mängden. Här utgår man från att handlingar kan klassificeras efter axlarna specifik/diffus samt neutral/affektiv. Detta innebär att man kan klassificera orienteringen mot objekt, bland annat skilja på dem som är instrumentellt användbara (specifika och neutrala) och dem mot vilka riktas tillgivenhet (diffusa och affektiva).

Ur denna kvadrupel av klassificeringar av handlingssystemet och dess komponenter kan man sedan bygga ihop det egentliga handlingssystemet. Den uppmärksamme läsaren har sett att vissa begrepp förekommer flera gånger, och dessutom på olika nivåer. Detta fordrar en lång rad förklaringar (samt några geometriskt nästan omöjliga manövrer, som att rotera de olika delmängderna ett kvarts varv åt höger eller vänster och så vidare).

Hela tillvägagångssättet är på ett plan synnerligen logiskt, matematiskt, topologiskt. Å andra sidan krävs en förståelse av bakgrund och intentioner som man sannolikt bara kan erövra efter långt umgänge med Parsons (och andra sociologers) texter. Systemet är uppbyggt av abstraktioner, och dessa förklaras (vältaligt och mångordigt) med hjälp av andra abstraktioner. Jag får nöja mig med ovanstående korta smakprov på vilken typ av överväganden som ingår i Parsons systemtänkande

Kommentarer och utblickar

I den här boken är det, som sagts tidigare, varken möjligt eller funktionellt att söka bedöma konsistensen och fullständigheten hos AGIL-

modellen, inte heller bedöma värdet eller tillämpbarheten av den inom sociologin. I denna resonerande översikt över systemforskning är det i stället några allmänna aspekter som bör noteras.

Parsons uppläggning har många drag gemensamma med de systemteorier som figurerat i tidigare kapitel, och de allmänna bestämningar av system och systemforskning som gjordes i kapitel 1. Till exempel:

- Tydlig skillnad görs mellan systemet och dess omgivning. Bara sådana delar av världen som i någon mening står under systemets ”kontroll” skall räknas in i det (Parsons 1960).

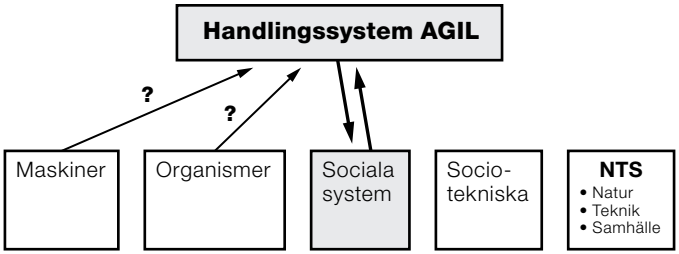
- Systemet byggs upp av komponenter och samband mellan dessa. Precis som i de komplexa system som vi mött tidigare kan komponenterna vara av många olika arter och sambanden löpa i olika plan och dimensioner.

- Systemteorin innebär i princip att man gör en beskrivning (teoretisk avbildning) av ett konkret system (exempelvis en social grupp, en organisation eller ett socio-ekonomiskt system), även om beskrivningen bygger på språkliga abstraktioner, snarare än matematiska.

- Vid sidan av den beskrivande ambitionen finns avsikten och möjligheten att utifrån modellen ställa upp mycket allmänna hypoteser om verkliga system.[5)] Dessa måste dock i sista hand verifieras empiriskt.

[5)] Det finns inom samhällsvetenskapen en vacklan kring vad ”teori” ska betyda. Inom naturvetenskapen kan man föreskriva att en teori ska vara en *uppsättning påståenden* som i princip kan verifieras eller falsifieras. Detta förekommer inom samhällsvetenskapen, men vanligare är dock att teori får betyda en *uppsättning begrepp* och *samband* som kan strukturera en undersökning. En ”bra” teori är då en som bidrar till att klargöra många sammanhang på ett tydligt sätt. I Parsons systemteori ligger den andra innebörden närmast. I den motsatta änden av skalan återfinns teorier inom vilka *postuleras* att vissa saker eller samband gäller: detta kan vi känna igen inom marxistisk teori, neoklassisk nationalekonomi och feministisk teori.

Till den sista punkten bör dock tillfogas två saker. För det första är Parsons systemteori så abstrakt och har så generella ambitioner att anspråken att för ”alla” systems räkning uppställa empiriska hypoteser (några slags ”rörelselagar” för handlingssystem) måste vara synnerligen måttliga. Detta är också Parsons egen hållning (Parsons 1960, slutet av artikeln). För det andra är grundbegreppen inte på förhand skarpt definierade, utan tilldelas (som nämnts ovan) sin innebörd genom andra, huvudsakligen abstrakta, termer och resonemang. Medan systemteori för ”maskinen” kan arbeta från det enkla till det komplexa innebär systemteori enligt Parsons att man blir tvungen att röra sig från det allmänna (ett fåtal abstrakta begrepp) till det specifika genom att söka fixera de abstrakta begreppen i en större rymd bestående av både abstrakta begrepp och konkreta företeelser.



Figur 5:1 Parsons systemteori, tolkad i ”grundbilden”.

Kan man i systemteori enligt Parsons finna några mera avgörande inlån från andra systemteorier, till exempel cybernetiken? I stort sett är svaret nej. Parsons själv nämner visserligen på några ställen ”cyber-

netisk hierarki" (men då i den ganska enkla meningen att en nivå är kontrollmässigt överordnad en annan). Kontroll och kommunikation är vanligt förekommande begrepp, men knappast med den relativt exakta och spänstiga innebörd som de får i cybernetiska teorier. Exempelvis förekommer begreppet återkoppling (*feed-back*), såvitt jag har funnit, inte i Parsons teori.

Den bild som litteraturen ger är att Parsons i stort sett arbetat inom sociologin, och inte i någon större grad gjort intellektuella inlån eller låtit sig påverkas av systemtänkande inom andra områden. Redaktören för *The Talcott Parsons Reader* säger helt lakoniskt att Parsons under sina senare år – alltså efter publiceringen av de tunga systemteoretiska arbetena – dels trängde djupare in i Freuds tänkande men också "came to a more sophisticated understanding of cybernetics and teleology[6)]" (Turner 1999, sid 16).

5.3 Sociala system, enligt Niklas Luhmann

En motsträvig akademiker

Om Niklas Luhmann får man i biografiska notiser reda på att han är född 1927 i Lüneburg, Tyskland och att han tog en juridisk grundexamen 1949. Han innehade olika administrativa befattningar i den offentliga förvaltningen och ägnade sin fritid åt filosofisk läsning. Något uttråkad av sina ämbetsplikter fick han 1960 ett "sabbatsår" som han tillbringade hos Talcott Parsons vid Harvard. Detta blev en vändpunkt. Luhmann tyckte att sociologin erbjöd ett generöst fält, där man kunde syssla med vad som helst utan att tvingas in i ett särskilt fack. Han upprätthöll under några år diverse akademiska befattningar och kallades 1966 till en professur i sociologi vid universitetet i Biele-

[6)] På svenska (ungefär) "ändamålsstyrning" eller "ändamålsenlighet".

feld. (Detta var inte utan problem eftersom han saknade examen i det ämne i vilket han skulle bli professor; detta löstes emellertid genom en retroaktiv kompetensbedömning.) Från 1968 till sin pensionering 1993 verkade Luhmann som professor vid universitet i Bielefeld. Han fortsatte att skriva och publicera fram till sin död 1998.

Om Luhmanns akademiska karriär kan synas oortodox och något vindlande är hans vetenskapliga avsikter, från professorsutnämningen och framåt, mycket konsekventa och lätta att identifiera. Han deklarerar själv att han igångsatt ett 30-årigt projekt som skall utmynna i en ”teori om samhället (Theorie der Gesellschaft)”. Man kan betrakta den mäktiga volymen *Soziale Systeme* (Luhmann 1984), i engelsk översättning *Social Systems* (Luhmann 1995c) som en synnerligen viktig etapp i detta och en bred redovisning av hans teoretiska tänkande. För en god bild av Luhmanns systemforskning så som den har påverkat andra forskare räcker det att ta del av denna volym; möjligen skall man också titta på en mycket spridd vetenskaplig debattbok (Habermas & Luhmann 1971) som jag återkommer till i *Kommentarer* nedan. Emellertid har Luhmann så sent som 1997 lagt fram ytterligare ett huvudverk *Die Gesellschaft der Gesellschaft*, omfattande fem volymer (Luhmann 1995a,b, 1996, 2000a,b).[7)] Dessa har jag dock inte haft möjlighet att ta del av annat än genom sekundära kommentarer.

Luhmann var en flitig skribent och har haft stort inflytande, även om han inte, som många andra samtida sociologer, direkt medverkat i samhällsdebatten. Han har inte helt undvikit konkreta sociologiska undersökningar: bland annat har han studerat rättssystemen, ämbetsmännen och deras karriärer, den ekologiska frågan (se nedan), kommenterat religionens roll i samhället och ganska temperamentsfullt yttrat sig om ”modernt” och ”postmodernt”. Det är emellertid som teoretiker han har nått inflytande. Det är därför något paradoxalt att

[7)] Därmed kan väl Luhmann anses ha fullgjort det åtagande han gjorde vid tillträdandet av professuren!

det är genom sin förment a-politiska hållning som han började bli ett känt namn (Habermas & Luhmann 1971, se också kapitel 8).

Den nedan följande redogörelsen för vissa drag i Luhmanns systemtänkande blir givetvis (precis som i fallet Parsons ovan) grovt ofullständig i förhållande till det omfattandet teoribygget. En tröst i detta dilemma är dock att det finns en fyllig och välskriven analys av Luhmann på svenska, där både ”systemkopplingarna” (som jag här uppehåller mig vid) och Luhmanns betydelse bland samtida sociologer och samhällsvetare (som jag i stort sett måste lämna åt sidan) behandlas utförligt och med många referenser (Jönhill 1997)[8)]. Jönhill ägnar också särskild uppmärksamhet åt de av Luhmanns arbeten som vetter åt ekologisk kommunikation och miljöproblem (se också Luhmann 1986). En kort översikt över Luhmanns systemteori, tillsammans med hans bidrag till teorier om risk och ekologi i det samtida samhället finns i en välskriven översiktsbok på svenska (Lidskog, Sandstedt & Sundqvist 1997).

Systemet

Det är frestande att som ”outsider” beskärma sig över Luhmanns mångordighet och höga abstraktionsnivå. Men jag skall i stället ta fasta på sådana drag som, med den läsart som denna bok representerar, är igenkännbara och tydliga.

För det första avser Luhmann verkligen att studera *system*. En av systemets avgörande egenskaper är att det går att skilja mellan systemet och dess omgivning. Eftersom Luhmann gärna arbetar med dikotomier, eller snarare spänningsbärande begreppspar, bör man notera att paret system/omgivning är viktigare och på något sätt överordnat paret komponent/samband. (Båda dessa par måste finnas med i allt som vi rimligen kan kalla system, se kap 1). Spänningen i paret sys-

[8)] Det har nyligen kommit ännu en doktorsavhandling i Luhmanns efterföljd i Sverige, nämligen Vessela Micheva: *Shame and guilt: Sociology as a system* (Micheva 2000).

tem/omgivning används genomgående, medan systemets ”atomer” eller elementära samband mera sällan omtalas. Det är i helheter och dessas egenskaper som Luhmann söker sin teori för sociala system.

För det andra har Luhmann inte bara i allmänna termer visat intresse för cybernetiska begrepp (se nedan) utan har verkligen använt dem. Detta sker stundom på ett sätt som kan väcka förvåning, men det går inte att beslå honom med att inte ha förstått – och än mindre för att använda dem enbart för att garnera framställningen. I det följande skall kort belysas tre nyckeltankegångar, i vilka inlånen från allmän systemteori är särskilt viktiga och tydliga.

Systemet observerar sig självt: autopoiesis

Av helt avgörande betydelse för Luhmanns samhällsteori är postulatet att alla observatörer (till vilka räknas samhällsforskaren, sociologen) utgör en del av det system som de observerar. Varje socialt system är därför självbeskrivande: det kännetecknas av *autopoiesis*. Denna term, som förekommer en hel del i den cybernetiska litteraturen, betecknar alltså att ett system måste hänvisa till sig självt när det ”beskriver” något. Detta blir särskilt avgörande när det gäller den *kommunikation* som äger rum inne i ett system och när det gäller att reda ut förhållandet mellan systemet och dess omgivning.

Luhmanns huvudreferenser vad gäller *autopoiesis* är i huvudsak två. Den första och flitigast citerade är de två biologerna Humberto Maturana och Francisco Varela[9)] (Maturana & Varela 1982) som i ett berömt arbete argumenterar för att levande organismers unika egenskap är att de själva återskapar sin struktur: systemets egna operationer producerar komponenter som i sin tur passar i systemet. Vad som är ”rätt” eller funktionellt bestäms alltså internt i det levande syste-

[9)] Vi noterade i kapitel 2 att Varela i egenskap av ”yngre kollega” var den som samlade och kommenterade von Foersters produktion i volymen *Observing systems* (von Foerster 1984).

met. Detta system är i en viss mening slutet, och kan på så sätt upprätthålla sin identitet och sin egenart gentemot omgivningen.

Den andra intellektuella inspirationskällan är Heinz von Foerster (vars tänkande presenterats i kapitel 2). Själv har jag lättare att förstå von Foerster än biologerna Varela och Maturana, eftersom denne mer direkt går från cybernetikens klassiska system (maskinen) till det självrefererande systemet. Von Foersters begrepp ”observing systems” sammanfattar på ett slående sätt grundtanken i *autopoiesis*. Givetvis försvinner inte därmed behovet av att utveckla och fördjupa begreppet, men von Foersters pedagogiska grepp räcker ett långt stycke (jfr avsnitt 2.8).

Luhmann håller strängt fast vid att sociala system präglas av *autopoiesis*. Detta betyder att han också hävdar att systemen är självreglerande och självorganiserande. Ett socialt system är också *normativt slutet*: det sätter sina egna normer. Därför avvisar Luhmann sådana allmänsociologiska föreställningar som tidsanda eller solidaritet. Systemet kommunicerar internt och kommer att för detta ändamål utveckla kommunikationsmedier som passar systemet självt.

Komplexitet och resonans

Det som nu sagts betyder dock inte att Luhmann stipulerar att systemet är avskilt eller oberoende av sin omgivning. Förbindelserna till omgivningen är emellertid av radikalt annat slag än förbindelserna internt.

Systemet är visserligen, enligt ovan, *normativt* slutet men samtidigt *kognitivt* öppet. Enklare uttryckt: det kan ta till sig kunskap om omgivningen. Hur detta går till beskriver Luhmann med två termer – som båda är igenkännbara från teknikens och ingenjörernas värld – nämligen komplexitet och resonans.

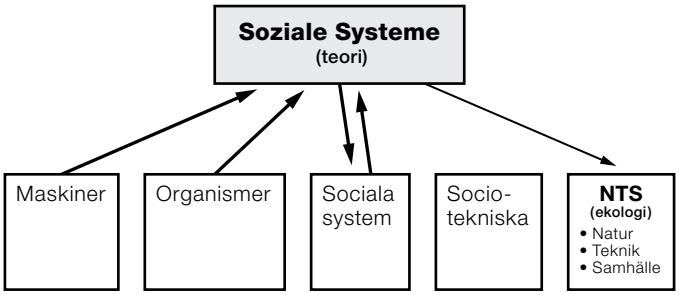
Ett systems omgivning är alltid komplexare än systemet självt: det är själva motivet för att avgränsa det som system över huvud taget. Systemet måste därför *reducera komplexiteten* i omgivningen så att

denna blir (i någon grad) meningsfull och hanterlig för systemet självt. Såväl systemet självt som omgivningen förutsätts vara högt *differentierade*; självreferensen i systemet och reduktionen av omgivningens komplexitet förutsätts hantera denna differentiering så att systemet kan fungera.

Relationen mellan system och omgivning kan beskrivas med begreppet resonans. I strikt mening kan systemet inte *kommunicera* med omgivningen (all kommunikation är intern). Däremot kan systemet ta in, avbilda eller ”förstå” omgivningens egenskaper (samtidigt som dess komplexitet reduceras). Utifrån systemets (som alltid är ett subsystem av ”samhället”) egen logik och inre kommunikation tolkar det resten av samhället – som omgivning. Endast de drag som då ”stämmer” = är i resonans (notera den akustisk/musikaliska analogin!) med systemet självt känns igen och kan påverka systemet. *Resonans* är den väg på vilken ett socialt system, enligt Luhmann, påverkas av samhället i övrigt och av samhällsutvecklingen.

Systemets natur och dess omgivning

En naturlig (och kanske naiv) uppfattning av ett socialt system är att dess elementära komponenter skulle vara enskilda människor, och att de genom att ingå i olika relationer skulle bilda ”systemet”. Luhmanns konsekventa systemteori arbetar inte efter sådana linjer (vilket inte heller Parsons gör). De elementära delarna i systemet är snarare begreppspar eller delsystem, som i likhet med hela systemet uppvisar någon form av differentiering. Om människan uppfattas som ett system i sig, med vilja och personlighet, så kan hon infogas i Luhmanns tänkande som ett ”psykiskt system” men hon kommer då att ingå i *omgivningen* till det sociala systemet, inte vara en del av det.



Figur 5:2 Luhmanns teori för sociala system: inlån och sammanhang.

Kommentarer

I en politiskt färgad debatt (speciellt livlig i Tyskland, se bland annat förordet av Eva M Knodt till Luhmann 1995c) har bland annat ställts frågan om systemteori försvårar eller underlättar samhällskritik. I den tyska debatten har Luhmann ställts mot Jürgen Habermas, bland annat i en bok som sålts i över 35 000 exemplar (Habermas & Luhmann 1971). Habermas använder ”system” för att beteckna abstrakta, mekaniska och generella drag i samhället, och ställer ”systemvärlden” mot ”livsvärlden”. Därmed framstår ”systemet”, åtminstone vid en mindre noggrann läsning, som någonting avhumaniserande som står i motsats till ”livet”. Själva greppet att tala om ”allting” som system tycks då spela teknokratiska intressen i händerna.

Jag har ingen möjlighet att här analysera denna debatt (kompletterande synpunkter ges i kapitel 8), men mitt intryck är att den har fixerat sig till begrepp som, när de tolkas i vardagsspråket, får väldigt olika och ibland helt oavsedda innebörder för olika människor. Med

sina strikta och ibland egensinniga definitioner inbjuder Luhmann inte direkt till vardagsspråkliga samtal – varken om systemiskhet eller om empati eller humanitet. Däremot tror jag inte att man kan hävda att hans teori, om den uppfattas rätt och tillämpas intelligent – skulle spela teknokratiska eller a-politiska krafter i händerna.

Mera problematisk finner jag den mycket strikta systemavgränsningen. I verkliga system föreläggs man inte sällan en avgränsning, föranledd av till exempel praktiska skäl, historiska förhållanden eller legala gränser. Luhmanns teori kräver att systemets inre kommunikation skall behandlas som något artskilt från utbytet med omgivningen, vilket i många praktiska fall verkar långsökt. Eftersom hans teori är så starkt präglad av biologin (Maturana & Varela 1980) är det nog inte oberättigat att tala om en *organismisk* tendens eller *bias* i Luhmanns tänkande. I biologiska system är systemgränsen ofta ”naturlig” i någon mening (som en cellvägg eller kroppens hud). Om von Foersters mer avskalade uttolkning av samma sak, särskilt *autopoiesis*, hade givits en större tyngd misstänker jag att teorin hade blivit lite lättare att använda och troligen känts mera naturlig utifrån allmänt omfattade föreställningar om ”system”.

Kan Luhmanns teorier, med sin uppenbara förankring i ingenjörsmässiga och biologiska systembegrepp, möjligen ha något särskilt att säga om sociala systems relationer med ”det tekniska”?

Kring begreppen ”risk” och ”ekologisk kommunikation” har en forskning utvecklats, huvudsakligen förankrad bland tyska forskare (se framför allt Beck 1986). I denna har Luhmanns teorier spelat en roll (Luhmann 1986). Visserligen kan man inte påstå att Luhmann säger mycket om hur miljöproblem ser ut och hur de skall avhjälpas. Däremot behandlar han frågan om hur samhället blir medvetet om miljöproblem. Den fysiska miljön tillhör alltid omgivningen; det är genom resonans med denna, och genom att problemen kommuniceras socialt inom systemet, som ekologiska problem blir problem och kan behandlas. Någon slags klarhet skapas väl med detta. (Om den vidare

teoretiska och praktiska diskussionen kring risk och ekologi, se Lidskog m fl 1997).

Ett andra exempel ges av Lars Qvortrup, professor vid Aalborgs universitet, humanist och informationsteknikforskare. Han har i ett antal arbeten, främst i den brett anlagda boken om informationssamhället (Qvortrup 1998) arbetat med stark inspiration från Luhmann. Qvortrups grundhållning är att ”informationssamhället” inte i första hand ska tolkas som en ansamling av en massa informationstekniska artefakter, utan som ett ”hyperkomplext” samhälle i Luhmanns mening. I sina *14 berättelser om informationssamhället* låter Qvortrup sökarljuset spela enligt Luhmannska tankegångar: hur sker reduktionen av komplexitet och hur kommunicerar delsystemen i samhället med sig själva och varandra enligt den *autopoietiska* principen? Qvortrup är inte renlärig i den mening som Luhmann själv kan sägas vara det, snarare sympatiskt och stundom lekfullt eklektisk. Men hans bok pekar på att det bör finnas en ytterligare potential för systemteoretisk forskning och reflexion kring ”det sociala och det tekniska”, inte minst informations- och kommunikationsteknik, med verktyg och inspiration hämtade från Niklas Luhmann.

5.4 Det politiska systemet: David Easton

Inte bara ordning och reda

För de flesta bedömare torde statens organisation och det politiska livets grundvillkor te sig bra mycket redigare och mera ”systematiska” än sociala system, grupper och institutioner i allmänhet. Många har också en känsla av att statsvetenskapliga forskare i allmänhet är ”ordentligare” och kanske något mera rigida än till exempel sociologer. Därför skulle man kunna vänta sig att – en eller flera – systemteorier lättare skulle slagit igenom inom statsvetenskap och politisk teori än inom andra delar av samhällsvetenskapen.

Så kanske det också är: jag gör inget försök att följa upp den frågan. Men det finns i varje fall inom statsvetenskapen *en* starkt synlig tradition av systemtänkande. En av de mest konsekventa – och inflytelserika – av de statsvetenskapliga systemtänkarna är David Easton (född 1917, verksam vid University of California, Irvine). Hans teorier får därför visst utrymme i detta kapitel.

Eastons teori är verkligen en systemteori. Han upprätthåller den grundläggande skillnaden mellan system och omgivning, han använder cybernetikens begrepp input, output, kommunikation och återkoppling och han gör noggrann skillnad mellan exempelvis systemets respons på skilda stimuli och sådan påverkan som förändrar själva systemet. Å andra sidan framgår (och Easton framhåller själv detta, Easton 1965a) att (allmän) systemteori fungerar mera som en formande påverkan; systemtänkande inom andra vetenskaper bildar en allmän bakgrund. Därför blir det i Eastons fall inte fråga om direkta inlån från någon viss matematisk, teknisk eller naturvetenskaplig systemteori.[10)] Det politiska systemets särskilda egenskaper motiverar att man formulerar en systemteori för detta, utan att använda direkta förlagor från andra systemteorier. Att detta har blivit Eastons grepp syns också tydligt i referenslistor och sakregister i hans viktigaste teoretiska böcker. Centrala begrepp som input, output, feed-back, och så vidare förekommer flitigt; däremot finns ganska få referenser till andra samhällsvetenskapliga systemforskare, och nästan inga till matematiker, tekniker eller naturvetare.

[10)] Easton framhåller den påverkan och stimulans som han fick genom att under två år 1951–1952 i stort sett varje vecka delta i ett tvärvetenskapligt systemseminarium i Chicago och Minneapolis. I detta återfinns namn som Anatol Rapoport (uthållig främjare av General System Theory, jfr 2.6), ekonomen Jacob Marschak, psykologen James G Miller, fysikern John R Platt med flera, totalt ett tiotal framstående forskare från olika ämnen (Easton 1965a, sid xii).

System och politik

David Easton signalerade redan tidigt sin avsikt att i ett antal böcker utforma en samlad teori för politik och statsvetenskaplig forskning på systemteoretisk grund. Detta resulterade i en inledande bok, som blev mycket uppmärksammad, och två böcker ungefär 10 år senare. En rad artiklar och föredrag ingår givetvis också i Eastons program: en betydligt senare bok tar upp huvudfåran i de tre första, och man kan välja att betrakta den som en fjärde del i teoribygget:

- *The political system: an inquiry into the state of political science* (Easton 1953).
- *A framework for political analysis* (Easton 1965a).
- *A systems analysis of political life* (Easton 1965b).
- *The analysis of political structure* (Easton 1990).

Ett motiv för Easton att formulera en ”systemanalys” är det enligt honom bekymmersamma läget för *teori* inom statsvetenskapen. (Vi börjar nu känna igen motivet; såväl Parsons som Luhmann oroar sig för sociologin från likartade utgångspunkter.)

Den som är mindre bekymrad för statsvetenskapens framtid än nyfiken på släktskaper med annan systemteori slås omedelbart av hur tydligt Eastons tankegång till formen liknar cybernetikernas, och särskilt den reglertekniska traditionen. Den bok av de fyra nämnda som för en icke-statsvetare ger den snabbaste ingången i tankegången är *A framework ...* (Easton1965a). Där presenteras grundstrukturen till systemanalysen; den motiveras i den första boken (1953) och ligger till grund för utförlig teoretisk och empirisk diskussion i de två senare (1965b och 1990).

Easton är angelägen att framhålla att den systemanalytiska teori som han presenterar är något mycket mera än enbart inlån av metaforer och begrepp från andra vetenskaper. Sådana har alltid gjorts, men nu handlar det om något mera: att skapa en sammanhängande teori för

politiskt beteende. I en abstrakt, men relativt lättbegriplig, tankegång hävdas att systembegreppet bör vara överordnat, medan ”beteende” (och i detta fall ”politiskt beteende”) är en typ av elementar-komponent i systemteorin.[11)]

Hur definieras då ett ”politiskt system” i relation till andra delsystem av samhället? På ett plan vållar detta inga svårigheter. I Eastons egna exempel och andra utförliga tillämpningar av teorin betyder politiskt system i stort sett vad en normalt allmänbildad läsare tror att det skall betyda.

Två teoretiska ställningstaganden skall noteras. Det ena är att Easton helt kompromisslöst hävdar att systemavgränsningen (alltså vad som i ett visst fall ”utgör” det politiska systemet) är helt godtycklig. Forskaren kan fritt välja hur han vill definiera sitt system. Det som skall vägleda valet är alltså inte någon ”naturlig” systemgräns utan vad som ter sig praktiskt utifrån det problem som skall belysas. Det andra ställningstagandet är att vad som är *politiskt* bestäms genom en abstrakt definition:

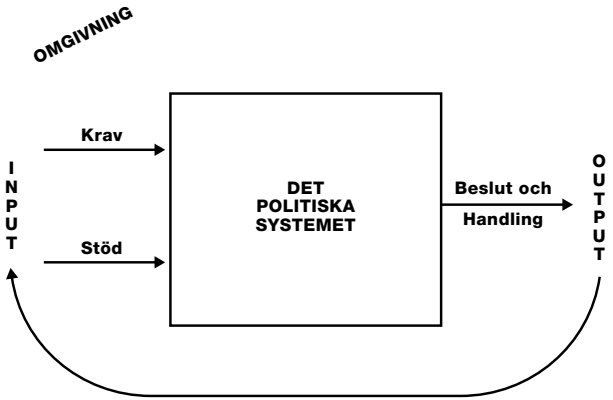
> ”*De processer genom vilka värden auktoritativt fördelas för samhällets räkning (values are authoritatively allocated for society).*”

När han sedan går vidare från sina allmänna avsikter att beskriva politik i systemtermer till specifik beskrivning av en systemteori, blir fyra begrepp grundläggande: System, Omgivning, Återkoppling och Gensvar (*Response*).

[11)] Paralleller till både Parsons och Luhmann erbjuder sig här. Parsons tenderar att se ”handling” som den elementära kategorin, och dessutom primär i förhållande till ”system”. För Luhmann betyder ”system” allt, och han avvisar egentligen tanken på någon elementär kategori, jämförbar med fysikens elementarpartiklar eller möjligen grundbegrepp som energi eller massa. Easton, som är den mest pragmatiske av de tre, lägger alltså störst vikt vid ”systemet” men anger samtidigt beteende (behavior) som den kategori som det gäller att vetenskapligt få ordning på.

Systemet och dess funktion

I en starkt förenklad bild framgår släktskapet med reglermekanismerna tydligast: det politiska systemet som en centrifugalregulator i någon form av ångstråle (notera släktskapen med figurerna 2:1 och 2:2!)



Figur 5:3 Det politiska systemet: en förenklad bild, enligt Easton (1965 a).

Ångmaskinen drivs av strålen från ångpannan, den elektriska svängningskretsen av strömmen från ett batteri och den levande organismen av förbränningen i celler och syretransport i blod och lungor. Eftersom det nu inte handlar om en ångstråle eller ett batteri, utan om ett intrikat system av människor, lagar, traditioner och andra institutioner, kommer frågan om vad som driver systemet inte att ha något självklart svar. Vad *driver*, enligt Eastons teori, det politiska systemet?

Enligt figuren ovan får det politiska systemet två typer av inputs: krav och stöd. Dessa matas alltså in och processas i en ”låda”, som behandlar inputs och sedan levererar outputs i den andra änden, i form av beslut och handlingar. Omgivningen känner av outputs, och återför dem genom återkoppling till krav och stöd. Inne i det politiska systemet finns likaså en mängd återkopplingar och internt informationsutbyte.

I kärnan av Eastons systemtänkande ligger alltså en *flödesmodell* för det politiska systemets växelverkan med omgivningen. Flödet av inkommande krav, tillsammans med stöd som också kan ”matas in”, kommer att tas om hand av det politiska systemet och matas ut till omgivningen som ett flöde av beslut och handlingar.

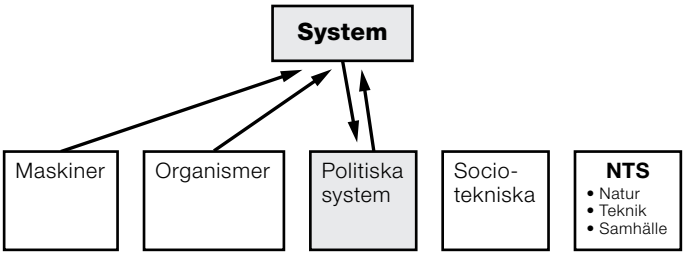
Det för systemanalysen centrala begreppet omgivning kan också beskrivas synnerligen abstrakt: som alla de delsystem i samhället (samhälleliga liksom fysiska), som i en viss vald analys inte hör till ”det politiska systemet”.

Stress, gensvar och fortbestånd

Med flödesmodellen och identifikationen av systemets omgivning har en hel del av Eastons teori täckts in. Men många viktiga problem återstår. Tre frågor upptar Eastons uppmärksamhet i särskild grad. De gäller hur man skall förstå systemets fortbestånd (*persistence*), hur systemet hanterar extrema påfrestningar (*stress*) och hur man mer generellt ska beskriva systemets gensvar (*response*) på en omgivning som kan vara starkt föränderlig.

Varje system kan utsättas för starka påverkningar. Den politiska historien är full av exempel på att politiska system radikalt har förändrats och i några fall helt brutit samman: den ”auktoritativa fördelningen av värden för samhället” har upphört att fungera. Systemets förmåga att uthärda påkänningar utifrån kan med fördel analyseras i termer av dess inre och yttre återkopplingar: här har andra systems förmåga till anpassning och självreglering mycket att bidra med i den

politiska teorin, enligt Easton. Han hänvisar vad gäller denna punkt till delar av den litteratur som behandlats i kapitel 2 och 3. När kraven från omgivningen blir starka och framför allt om de är svåra att förutse utsätts systemet för *stress*. Förmågan att uthärda och hantera stress hävdar Easton beror på ett begränsat antal nyckelvariabler (*essential variables*) med den egenskapen att så länge de rör sig inom givna någorlunda normala intervall så klarar systemet av att uthärda stressen. Om någon variabel sticker iväg utanför sitt normala intervall riskeras sammanbrott. Begreppet gensvar (*response*) är igenkännbart från allmän systemteori och cybernetik. Adaptation och målsökning blir centrala för ett politiskt system som söker svara på omgivningens påverkan och på större förändringar i omgivningen.



Figur 5:4 Eastons systemteori som generell systemteori.

5.5 System och samhälle: tre reflexioner

Vad är egentligen rimligt?
Som relativt ung matematiker tog jag i mitten av 1960-talet tillsammans med likasinnade kolleger initiativ till en seminarieserie kring matematiska modeller på olika områden. Vid en av de första sammankomsterna deltog fysikern Tor Ragnar Gerholm, och han uttryckte sig ungefär så här: ”Vi skall inte vara alltför förvånade över fysikens oerhörda framgångar med matematiska modellers hjälp. Fysikerna var ju helt enkelt först på plan och kunde ta för sig de lättaste problemen. Jämförda med fysikens studieobjekt är ju biologins, för att inte tala om samhällsvetenskapens, mycket mera komplicerade, och därför oerhört mycket svårare att beskriva och förklara.”[12)]

Fysikens utveckling är visserligen imponerande, men samtidigt har även inom ämnet teoriutvecklingen varit på många sätt ryckig och oenhetlig. En relativt klar och samlad bild av fysiken hade skapats, genom Newtons mekanik och Maxwells teori för elektricitet och magnetism, och höll fram till början av 1900-talet. Men en fortsatt utveckling, teoretisk och experimentell, ledde till att teorin inte bara övergavs, utan klövs i ett par olika spår. Relativitetsteori – allmän och speciell – markerade en riktning. Kvantmekaniken, utvecklad på två olika sätt (som efter viss möda kunde visas vara likvärdiga) var en annan riktning. Sammansmältningen dem emellan, liksom med elementarpartikelfysik, gravitationsteori och astrofysik har krävt oerhörd möda och är inte avslutad. Fysikens utveckling under 1900-talet skulle – tycker jag – inbjuda till en viss försiktighet vad gäller teorier som skall täcka ”allting”. Om det är så svårt att skapa en enhetlig och invändningsfri teori för det enklaste av alla studieobjekt inom vetenskapen – den fysiska världen – hur mycket vanskligare borde det inte

[12)] Böcker av denne författare, vilka bär spår av den nämnda tankegången, är *Fysiken och människan* (Gerholm 1962) samt *Idé och samhälle* (Gerholm & Magnusson 1966).

vara inom krångligare områden som biologin[13] eller människans sociala och kulturella omständigheter?

Den måttfulla och pragmatiska hållning som man finner hos Easton, liksom hos Buckley (1967) och de författare som han hänvisar till, förefaller mig vara ute i vetenskapligt mer fruktbara ärenden än de som siktar mot ”grand theory”. ”Teori” betyder inte samma sak inom fysiken som inom sociologin (se not 5 i detta kapitel). Men ett sådant påstående är snarast början på ett resonemang, inte avslutningen av det.

Ingen förundrar sig över att ett politiskt eller annat socialt system drivs av mål och värderingar. I eminent grad ”vill” ett politiskt system, ett företag eller en folkrörelse någonting mera än att mekaniskt svara på signaler: ”A political system is a goal-setting, self-transforming and creatively adaptive system.” (Easton 1965a, sid 132).

Vart tog tekniken vägen?

I dagens samhälle är tekniska system nära sammanvävda både med samhällsfunktioner av olika slag och med processer i naturen och den biologiska världen. Därför är det lite underligt att så få ledande systemforskare inom samhällsvetenskaperna (tre av dem har ju fått komma till tals i detta kapitel) inte själva gjort någon poäng av ”det tekniskas” betydelse för ”det sociala”. Man kunde ha trott att de tankeramar som erbjuds genom inlån från teorier för enkla maskiner och från datatekniken naturligt skulle ha lett tankarna i denna riktning. Men genomgående i de nämnda systemteorierna är att ”det sociala” konsekvent och noggrant är renskuret från varje beroende av teknik – eller natur.

Hur detta skall förklaras kan jag inte ge något bra svar på. Kanske är det helt enkelt så att uppgiften blir alldeles tillräckligt svår utan att

---

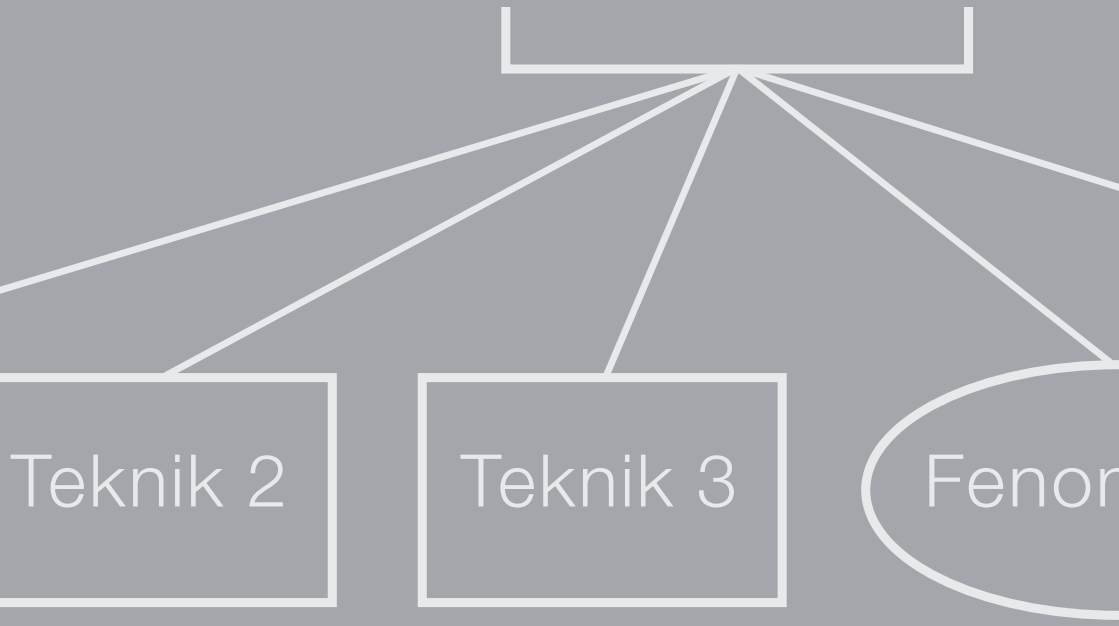
[13] Vi noterade i kapitel 2 hur nobelpristagaren Jaques Monod avfärdade de långtgående anspråk på att ha skapat en vetenskap som kunde täcka ”allt”, som för General System Theorys räkning framställts av bland annat Bertalanffy (se avsnitt 2.7).

”belasta” den med tekniska eller naturgivna komplikationer? I så fall kan man replikera att det möjligen är bättre att prestera en approximativ teori för rätt problem, än en mera exakt teori för ett problem i vilket viktiga bestämningsfaktorer har definierats bort.

Men samma sak kan uttryckas positivt. Den grund som bland annat de här refererade – intellektuellt utomordentligt ambitiösa – systemteorierna har lagt bör kunna bli av stort värde i sådana studier där de tekniska systemen och/eller naturens villkor får sin berättigade plats.

Men fältet är givetvis inte tomt. Teoretiskt genomtänkta systemteorier i vilka tekniken ges en tydlig roll diskuteras i nästa kapitel (kap 6). Där kommer vi att se hur teknik och tekniska system kan bilda utgångspunkt för – eller framstå som likvärdiga inslag i – mer eller mindre konsekvent utformade systemteorier för samhället och dess olika sociala system.

Kapitel sex



Om socio-tekniska system

> *Early on I found that the most impressive of the patterns imposed on the world by men impelled by the force of constructive instincts were systems, coherent structures comprised of interacting, interconnected components.*

THOMAS P HUGHES
i Preface till Networks of Power, 1983

6.1 Tekniska system i samhället

Den tillämpning av systemanalys och systemforskning som den här boken i första hand syftar på är energisystem och besläktade system, där tekniska apparater och tekniska samband spelar en avgörande roll. I detta kapitel läggs uppmärksamheten på system och systemföreställningar, åtminstone inledningsvis, på annat sätt än vi mött i tidigare kapitel. Här får något tekniskt system (exempelvis system för generering och distribution av elektricitet) bilda utgångspunkten, inte bara ”lånas in”.

Men de författare som vi skall slå följe med här har inte nöjt sig med att studera apparaterna och deras samband: i så fall skulle vi inte tagit upp dem till diskussion. Deras gemensamma tes är att *det tekniska* (systemet) och *det sociala* (systemet) inte på något enkelt vis kan separeras från varandra. Några av dem hävdar till och med att själva försöket ett benämna det tekniska och det sociala med skilda begrepp är vilseledande eller felaktigt. Vad de emellertid har gemensamt är

att de vill studera *socio-tekniska* system[1)], alltså sådana system som innefattar:

- Tekniskt-materiella komponenter och samband,
- Sociala komponenter och samband,
- Samband mellan tekniskt-materiella och sociala komponenter.

Ibland kan det tyckas enkelt att urskilja var det tekniska slutar och det sociala börjar. Mestadels är emellertid ”tekniskt” och ”socialt” invävda i varandra så att det är svårt eller onaturligt att säga var gränsen mellan dem går. Det blir i stället, med Hughes flitigt citerade uttryck, *en väv utan sömmar* (*a seamless web*). Teknik och samhälle är inte bara hoptråcklade utan sammanvävda med varandra.

I nästa avsnitt kommer jag att påminna om hur systemforskare som refererats i tidigare avsnitt har behandlat socio-tekniska system, särskilt relationen mellan *det tekniska* (delsystemet) och *det sociala* (delsystemet) – och om man över huvud taget vill göra en sådan uppdelning.

Material från tidigare kapitel kommer att kompletteras på tre centrala punkter.

Den ena är teorier som fokuserar på hur tekniken och det sociala konstrueras tillsammans. En föregångare är teknikhistorikern Thomas P Hughes som lanserade teorin för stora tekniska system *(Large Technical Systems, LTS*). En följdlitteratur, som i stora stycken hänvisar till Hughes, men i vissa avseenden polemiserar mot honom, har

---

[1)] Det föreligger här en begreppsmässig dubblering, som vid det här laget inte är mycket att göra åt. Termen socio-teknik eller socio-tekniskt system lanserades under tidigt 1980-tal för synsätt inom arbetslivsforskningen. Poängen var där att studera arbetsplatsen med blick på sambandet mellan den tekniska organisationen och den sociala. Nyckelbegrepp inom denna tradition blev bland annat självstyrande grupper (för en sammanfattning se t ex *Journal of Applied Behavioral Science* 1986). Man kan givetvis hävda att dessa socio-tekniska system utgör ett specialfall av, eller är utflöde av samma grundtanke som den som avses i min text. Under alla förhållanden måste den dubbla innebörden av ”socio-technical” i litteraturen noteras.

vuxit upp. En inflytelserik bok (Bijker, Hughes & Pinch ed 1987) har kommit att representera något som betraktats som en egen skolbildning, *Social Construction of Technological Systems* (förkortad SCOT). Vid närmare betraktande kan man dock inte riktigt hålla med om att SCOT representerar ett enhetligt synsätt. Snarare är det tre olika perspektiv som presenteras i boken, där den gemensamma nämnaren är att tekniken och det sociala analyseras tillsammans. I senare avsnitt (6.3–6.6) kommer dessa att preciseras till tre olika perspektiv: teknisk system (LTS), social konstruktion (SCOT) och aktörsnätverk (ANT).

Den andra kompletteringen gäller innovationssystem (*Systems of Innovation*). Denna term täcker inte heller ett helt enhetligt område, men grundläggande begrepp och samband är gemensamma: forskning, utveckling och användning samspelar i dag i stora system, nationella eller övernationella (ibland kan man välja sektoriella eller regionala systemavgränsningar), där innovation (teknisk, men med utblick mot ekonomisk och ibland social innovation) är central och sammanhållande föreställning. Denna behandlas i avsnitt 6.7.

En tredje komplettering gäller vad teknik ”egentligen” är för något. Det är lätt att slinka förbi den frågan, men i ett allvarligt studium stöter man på svårigheter. I vanligt språkbruk syftar teknik i allmänhet på något slag av apparat. I debatt och forskning hävdas ofta att teknik är ungefär detsamma som (tillämpad) naturvetenskap (*Science and Technology*). Några författare knyter teknik till begrepp som föremål eller artefakt. Som ett beaktansvärt försök att urskilja teknikens egen natur i relation till system av både social och teknisk natur kommer jag i avsnitt 6.8 att diskutera frågan i anslutning till en bok av operationsanalytikern och ekonomen W Brian Arthur (2009).

En fråga som spelar stor roll i samtida samhällsvetenskap, men som också visar sig starkt sammanvävd med hur man ser på ”det tekniska” i tekniska system gäller i vilken grad ”verkligheten” (t ex tekniska apparater eller system) verkligen ”finns där ute”, eller är i större eller mindre grad *socialt konstruerad*. För en förståelse av socio-tek-

niska system behövs en orientering om olika inflytelserika författares inställning till denna fråga.

Hur systemtankegångar byggs upp och vilka inlån och metodiska släktskaper som finns med annan systemforskning förblir dock huvudtemat även i detta kapitel. Här kommer också begreppet *komplexitet* (som tidigare dykt upp i skilda systemteorier) att framstå som än mera centralt och pocka på systematisk uppmärksamhet.

6.2 Det tekniska och det sociala i systemforskningen

När cybernetiken växte fram (se avsnitt 2.2–2.5) framstod släktskapen mellan elektro-mekaniska system och biologiska system som det mest intressanta. Det sedermera så betydelsefulla elektro-mekaniska systemet *datorn* spelade också, med all rätt, en stor roll i den tidiga cybernetiken, dels genom att den vidgade föreställningarna om vad som var tekniskt möjligt, dels genom att den kunde efterlikna egenskaper hos till exempel nerv-system.

Förhållandet mellan tekniskt och mänskligt, eller tekniskt och socialt, kom i denna tradition till att börja med att anmäla sig som frågor kring inlån och likheter *mellan* olika familjer av system: mekaniska och biologiska, och olika specialfall som neurala, elektriska eller elektro-mekaniska. I Norbert Wieners tänkande (redovisat särskilt i Wiener 1950) blir det en moraliskt viktig fråga att man, trots den metodiska och matematiska *släktskapen* mellan maskin och människa, inte börjar betrakta dem som *lika*: människan får inte reduceras till en maskin eller maskindel (se 2.5). Likaså var Wiener och hans samtida bland pionjärerna angelägna om att kunna överföra systemteorins/cybernetikens framgångsrika modeller till studiet av sociala system och samhället i stort. Många tog till sig denna tanke med entusiasm, vilken säkert var färgad av att samhället höll på att bli mer

komplext och uppvisade växande beroende av teknik av olika slag. Som nämnts signalerade Wiener själv viss skepsis gällande cybernetik i samhällsvetenskaperna i sina senare skrifter (se 2.5).

Emellertid ägde hela utvecklingen inom cybernetik och angränsande områden (som spelteori och informationsteori) rum i en intellektuell atmosfär där teknik och tekniska system var högst närvarande. Många av de tidiga skrifterna, liksom en rad uppsatser inom traditionen General System Theory (se 2.6 och *General Systems Yearbook* 1956–1988), kom därför att handla om system med såväl mänskliga/sociala som tekniska komponenter. Man kan nog påstå att om vi undantar ”rent” biologiska system så var just sådana socio-tekniska system de vanligaste studieobjekten i forskning med cybernetiska angreppssätt och inom General System Theory under de första årtiondena.

Om vi däremot frågar efter teoretiskt medvetna försök att urskilja ”det tekniska” från ”det sociala” eller ”det mänskliga” så ger det föga utdelning. Norbert Wiener för, som nämnts, sina egna starkt normativa resonemang. Några av de vetenskapligt lysande tidiga författarna (Boulding, Mead, Bateson) snuddar vid frågan men det leder inte till någon uthållig bearbetning av den.[2)] En sådan kommer först till stånd genom uppsvinget i intresse för stora tekniska system, innovationssystem med mera, främst under 1980-talet (vilka diskuteras senare i detta kapitel).

Frågor kring ”det tekniska” är närvarande hos Stafford Beer (kap 3). Han är intresserad av företaget som en organism, men lyfter inte fram dess tekniska instrumentering eller materiella innehåll på något tydligt sätt. Jay Forrester, å andra sidan, sätter mycket konse-

[2)] Möjligen bör en större reservation göras för von Foerster, som energiskt inte minst i sitt stora kompendium bearbetar frågan om hur människan kan tala om sig själv och skillnaden mellan den observerande och det observerade (von Foerster 1995).

kvent siffervärden på företagets fysiska egenskaper och prestationer, till exempel produktionsvolym, produktivitet, lagerstorlek. Därför kan man påstå att han sätter de *tekniska* egenskaperna i centrum. Men genom att allt översätts till siffervärden och ekvationer behöver inte heller Forrester göra något större problem av var de tekniska sambanden slutar och var de sociala börjar. För honom blir i stort sett alla samband tekniska.

Om kapitel 4 behövs ganska få kommentarer. Genom hela utvecklingen från operationsanalys till systemanalys (och vidare till systematiska framtidsstudier, se vidare kapitel 7), liksom i flertalet exempel, framstår helt klart huvudproblemet som ett samspel mellan tekniska förutsättningar och artefakter å ena sidan, sociala organisationsformer och mål å den andra. Däremot görs inte heller här något uttryckligt problem av vilka egenskaper som förenar ”det tekniska” och ”det sociala” och vilka som skiljer dem åt. Den frågan betraktas (precis som det borde vara, enligt traditionens uppfattning om sig själv) pragmatiskt och hanteras från fall till fall.

I en del av systemanalystraditionen görs dock en skarp skillnad mellan de människor som är systemets beslutsfattare och de som i någon mening är komponenter i systemet (och som därigenom mera likställs med föremål). Att detta kan leda till såväl metodiska som moraliska problem diskuterades i det avslutande avsnittet (4.8) och återkommer i kapitel 8.

I de breda och ambitiösa samhällsvetenskapliga systemteorier som berörts i kapitel 5 kommer sällan tekniska delsystem eller artefakter att uttryckligen behandlas. Som jag erkänt i slutsatserna från detta kapitel är min egen inställning kluven. Teorier (systemteorier eller andra typer av teorier) som är så omfattande att de ska vara tillämpliga på *alla* sociala system, ”samhället” eller ”politiken” kan inte bli särdeles meningsfulla (se även avsnitt 2.7, senare delen). Men det skulle vara intressant att mer energiskt tillämpa dessa – intellektuellt mycket avancerade – teorier på problem där ”det tekniska” spelar en betydel-

sefull roll för det sociala systemet (exempelvis energi, transporter och miljö).

En sammanfattning av denna genomgång blir:

- Huvuddelen av de systemteorier och systemforskningstraditioner som hittills berörts torde ha stort intresse och fruktbara tillämpningar inom studiet av *socio-tekniska system*, alltså sådana som omfattar såväl tekniska som sociala komponenter (t ex energisystem).

- Systematisk bearbetning och problematisering av *förhållandet* mellan det tekniska och det sociala är däremot relativt sällsynt; en sådan sker inom ramen för de teorier som behandlas i återstoden av detta kapitel.

- För studiet av socio-tekniska system vore det fel att inte söka utnyttja hela det breda register av systemteorier som diskuteras i denna bok. Det finns en stor, ännu inte utnyttjad, potential för intellektuella och praktiska framsteg.

6.3 ”En väv utan sömmar”: Hughes om stora tekniska system

Elsystemet

Thomas P Hughes, professor i teknikhistoria vid University of Pennsylvania, placerade sig eftertryckligt som förnyare inom teknikhistoria med sitt stora arbete om elsystemets framväxt: *Networks of Power* (Hughes 1983). Hans inflytande inom det större fältet teknik och samhälle har också varit betydande.

Innehållet i Hughes stora verk preciseras i undertiteln: *Electrification in Western Society 1880–1930*. Hans uttalade ambition är att studera systemens utveckling, men göra det med full uppmärksamhet på den kulturella och samhälleliga kontexten. Många författare har, menar Hughes, intresserat sig för teknikens påverkan på samhället. Samhällets påverkan på tekniken har däremot nästan inte uppmärksammats.

Hughes följer i den historiska framställningen ”systembyggarna”; främst och först bland dem står Thomas Alva Edison (1847–1931). Historien blir i stora drag en historia om expansion: från lyckade experiment med den enskilda glödlampan (färdig att visas upp 1879), till lokala ledningsnät för belysning, till stadsnät och vidare till nationella och så småningom transnationella nät. Historien om det växande systemet blir långt ifrån rätlinjig och jämn: såväl språngvisa framsteg som återtåg måste noteras. Stora tekniska förändringar (som övergången till trefas växelström) beskrivs i detalj, liksom sociala uppfinningar i form av nya slags företag (”*utilities*”) som behövs för att hantera elektricitetssystemet. Betoningen av kontexten driver Hughes att också studera elsystemen komparativt. En fyllig jämförelse av hur ”Edisons system” utvecklades dels i USA (speciellt Chicago) dels också i Tyskland (speciellt Berlin) och England (speciellt London) ingår i denna breda och nyskapande historiska studie.

Utvecklingens faser
I den teknikhistoriska delen av Hughes arbeten spelar begreppet *Large Technical System*, LTS, och en teori om utvecklingsfaserna hos ett LTS en avgörande roll. Han identifierar tre sådana faser:

1. uppfinning av och utvecklingsarbete på systemet. I denna fas spelar uppfinnaren/entreprenören den avgörande rollen: inte förrän senare kommer ledarskapet att övergå till industriella, finansiella och i vissa fall politiska aktörer.

2. teknikens ianspråktagande och överföring (*transfer*) från en region till en annan, och från ett land till ett annat. I denna fas kan intressanta skillnader uppstå mellan länder, beroende på vilken beredskap och kultur som den mottagande miljön har.[3)]

3. systemets växt och fortsatta utveckling, till ett verkligt, existerande LTS.

Originella teoretiska begrepp
För analysen av faktiskt existerande LTS använder Hughes redan i sitt första stora arbete två viktiga teoretiska hjälpbegrepp.

Det första är *reverse salient*. Detta begrepp som lånats från militärspråket och krigshistorien betyder ordagrant ”utbuktningar bakåt”. I samband med militära operationer till lands eller sjöss avser termen *reverse salient* ett avsnitt av en framryckande front som har halkat efter, som inte håller takten med den övriga linjen. Hughes hävdar att denna liknelse är teoretiskt berikande och inte bara en analogi. En militär front uppvisar många oregelbundna och oförutsägbara egenskaper som också ett LTS under utveckling har. I båda fallen kon-

[3)] För intressanta exempel på överföring av tekniska system mellan länder, se Lindqvist 1984 om ångmaskinen och Kaijser 1986 om kommunala gassystem.

centreras uppmärksamheten och de kreativa energierna hos fältherren respektive ingenjören till frågor hur man kan korrigera *reverse salients* och omdisponera resurser så att optimal funktion skall kunna uppnås. Hughes föredrar uttryckligen detta militärt färgade teoretiska hjälpbegrepp framför det besläktade och vanligare ”flaskhals”, eller helt enkelt obalanserad utveckling.

Hughes andra hjälpbegrepp i teorin för utvecklingsfasen är *critical problems*. Detta är ett vidare begrepp än reverse salient och innefattar detta. När en eftersläpning är konstaterad kommer detta faktum att formuleras och uppfattas som ett kritiskt problem för systemutvecklingen. Den allmänt intressanta tankegången bakom critical problems är att systemets främjare och byggare kommer att översätta diffusa och vaga problem i samband med systemets utveckling till väldefinierade *critical problems*, och sedan lösa dessa i god ingenjörsmässig anda.

Hughes teoribildning är starkt färgad av att han studerat framgångsrika system under deras framväxt till allt större omfattning och genomslag i samhället. De system han känner bäst är elsystemen: ledningsbundna, investeringstunga och (under den studerade perioden) underkastade stark teknisk utveckling, dock utan häftiga språng eller överraskningar.

Ett användbart nyckelbegrepp som dyker upp hos Hughes, är *teknisk stil* (*technological style*) som också kan översättas med teknisk kultur. När en systemisk teknik, som ångmaskinen, elkraften, gas för belysning, eller telefonen, flyttas över från en kultur till en annan blir inte utformningen av systemet likadan. ”Samma” teknik kan se olika ut i olika länder, regioner och kulturer.

Det är inte bara nationella egenheter i sådant som finansieringssystem, lagstiftning, företagsstruktur och maktförhållanden som kan påverka teknikens infogande i samhället. Det går även att urskilja kulturbundna skillnader i konstruktion och design mellan länder och kulturer: franska bilar och telefoner är på något sätt annorlunda än

amerikanska eller tyska! Sådana skillnader i teknisk kultur har stort intresse i direkta jämförelser mellan länder. När tekniska system integreras internationellt, och när tidigare nationellt arbetande företag söker sin lycka på internationella marknader, kommer förståelsen av nationella tekniska kulturer att bli viktig även ekonomiskt. Kanske går utvecklingen mot en fortsatt multinationalisering (så som i stor utsträckning skett i datorbranschen) men det kan också hända att just de nationella tekniska kulturerna visar sig mer motspänstiga och därför (även ur kommersiell synvinkel) värda mer uppmärksamhet än man i allmänhet föreställer sig.

Ytterligare några begrepp från Hughes arsenal ska nämnas. Det första kan synas vara mycket specifikt knutet till elsystem, och handlar om belastningsfaktorer (*load factor*). Ekonomin för ett elsystem, och för ett ledningsbundet system i allmänhet, är kritiskt beroende av hur väl det utnyttjas. Eftersom systemens kapacitet behöver räcka till för de högsta belastningarna (*peak load*) kommer ett ojämnt utnyttjande att leda till dålig avkastning på satsat kapital och teknisk överkapacitet under långa perioder. Detta är dock ett problem som inte bara berör elsystem: metoder för att komma till rätta med likartade problem kan urskiljas i många stora socio-tekniska system (flyg- och järnvägstrafik, byggindustri, räddningstjänst…). Några av dessa metoder är allmänt förekommande, som att differentiera taxorna mellan hög- och lågtrafiktid. En annan variant är att använda kompletterande system, med låga fasta men höga rörliga kostnader, för att möta toppbelastningar (som oljedrivna generatorer för topplast i det svenska elsystemet). En tredje möjlighet är att kontraktsvägen lägga fast ett visst beteende, som att tillåta bortkoppling under perioder av stark efterfrågan.

Självgående system?

Hughes använder också begreppet *momentum*, som betyder rörelsemängd eller ”levande kraft”. Det innebär helt enkelt att när ett LTS

fått upp farten, så går det i viss utsträckning av sig självt – och är svårt att bromsa såväl inifrån som utifrån från samhället. Detta är en av de mest generella iakttagelserna i teknikteorin, även om uttrycken växlar. Hughes vill inte använda begreppet *autonom* utveckling för sin diskussion, vilket många andra författare funnit anledning att göra (för en utmärkt översikt, se Winner 1977). Att ett LTS inte bara fortsätter av egen kraft utan också väljer den bana som passar dess egen tradition och teknik har påpekats av många författare. MIT-forskaren Donald Schon (1972) använder uttrycket dynamisk konservatism, och i en energiframtidsstudie (Lönnroth, Johansson & Steen 1978) talas om en utveckling, som går liksom på en i förväg utlagd räls.

Att man måste räkna med en viss, oftast betydande, grad av dynamisk konservatism eller momentum visar att ett LTS nästan alltid måste sättas in i sitt historiska sammanhang om man skall förstå dess läge i dag och dynamik inför framtiden. Med en term från ekonomisk historia brukar man tala om *path dependence* (stig-beroende) (Arthur 1994). Även i forskning som i sig inte syftar till historisk kunskap måste man veta en hel del om de historiska processer som lett fram till dagens LTS.

6.4 Stora projekt och stora nätverk: på väg mot en genuin systemteori?

Den teoretiska ram för studiet av stora tekniska system som nu har berörts kan synas vara skapad på ett ganska pragmatiskt sätt, i huvudsak utifrån systemens tekniska egenskaper. Det är riktigt i den meningen att den inte (som många av de teorier som berörts i tidigare kapitel) har lånats in från någon mer allmän eller omfattande systemteori. Men den har däremot potential för teoretisk utveckling och vidare tillämpning: den möjliggör en analys och förståelse nerifrån och upp, från speciella systemegenskaper till mera generella.

En stor del av litteraturen har liksom Hughes grundbok (Hughes 1983) handlat om *utvecklingen* av olika LTS över tid (se t ex Mayntz & Hughes 1988). I sådan utveckling spelar *entreprenören* eller entreprenörerna a priori en stor roll. En andra fråga blir vad som *håller ett system samman* och garanterar eller möjligen hotar dess stabilitet.

Vi finner alltså omedelbart i den empiriska litteraturen två av de generella systemteoriernas paradfrågor:

- *Systemiskheten*: vad är det som gör att systemen hänger ihop som system?
- *Dynamiken*: vad är det som påverkar och gör att systemen ”rör sig” och utvecklas på olika sätt över tid?

Man kan gruppera komponenterna i ett LTS i tre olika kategorier:

- Tekniska artefakter: ibland talar man om ett systems tekniska kärna (*technical core*).[4)]
- Teknisk och naturvetenskaplig kunskap samt tekniska regelsystem (som säkerhetsbestämmelser och standardisering).
- Aktörer: entreprenörer, användare, företag, organisationer, reglerande myndigheter …

Sambanden i systemen kan sammanfattas som olika former av *organisation*. Tekniska artefakter hänger samman med varandra, aktörer med tekniken och aktörer med andra aktörer.

Det fundamentalt intressanta i angreppssättet LTS ligger i hur teknik, aktörer och organisation griper in i och påverkar varandra. Tek-

[4)] Detta är dock utifrån vissa teoretiska hållningar ett problematiskt begrepp, eftersom det tvingar fram en alltför skarp skillnad mellan ”det tekniska” och ”det sociala”. Se vidare diskussionen i avsnitt 6.5 och 6.6

nik hänger samman med organisation: ”stor teknik kräver stor organisation, och omvänt” heter det till exempel i en förenklad men inte grundlös tes. Aktörer använder organisationen för olika syften, som när nya företag lyckas nagga stora och starka men stundom tröga f d monopolföretag i kanten. Olika aktörer använder också givna tekniska möjligheter på skilda sätt. Särskilt intressant är att olika aktörer kan tilldela samma teknik olika innebörder (Bijker m fl ed 1987, se vidare avsnitt 6.5).

En mycket god översikt över såväl teori som olika tillämpningar av LTS finner man i tre böcker som i sin tur bygger på fyra internationella konferenser:

- *The development of Large Technical Systems* i Köln 1987 (Mayntz & Hughes 1988),
- *Social responses to the effects of LTS: Regulation, management, anticipation and free reign* i Berkeley 1989 (Laporte ed 1991),
- *Trans-border aspects of LTS: development, deployment, standardization, and regulation* i Sydney, Australien 1991,[5)]
- *Large technical systems in radical reconfiguration* i Vadstena, Sverige 1992 (Summerton ed 1994).

I sin inledning till den första konferensvolymen (Mayntz & Hughes 1988) skriver Bernward Joerges att forskningen kring LTS har sina mest allmänna motiv i försök att komma till rätta med den närmast eviga frågan om den rätta *dimensionen på saker och ting*: Finns det

[5)] Denna konferens rapporterades aldrig i bokform. Professor Stephen Salsbury, som organiserade konferensen, avled innan dokumentationen hade kunnat sammanställas.

några rimliga gränser för storleken på de tekniska och organisatoriska ordningar som vi människor omger oss med?[6)]

Forskningen kring LTS är emellertid inte i första hand inriktad på att ta ställning till vilken storlek eller komplexitetsgrad som är bäst: att avgöra frågor om lämplig eller optimal utformning. Den är i första hand beskrivande och analyserande, utformad för de särpräglade frågeställningar som just definieras av orden *stora*, *tekniska* och *system*. I detta sammanhang underförstås nästan alltid en betydande grad av *komplexitet*. Ett system som är geografiskt utsträckt eller fysiskt tungt, men har enkel systemstruktur, brukar därför inte betraktas som ett LTS (jfr resonemanget i kap 1 om vilka system som är ”intressanta”).

Den största delen av LTS-forskningen har bestått av fallstudier, i stor utsträckning historiska fallstudier. Dessa har inte som sin första prioritet att skapa generaliserbara teorier.

Thomas P Hughes stora arbete *Networks of Power* (Hughes 1983) och de teoretiska begrepp som där presenteras har dock visat sig meningsfulla i en lång rad av sammanhang. Mötet mellan historiker och samhällsvetare (bl a inom ramen för de ovan nämnda världskonferenserna) har inneburit att frågor kring generaliserbara teorier ställts mycket tydligt. ”I vilken grad är det möjligt att konstruera en övergripande modell för systems utveckling, som täcker såväl olika teknologier som olika nationella kontexter?” är den fråga som avslutar det teoretiska förordet till rapportboken från den första konferensen (Mayntz & Hughes 1988).

Ett viktigt steg mot en sådan ”modell” tar Joerges i förordet. Han gör en distinktion mellan stora tekniska program (LTP) och stora tekniska nätverk (LTN). Ett LTP består av en stor satsning under begränsad tid för att åstadkomma något som inte tidigare fanns. Exempel är

---

[6)] ”Litet är vackert!”, ”smått är smart” (Schumacher 1975) är ett slagord vars genomslagskraft under de senaste decennierna visar att många sätter frågetecken inför utvecklingen mot till synes allt större och mer komplexa system. För resonemang kring teknikens dimensioner och styrbarhet se även Traube (1978) och Ingelstam (1990).

sådant som USA:s program för att placera en man på månen, stora dammbyggen, Manhattan- (atombombs-) projektet under andra världskriget. Karaktäristiskt för LTP är ett starkt tryck till planmässig förändring och en relativt klar tanke om programmets mål och riktning (Mayntz & Hughes 1988).

Men ett program kan tänkas utsträckt över lång tid, och som flera av exemplen visar kan programmen resultera i nätverk – Joerges talar om *pre-infrastructural programs*. Skillnaden mellan LTP och LTN blir då närmast vilken aspekt man vill lägga tyngdpunkten på i forskningen: den mer eller mindre planmässiga ansträngningen att åstadkomma något, eller den resulterande strukturen med dess tekniska och organisatoriska komplikationer. Uppenbarligen måste en LTP-ansats alltid lägga stor vikt vid *dynamiken*, medan ett LTN i första hand fäster uppmärksamhet på *systemiskheten*, klargöranden av vad som får systemet att hålla samman.

Huvudexemplen på LTN är de stora infrastrukturella systemen: elektricitet, post, telekommunikation, fysisk transport av varor och personer. Ett genomgående drag hos dessa är att de, i varje fall under ”lugna” perioder i sin utveckling, tenderar att tas för givna. De fungerar i vardagen på ett omärkligt och smidigt sätt, men förgivettagandet kan skapa särskilda problem. Förändringar kan ske gradvis utan att varken medborgare eller politiker fäster något avseende vid dem: ett systems förvaltare kan därför tillåtas både mycken självrådighet och ett betydande mått av klantighet innan omvärlden reagerar. Om, å andra sidan, ett system som under lång tid tagits för givet av någon anledning kommer att problematiseras och vålla kontrovers, så är beredskapen för en bredare hantering av uppkommande frågor i allmänhet låg.[7)]

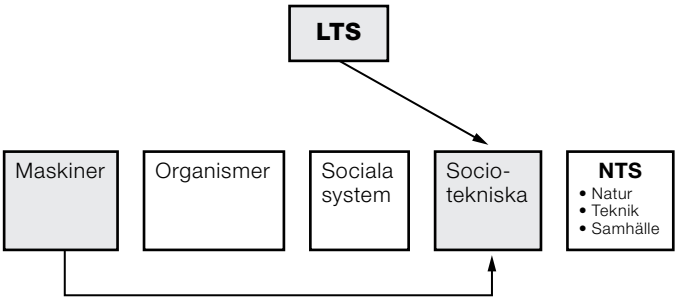
[7)] Ett mycket tydligt exempel på detta är ”den första oljekrisen” år 1973: oljeberoendet hade, under inflytande av gradvis sjunkande priser, ”smugit sig på” Sverige och andra väst-ekonomier. Uppvaknandet blev dramatiskt.

Ett tydligt exempel på detta ges av det svenska elsystemet, eller mer generellt hela det energipolitiska fältet. Under tiden fram till 1972 hade detta i stort sett tagits för givet. Den vilsenhet som såväl den allmänna debatten som systemets egna företrädare visade, då kärnkraftens problem och oljekrisen ungefär samtidigt kom att dra in detta system i en het och ännu inte avslutad kontrovers, är högst begriplig utifrån ”förgivettagandeteorin”.

En annan aspekt av LTN är att dessa, när de väl har etablerats, i allmänhet inte går att avskaffa. Visserligen kan ibland ett LTN ersättas av ett annat, med likartade egenskaper, men de funktioner som vuxit in i samhället tillåter i allmänhet inte att system får kollapsa eller läggas ner. Det finns gott om exempel på detta, och en vanlig utveckling är att staten tvingas ta det slutliga ansvaret för ett systems fortbestånd i någon form, långt efter det att det upphört att vara lönsamt i vanlig affärsmässig mening. Exempel ges av järnvägssystemen i många länder.

Grunden för detta är något som karaktäriserar de flesta LTS, men särskilt LTN, och som vi kan kalla *djup samhällelig rotning* (Joerges uttryck är deep *ecological penetration*)[8]. Systemen kommer att växa samman med en stor mängd samhällsfunktioner, och sända sina rottrådar långt i in i sådant som livsstilar, vardagligt umgänge och kulturyttringar. När ett LTS expanderar lägger detta ett ökat tryck på ”ämnesomsättningen” i samhället (miljö, transporter, naturresurser) vilket kan generera motkrafter till utvidgningen. Teoretisk uppmärksamhet på rotning bidrar framför allt till förståelsen av hur systemiskheten ser ut och hur den bevaras.

[8] Begreppet ”rotning” har framgångsrikt använts av Christer Sanne för att teoretiskt belysa huvudfrågor i ett med LTS besläktat sammanhang, nämligen boende och flyttningar (Sanne 1987).



Figur 6:1 Stora tekniska system enligt Hughes: en generell teoretisk begreppsapparat (LTS) tillämpas, medan en teknisk kärna definierar systemet.

Det sätt att tänka kring socio-tekniska system som, mer eller mindre direkt, utgår från Hughes har som nämnts fått stort genomslag. Samtidigt har det, naturligt nog, kommit att kritiseras utifrån både teoretiska och praktiska utgångspunkter. Några av de teorier som förhåller sig till LTS och Hughes, men som hanterar vissa nyckelproblem på annat sätt behandlas i kommande avsnitt av detta kapitel (6.5 och 6.6). En mer praktiskt inriktad kritik gäller den massiva manliga dominansen i LTS-litteraturen: såväl systembyggarna som deras beforskare tenderar att vara nästan uteslutande män. En större uppmärksamhet på genusperspektivet skulle, enligt flera bedömare, ge en annan och rikare bild av stora tekniska system. En besläktad kritik är att LTS liksom flera andra systemteorier föga intresserar sig för slutanvändaren, konsumenten, den vanliga människan (jfr avsnitt 8.6 och den forskning av Ruth Schwartz Cowan som där refereras). En fylligare överblick över kritiken mot LTS får man hos Summerton (1998) och Ewertsson (2001).

6.5 The Social Construction of Technological Systems (SCOT)

Gemensamma drag

Mötena mellan teknikhistoriker, framför allt Thomas P Hughes själv, och samhällsvetare (främst sociologer, med intresse för teknik) ledde till ömsesidig teoretisk inspiration. Den fick sitt tydligaste uttryck i den mycket lästa och citerade antologin *The Social Construction of Technological Systems* (Bijker m fl ed 1987) gemenligen förkortad SCOT.

Boken, som sedan 1987 tryckts om minst nio gånger, innehåller inte en utan grovt sett tre vetenskapliga angreppslinjer. De anlägger alltså olika perspektiv, men alla ryms inom den ram för studiet av ”socio-tekniska system” som angivits ovan i avsnitt 6.1. Man delar utgångspunkten att det tekniska och det sociala inte kan studeras isolerade från varandra.

Ett annat förenande drag är att man inte markerar någon skarp skillnad mellan (natur-)vetenskap och teknik, mellan *science* och *technology*. Detta är naturligt men också problematiskt (se vidare 6.8). När man i dag undersöker vetenskapligt arbete, till exempel i laboratoriestudier, finner man stark släktskap med tekniskt arbete: växelverkan med samhället och kulturen är till stora delar densamma, i synnerhet är ”big science” också ”big technology”. Stora delar av den moderna tekniken har en stark likhet med och ett närmast symbiotiskt förhållande till naturvetenskap. Man kan inte längre säga att ”science discovers and technology applies”. Den gängse linjära modellen av innovation (grundforskning, tillämpad forskning, utvecklingsarbete, prototyp, kommersialisering, bred användning…) erkänns inte längre som någon bra beskrivning av verkligheten (se vidare 6.7 nedan). Inom vetenskapssociologin har man iakttagit att ”det sociala” kommer in långt tidigare än när en produkt ska ut på marknaden. En grundtanke blir därför att se vetenskapssociologi och tekniksociologi som

nära besläktade, och inte minst hur det mera beforskade förstnämnda området kan berika det senare. Teknikhistorikernas (i detta fall särskilt Hughes) perspektiv ska likaså tas till vara.[9)]

Men inom ramen för dessa släktskaper urskiljs alltså tre skilda perspektiv:

- Tekniska-system-perspektivet, som särskilt utvecklats av Hughes som LTS (se 6.3, 6.4).[10)]
- Det socialkonstruktivistiska perspektivet, som ska utvecklas nedan.
- Aktörsnätverk som ledande idé (som behandlas i 6.6 nedan).

Med stark förenkling kan man säga att inom ramen för den gemensamma problemuppfattningen tenderar det tekniska-system-perspektivet att ge ett visst försteg åt det tekniska, den socialkonstruktivistiska synen tenderar att tilldela det sociala en ledande roll, medan aktörsnätverksteorin, ANT, starkt betonar symmetrin, likaberättigandet, mellan det tekniska och det sociala.

Social konstruktion och tolkningsflexibilitet

I *SCOT* utvecklas den socialkonstruktivistiska tankegången främst i förord, ingresser samt i artiklar av Wiebe Bijker och Trevor Pinch.[11)] Deras empiriska exempel är bland annat utvecklingen av de första cyklarna (med stort framhjul och litet bakhjul) samt Bijkers studie av

---

[9)] Det finns en likartad koppling mellan teknikhistoria och vetenskapshistoria, men där den förra internationellt ter sig som en fattig och småväxt kusin till den senare.

[10)] Hughes bidrag till SCOT kan ses som en teoretiskt uppstramad och empiriskt avskalad version av *Networks of Power* (Hughes 1983).

[11)] För samhällsvetare utanför fältet teknik- och vetenskapsstudier är den konstruktivistiska tanken främst känd genom Berger och Luckmanns ”klassiker” *The social construction of reality* (1966). Den finns emellertid inte ens med i litteraturförteckningen i SCOT. Man kan emellertid argumentera för att tankegångarna i *SCOT* är så nära knutna till teknik och naturvetenskap att detta speciella hjul kan behöva uppfinnas på nytt.

bakelitens framväxt som modernt konstruktionsmaterial under första hälften av 1900-talet.

I renodlad form kan utvecklingen av en produkt eller ett system enligt deras synsätt sammanfattas i tre steg:

1. När en uppfinning eller fröet till ett system börjar dyka upp som möjlighet, råder kring det en stor grad av *tolkningsflexibilitet*. Man kan tänka sig att detta nya ”är” en rad olika saker: cykeln kan vara ett sportredskap, en statuspryl, en maskulinitetssymbol, ett transportmedel… Man kan tidigt se att olika *relevanta sociala* grupper kan ha olika tolkningar, och att de var för sig formulerar dessa. Därmed kan de också få inflytande över hur föremålet eller systemet formas i fortsättningen.

2. I en nästa fas uppkommer ofta en diskussion, mer eller mindre konfliktfylld, om den rätta eller lämpliga tolkningen. De relevanta sociala grupperna formerar sig, tar intryck av varandra och åstadkommer en insnävning av vilka tolkningar som är möjliga. Man kan på så sätt komma till en *stabilisering* och i vissa fall närma sig en *slutning* (*closure*) av vad det nya ska anser vara för något. Slutning kan åstadkommas på olika sätt. Vanlig är *retorisk* slutning som innebär att ett övertalande och övertygande språkbruk segrar och får bestämma tolkningen. Besläktat med detta är förändring av *problemet*: en egenskap hos föremålet eller systemet visar sig lösa ett annat (viktigare) problem än man ursprungligen hade trott (Bijkers paradexempel är att luftfyllda cykelhjul löste ett besvärligt problem med skakningar och vibrationer, som ingen riktigt hade tänkt på tidigare). Problemet har därmed översatts till en annan, möjligen mindre konfliktfylld, tolkning.

3. Slutningen är sällan en definitiv slutpunkt, och representerar bara en delaspekt. Den mer ambitiösa uppgiften för forskningen är att reda ut hur föremålet eller systemet förhåller sig till den *bredare samhälleliga och politiska kontexten*. Analysen av relevanta sociala grupper är här endast ett första steg, men enligt Bijker ett viktigt sådant.

System?

Wiebe Bijkers mycket citerade exempel (SCOT) är den tidiga cykeln. Den är förvisso en apparat – men kan man kalla den för system? Invändningen är delvis berättigad, eftersom Bijkers studie inte har något system – som Hughes LTS – som teknisk kärna och studieobjekt.

Å andra sidan leder tanken att relevanta sociala grupper är involverade i tekniken från allra första början med nödvändighet till en ”systemisk” analys. Även en relativt enkel teknisk apparat som cykeln kommer att ingå i ett socio-tekniskt system av betydande komplexitet. Dessutom kommer det historiska, eller snarare evolutionära, perspektiv som Bijker anlägger att föra samman olika varianter och utvecklingssteg av ”artefakten cykeln” (se SCOT sid 37, för ett diagram över systemet kring cykeln) enligt hans tolkning av *social construction*. Även på detta sätt kommer det konstruktivistiska sättet att studera teknik, *a la* Bijker och Pinch, att leda in mot system och systemforskning.

Än tydligare blir givetvis systemkaraktären om det i studiens centrum står en systemisk teknik (som bakeliten) eller ett tekniskt system (som elsystemet).

6.6 Aktörsnätverk och heterogen ingenjörskonst[12)]

Samma men ändå olika

Innan vi går närmare in på den tredje varianten av teorier för socio-tekniska system är det värt att påpeka att det, trots nära kontakter (och i många fall personlig vänskap) mellan forskarna, tenderar att utbildas olika ”dialekter”. Samma eller nästan samma företeelse kan inom de skilda teoriperspektiven benämnas olika. Detta kan leda till att skillnaden mellan olika teorier framstår som större än den egentligen är. Till exempel svarar Hughes *systembyggare* (ett av hans favoritbegrepp) nära mot den institutionella ekonomins klassiska begrepp *entreprenör*, mot aktörsnätverkens *aktör* eller ”*ingenjör-som-sociolog*” (Callon i SCOT) eller konstruktivisternas i detta sammanhang odramatiska termer som *ingenjör* eller medlem av *social grupp*. Inom det tredje teoriperspektivet används det slagkraftiga (men i vardagsspråket något blankslitna) ordet *nätverk*, i sammanställningen aktörsnätverk (*Actor Network Theory, ANT*), för vad som i besläktad litteratur får heta system, systemsamband eller ömsesidiga beroenden.

På spaning efter symmetri

En grundläggande fråga, som alla forskare som behandlas i det här kapitlet måste ta ställning till, är förhållandet mellan ”det tekniska” och ”det sociala”. I en längre resonerande ingress till en artikel i boken *SCOT* påvisar John Law att systemperspektivet (LTS) kan överbetona det tekniskas betydelse. Det socialkonstruktivistiska synsättet tenderar däremot att sätta det sociala främst. För en riktig analys, menar Law, måste man betrakta de olika komponenterna i ett system mera fördomsfritt. Visserligen är de av olika karaktär, och när man (men-

[12)] För omarbetningen av detta avsnitt har vi haft god hjälp av Francis Lee och tillgång till delar av en kommande kursbok *Posthumanistiska nyckeltexter: materiell-semiotik* (Åsberg, Hultman & Lee red 2011).

talt) fogar samman dem till ett system innebär det att man ägnar sig åt vad Law kallar *heterogen* ingenjörskonst (*heterogeneous engineering*). Eftersom det inte a priori kan avgöras vilka av de olika komponenterna i nätverket som är viktigast eller har störst förklaringsvärde bör forskaren sträva efter en *symmetrisk* behandling av det tekniska och det sociala.[13)]

Denna tankegång tillämpas av Michel Callon så att när han studerar ingenjörer menar han att de lika väl kunde ses som sociologer (och sociologerna som ingenjörer). Med viss framgång använder han denna tankegång i en empirisk studie av försök att lansera eldrivna fordon: en ansträngning av den franska eljätten EDF, som ledde till konfrontation med bilindustrin, framför allt Renault, om vem som skulle ta förarplatsen i framtidens franska bilindustri. De teoretiska slutsatserna blir att systemet inte kan förenklas till varken ”aktör” eller ”nätverk”. Men Callon vill ersätta Hughes begrepp ”system” med ”aktörs-nätverk”, eftersom han menar att det senare eliminerar de problem som finns med att definiera ett systems gränser – vad som är innanför eller utanför (Callon i *SCOT*, sid 93 och 100).[14)]

John Law är givetvis påverkad av sina egna empiriska undersökningar, som bland annat handlat om uppbyggnaden av den portugisiska flottan under 1400- och 1500-talen och det stora system som skapades genom dess dominans till sjöss. Han kommer därför att betona samma slag av problem som Hughes: hur expanderar ett system (eller snarare: hur sammanfogas ett nät [*web*]), och hur hålls det ihop när det väl har kommit till stånd? Law urskiljer olika ”fiender” (*adversaries*)

[13)] Law lägger stor vikt vid språkbruket, och pläderar i en senare text (Law 2009) för att termen ANT borde bytas ut mot ”material semiotics”, på svenska ungefär ”konsten att beteckna det materiella” vari införstås att ”beteckna” i huvudsak skall syfta på icke-språkliga beteckningar och uttrycksformer.

[14)] Här finns en omedelbar släktskap med tankegångar hos bland annat von Foerster: observerande system vs observerade system (se 2.8). Samma tanke är central hos Luhmann (avsnitt 5.3).

till systemet men finner det oberättigat att skilja på naturgivna, tekniska och mänskliga fiender: dessa förekommer alltid i kombination och det finns alltså goda skäl att behandla dem symmetriskt. Omvänt hålls ett system samman av människor/aktörer, teknik och naturförhållanden: ingendera av dessa kan på förhand utpekas som mer styrande eller avgörande än någon annan. Ett aktörsnätverk har förmågan att agera så att det kan transformera och omdefiniera vad det självt består av (Law i *SCOT*, sid 111–134).

Symmetribegreppet ligger till grund för Callons undersökning av musselodling i Frankrike (Callon 1986). Där betraktas alla som ingår i nätverket – även musslorna – som aktörer. De har alla ”agens” genom sin inverkan på aktörs-nätverket. Det är forskare (som vill introducera musselodling för att kompensera för vikande fångster och som vill övertyga andra forskare), musslor (som vägrar att låta sig odlas) och yrkesfiskarna (som avvaktar resultatet). Callon och andra forskare inom ANT använder begreppet *översättning* (*translation*) för att beskriva hur relationer i ett sådant nätverk av aktörer etableras. I begreppet ligger såväl påpekande av likhet men också övertalning – att göra likadant. När fiskarena inte längre accepterar ”översättningen” utan börjar fiska de odlade musslorna, då kollapsar hela företaget/nätverket (se även Law 2009 och Lee 2011b).

De senaste 20 åren har inneburit ett stort intresse för ANT och besläktade teorier, och litteraturen har vuxit kraftigt. Huvuddelen har visserligen en slagsida mot ”science” och ”medicine” snarare än ”technology”, men eftersom teorin (och verkligheten, se ovan!) inte kan göra någon strikt skillnad dem emellan bör den intresserade tekniksystemforskaren gå till källorna och nyare översiktsverk för orientering (se t ex *Actor Network Theory and after*, Law & Hassard ed 1999 och Åsberg m fl red 2011).

En av riktningarna i denna skola är att utveckla nya begrepp, som ”politisk ontologi” (Law & Hassard ed 1999). Huvudtanken med detta begrepp är att verkligheten formas genom interaktion inom olika

praktiker, det finns olika sätt att forma verkligheten, men återigen är det inte tekniken som formar det socio-tekniska, inte heller det sociala, utan de formar tillsammans.

Ett annat begrepp som utvecklats på senare tid inom ANT är ”uppförande” (*enactment*), där verkligheten, eller snarare ett objekt i verkligheten, ”görs” i den praktik det finns i. Utgångspunkten är att teorierna om social konstruktion av verkligheten framför allt handlar om hur man konstruerar ”bilden” eller ”uppfattningen” av verkligheten. Man kan se olika sidor av samma verklighet. Annemarie Mol går vidare och använder begreppet ”uppförande” för att i stället tala om olika ”versioner” av verkligheten som görs – uppförs – i praktiker. Hon hämtar exempel från sin forskning om anemi, ett fenomen som behandlas på olika sätt i olika situationer. Objektet ”anemi” blir olika när läkaren diagnosticerar, vid den eventuella mätningen på laboratoriet eller när den behandlas statistiskt. Ibland samarbetar dessa verkligheter, eller ”versioner”. Ibland motverkar de varandra (Lee 2011a).

6.7 Innovationssystem

Ursprunget

Liksom flera andra systemteorier som redovisas i denna bok har teoribildningen kring innovationssystem (*systems of innovation*) inte tillkommit i avsikt att *skapa* en systemteori. Den har vuxit fram i ett behov att beskriva och analysera verkliga fenomen i samhället, särskilt det tekniska nyskapandet i industriell produktion och göra reda för detta nyskapandes karaktär och egenskaper. Därmed kommer den att överskrida, och delvis underkänna, tidigare teorier för samma sak som alltför enkla: otillräckliga för att svara mot empirin och förklara orsakssamband.

När det gäller innovationssystem är det framför allt två sådana ”enkla” teorier eller föreställningar som behöver överskridas.

Den ena är den neoklassiska ekonomins föreställning om företaget, som en i princip isolerad aktör på en marknad och som drivs av intresset av största möjliga vinst (åtminstone på lång sikt). Ett sådant företag antas ta till sig ny teknik (eller investera för att få fram den) enbart utgående från vilket bidrag till vinsten som den kan tänkas ge. Men i ett modernt, högtekniskt industrisamhälle måste företagens roll i förnyelseprocessen beskrivas med hänsyn till många andra faktorer. Viktiga aktörer, som forskningsråd och universitet, har inte vinstmaximering som mål. Interaktion är ett nyckelbegrepp, och interaktion mellan olika delar, aktörer och faktorer är avgörande. Man kan inte förstå innovation utan att ta hänsyn till ett helt ”systems” utveckling över tid.

Den andra enkla föreställningen rör den så kallade innovationskedjan. Enligt en mycket vanlig föreställning går en rak linje av beroenden mellan (ungefär) följande ”länkar” i en kedja:

- Grundforskning
- Tillämpad forskning
- Utvecklingsarbete
- Framtagande av prototyp(er)
- Marknadsanalys
- Kommersialisering/försäljning
- Användning

Benämningen av de olika länkarna kan variera, men grundföreställningen är att saker och ting sker i denna ”ordning”. Påverkan och signaler kan gå upp eller ner: om de går huvudsakligen uppåt talar man om (*market*) *pull*, om de går åt andra hållet beskrivs detta som (*technology*) *push*.[15] Denna innovationskedja-modell har också allvarliga brister: teorin för innovationssystem är *ett* försök att komma till en förbättrad och fördjupad förståelse.

Tre sätt att förstå innovation i systemtermer[16]

Som nämnt är teorin för innovationssystem inte en strikt sammanhållen teori, utan snarare ett antal deltraditioner med starka gemensamma drag.[17] En av deltraditionerna är i sin startpunkt empirisk. Genom studium av i huvudsak nationella innovationssystem, och systematiska jämförelser dem emellan, kan man empiriskt urskilja vilka faktorer som tycks ha störst betydelse för sådant som tillväxt och innovationstakt, och har största förklaringsvärdet med avseende på skillnader mellan nationer (Nelson ed 1993).

En annan deltradition, som Edquist identifierar med Bengt-Åke Lundvall och hans medarbetare (Lundvall ed 1992), börjar i den andra änden, och formulerar teoretiska hypoteser kring sådant som lärande, specialisering, forskningsnivå, inbördes beroenden och så vidare.

---

[15] Professor Svante Beckman har i minnesvärda kursföreläsningar vid tema Teknik och social förändring beskrivit detta som bangården i Hallsberg sedd från luften. Vagnar och tågsätt rör sig fram och tillbaka, och om man tittar efter noga ser man att loken i vissa fall drar, i andra fall skjuter, vagnarna. Någon gång får man också se ett par vagnar som rullar på egen hand, av den fart de tidigare fått av en *push* eller *pull*.

[16] Detta delavsnitt bygger jag till största delen på Charles Edquists *Systems of Innovation* (ed 1997). I denna antologi finns, förutom en översiktsartikel av Edquist, också en provkarta på studier inom olika deltraditioner inom innovationssystem.

[17] Edquist (i Edquist ed 1997) är noga med att inte beteckna detta som en teori utan ett ”conceptual framework” men som använder sig av utarbetade och sammanhållna teorier, till exempel evolutionär ekonomi. Jag ålägger mig inte någon sådan återhållsamhet i denna översiktliga och korta framställning.

Dessa kan sedan, i princip, testas på (nationella eller andra) verkliga system.

Inom en tredje tradition, vars egna författare föredrar att beskriva den som *technological systems*, bygger man upp sin förståelse från konkreta studier av olika branscher, sektorer och ”generiska” tekniker (som fabriksautomation eller bioteknik). I var och en är tekniken central, men förklaringarna som söks är breda: inte minst betonas inlärning och kompetens. Beroenden via nätverk och andra institutionella samband framhålls som viktiga (Carlsson ed 1995).

Genomgående i den forskning som sammanfattas under ”innovationssystem” är, som nämnts ovan, att den bygger på en annan syn på *ekonomisk utveckling* än den neoklassiska, vilken sätter det profitmaximerande företaget i centrum.[18] I stället dominerar en *evolutionär* syn på ekonomin. Vad detta innebär bör man inte försöka att kort sammanfatta. Grundtanken är emellertid att en ekonomi är ett komplext och varierat system. Det skapas hela tiden nya möjligheter, ibland slumpvis. Systemet väljer, prövar, uppmuntrar och trycker ner olika alternativ – på ett sätt som påminner om hur ett biologiskt system reglerar sin egen mångfald och utveckling: generation följer på generation (*evolution*). Grundläggande referens i evolutionär ekonomi är Nelson och Winter (1982).[19]

Av detta följer också att angreppssättet måste bli tvärvetenskapligt. Bland annat måste ett historiskt synsätt anläggas: innovationsprocesser är i hög grad stig-beroende (*path dependent*). Vidare ligger

---

[18] Man kan också notera att teorin överskrider en annan, förenklad, syn på teknisk utveckling och tillväxt på makroplanet, nämligen den som först söker förklara tillväxt med ökade faktorinsatser (arbete och kapital) och då finner att en betydande del kvarstår oförklarad. Detta okända kallas då till exempel ”teknikfaktorn” men kan inte (inom ramen för denna teori) förklaras ytterligare. Teknisk förnyelse förblir en restpost och tekniken själv en ”svart låda”. För en utvidgad kritik och motperspektiv se bland annat Rosenberg (1982).

[19] För en besläktad men något annorlunda tankegång, se W Brian Arthur (Arthur 1994).

angreppssättet nära (eller inom) den tradition som numera betecknas som *institutionell ekonomi*.

Kärnbegreppet innovation behöver förstås också förklaras. I en ”naiv” mening betyder innovation en ny *teknisk produkt*, eller en *ny teknisk process*. Forskningen kring innovationssystem måste givetvis göra uttolkningar och pröva utvidgningar av denna innebörd. Den tvingas då ta ställning till en lång rad frågor. ”Ny” för vem – för företaget, för landet, för kunden eller för mänskligheten? Och ”teknisk” – bör man inte räkna in nya organisatoriska grepp kring tekniken, eller över huvud taget ny organisation eller nya sociala former? Några författare utgår från den något vidare (Schumpeterianska) idén ”nya kombinationer”. Det får räcka att här notera att alla författare inom området i begreppet innovation inkluderar tekniska innovationer i ”naiv” och snäv mening, medan där bortom växlar buden kring hur långt man bör gå: vilka slag av nyskapande och förändring i övrigt skall man lämpligen beteckna som innovation?[20)]

Vad består ett innovationssystem av?

En huvudfråga i alla systemteorier är var systemgränsen går. Den tidiga litteraturen om innovationssystem handlar om *nationella* innovationssystem. Det betyder i stort sett vad man tror: systemgränsen är lika med nationsgränsen. Motivet att fokusera just nationella innovationssystem var i huvudsak empiriskt: det var med olika nationella studier det hela började, och en av de tidiga och tongivande böckerna (Nelson ed 1993) innehåller en grundlig komparation av innovation i 15 länder. En annan bidragande faktor är säkert att innovationssys-

[20)] Denna fråga fick en ny tyngd i Sverige från 1 januari 2001, då Verket för innovationssystem (Vinnova) startade, som en vidareutveckling av tidigare existerande forskningsstödjande myndigheter inom teknik, kommunikation och arbetsliv. Under 2000-talet har intresse uttryckts för *socialt entreprenörskap* och *sociala innovationer*. Hur statsmakterna eller Vinnova kommer att förhålla sig till sådant tycks ännu vara en ganska öppen fråga.

tem-tanken visade sig attraktiv för nationella forsknings- och utvecklingsstödjande organ (som NUTEK i Sverige).

Begreppet har sedan med viss frekvens använts dels på *sektoriella* innovationssystem (t ex innovationssystemet i anslutning till massa- och pappersindustrin), dels på *regionala* innovationssystem (t ex Östergötlands innovationssystem, eller det som formats kring Route 128 runt Boston/Cambridge, Massachusetts, USA). Dessa skilda principer för avgränsning tycks dock inte vålla några större bekymmer i det konkreta forskningsarbetet: vad som inte ryms inom systemet får behandlas som beroenden av omgivningen. En annan, möjligen mer besvärande, fråga är hur stora delar av den samlade industriella, akademiska, forskningsstödjande, samordnande, reglerande, etc verksamheten i samhället som skall räknas in i innovationssystemet. En naturlig ståndpunkt kunde vara att det omfattar sådana delar som verkligen deltar i skapandet av något tydligt *nytt* och att det är *teknik* det handlar om. Christopher Freeman, som tidigt noterade att begreppet hade visat sig ändamålsenligt, talar om nätverk som deltar i skapandet av *new technology* (Freeman 1987). Lundvall, å andra sidan, väljer en mycket bred beskrivning: ”all parts and aspects of the economic structure and the institutional set-up affecting learning as well as searching and exploring” och leds då till att inkludera produktionssystemet, det finansiella systemet och marknadföringssystemet som delsystem till (det nationella) innovationssystemet (Lundvall ed 1992).

Sannolikt har dessa ganska varierade hållningar till vad som skall räknas in i innovationssystemet inte några ödesdigra verkningar på forskningen eller förståelsen mellan olika forskare. Edqvist noterar emellertid att ”all three approaches are vague in specifying the boundaries of the system”.[21)]

[21)] Vi kan notera att samma iakttagelse har gjorts beträffande Hughes och Large Technical Systems. Inte heller i detta fall tycks några mer betydande intellektuella svårigheter följa av den relativt pragmatiska hållningen till frågan om systemgränser.

Litteraturen och teoribildningen kring innovationssystem bärs – trots vissa skillnader – av två tydliga och gemensamma avsikter.

- Den ena är att komma bort från den traditionella ekonomins reducering av tekniken som något oproblematiserat – en svart låda – som bara ”finns” eller ”uppstår” och används om den är lönsam. I stället blir en, mer eller mindre konsekvent, tillämpning av ett *evolutionärt* ekonomiskt synsätt avgörande. Alla författare uppmärksammar ”institutions and mechanisms” som påverkar den tekniska förnyelsen.

- Den andra är en stark uppmärksamhet på att tekniken inte enbart kan studeras som enstaka maskiner, produkter eller processer. Frågor som ny tekniks förhållande till äldre teknik, institutionernas betydelse och inte minst kunskap, kompetens och inlärning i hela systemet blir minst lika centrala aspekter som rena tekniska prestanda eller produktivitetsmått.

6.8 Teknikens natur

En obeaktad fråga

Medan samhällsvetare och historiker med betydande energi har ägnat sig åt teknikens systemsamband med samhällsstrukturen och sociala förhållanden finns det, som noterats ovan, en tendens att tekniken just i egenskap av teknik får en något förströdd – eller ibland överdrivet abstrakt – behandling. Det är relativt få forskare som har lutat över åt det andra hållet och energiskt sökt besvara frågan om teknikens ”egen” natur.

En författare som, enligt min bedömning, ställer rätt frågor och presterar i långa stycken övertygande svar, är W Brian Arthur i boken *The Nature of Technology* (Arthur 2009). I förordet säger Brian Arthur

att han redan som ingenjörsstuderande undrade mycket över vad det specifikt ”teknik-aktiga” med tekniken var för något (*the ”technology-ness” of technology*). Men han undrade nästan ännu mer över att nästan ingen annan tycktes grubbla över frågan. Som ingenjörsstuderande blev han lite diffust hänvisad till teknikens roll i ekonomin, industriell utveckling, ingenjörsarbete, tillämpad naturvetenskap och liknande. Men ingen tycktes bry sig om tekniken som sådan.

Brian Arthur har en bakgrund som högskoleutbildad ingenjör och matematiker. Han har disputerat i operationsanalys, och kommer alltså direkt ur den tradition som beskrevs i första delen av kapitel 4. Han har dock framför allt skapat sig ett namn som (alternativ eller heterodox) ekonom, och citeras flitigt i ekonomisk facklitteratur. Han är känd för att ha identifierat ekonomiska processer med stigande avkastning (*increasing returns*) med det åtföljande fenomenet inlåsning (*lock-in*), som grovt sett betyder att en teknik så starkt präglad sin omgivning att det blir svårt eller omöjligt att byta ut den. Arthur är en systemtänkare och hans operationsanalytiska och systemanalytiska bakgrund är bärande i hans samlade produktion. Arthur använder dock ”system” eller systemteorins terminologi ganska återhållsamt, sannolikt i medvetande om att orden är ganska blankslitna både i vardagsspråket och i forskningen: det krävs en hel del preciseringar för att begreppet skall förklara mer än det döljer.

En meningsfull teknikdiskussion måste bygga på några slags yttre gränser: det ska vara möjligt att påstå att X *inte* är teknik medan Y och Z är det. De flesta försök att definiera ”teknik” förutsätter att det handlar om fysiska föremål (t ex Nationalencyklopedin). Noggrannare teoretiska definitionsförsök (bl a av Arthur) leder ibland bortom ”materialiteten”. En viktigare fråga gäller förhållandet mellan teknik och naturvetenskap. Att de hänger nära samman har knappast varit obeaktat i forskning, politik eller allmän debatt. Den dominerande föreställningen är att kopplingen dem emellan är så stark att det är onödigt att göra skillnad: naturvetenskapen finns i tekniken och tek-

niken i naturvetenskapen. Det lilla bindeordet *and* i *Science and Technology* uppfattas som självklart och oproblematiskt. Det är dessutom ganska bekvämt när man skall argumentera för forskningspengar och andra slags inteckningar i samhällets gemensamma resurser.[22)]

Emot hopkopplingen kan åberopas flera argument (se t ex Gerholm 1978). Ett är historiskt: det är först i sen tid, från 1800-talet och framåt, som teknik och naturvetenskap ingått det nära förbund som de har i vår samtid. Ännu i dag utvecklas viktiga delar av tekniken utan stöd från naturvetenskapen, och andra delar med ganska vacklande sådant. Naturvetenskap och teknik är två kunskapskulturer som vuxit fram på historiskt skilda vägar och ännu inte är fullständigt integrerade.

Det andra motivet är ”kunskapsteoretiskt”. Man får inte glömma att både teknikens samhällsroll och dess avsikter är principiellt annorlunda än naturvetenskapens. Naturvetenskapen drivs av nyfikenhet på hur världen är beskaffad. Som sanning gäller det som flertalet forskare efter noggrann prövning kan ena sig om. Tekniken skapas för att fylla praktiska syften. *Varför* den fungerar är mindre viktigt än *att* den gör det (för en mer nyanserad diskussion om hur man bör betrakta kunskapen om det ”konstgjorda”, se Simon 1969).

Brian Arthur ansluter sig till den problematiserande positionen. Hans teori om teknik, och om teknisk utveckling, ger (som vi kommer att se) naturvetenskapen en central och tydlig plats i teknikutvecklingen, men betraktar givetvis inte teknik och naturvetenskap som samma sak.

Teknikens struktur: kombinationer av komponenter och fenomen

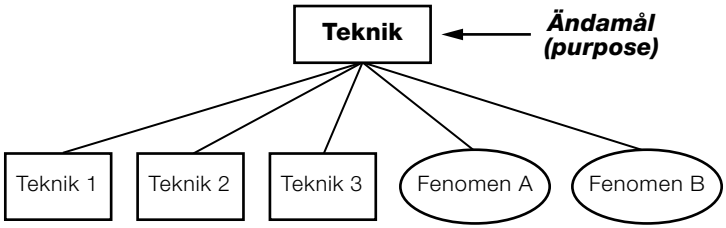
Arthurs grundläggande föreställning om tekniken gäller dess struktur. Tekniken är alltid strukturerad som kombinationer. Grundbegrep-

[22)] En utförligare diskussion finns i min bok *Kampen om kunskapen* (2004), kapitel 4.

pen är *komponent* och *fenomen*. De mest basala teknikerna – som hävstången eller kokning av vatten – är kombinationer av ett fåtal enkla komponenter och fenomen. Nyckeln till förståelse av teknik, menar Arthur, är att se varje teknik som resultat av kombinationer. Ny teknik innebär att nya kombinationer uppstår, vanligast av kända, oftast enklare, tekniker plus något eller några fenomen.

Orsakskedjan ser, med en viss förenkling, ut så här. Ett nytt mänskligt ändamål aktualiseras. Det kan antingen vara genuint nytt eller också är det ett känt ändamål som man nu anar att det går att uppfylla. Ingenjörer letar efter kombinationer som kan brukas för ändamålet. Till deras förfogande står då två saker: all känd teknik och ett i princip nästan obegränsat förråd av fenomen. (Jag återkommer till det faktum att man i praktiken inte kan eller hinner utnyttja hela förrådet av känd teknik och fenomen.) Redan kombinationer av känd teknik kan innebära ett reellt framsteg. Kända tekniker utgör *komponenterna* i den nya tekniken.

Ofta tillkommer dessutom något *fenomen* som inte tidigare tagits i bruk. Den viktigaste sortens fenomen är, numera, nya naturvetenskapliga rön. Men historiskt och ännu i dag kan fenomen vara något annat än naturvetenskap: ett nytt synsätt eller en nyttig princip (som självreglering eller ett smart sätt att nedbringa friktion). Här finns alltså en implicit men tydlig polemik mot föreställningen att teknik i huvudsak kan förstås som tillämpad naturvetenskap. I princip är det *både* existerande teknik och något ännu inte utnyttjat fenomen som kombineras för att skapa ny teknik. Bland fenomenen är naturvetenskapliga rön inte de enda. Arthur själv går ganska långt och påstår att teknikens utveckling har byggt på fenomen som i det stora hela inte har täckts av naturvetenskapen.



Figur 6:2 Elementarsteget i teknikskapande enligt W Brian Arthur (Arthur 2009).

Denna ”teori” om ett (elementärt) steg som leder till en ny kombination har relevans för varje teknik som man vill studera. Den beskriver hur teknik på en viss nivå uppstår genom att tekniker på en ”lägre” nivå, plus något eller några fenomen, kombineras. Varje modern någorlunda komplex teknik skulle alltså i princip kunna plockas ner i steg efter steg, och varje nivå av kombinationer härledas till enklare och enklare komponenter och fenomen. Följer man det hela – nivå för nivå – från andra hållet ser man att varje teknik innehåller en samling fenomen som ”fångats in” och tagits i bruk. Även om man inte i detalj kan eller orkar genomföra detta ser man ändå att en ”avancerad” teknik (Arthurs favoritexempel är jetmotorn) innefattar en stor mängd fenomen som fångats in, tuktats, fogats samman, ”uppfostrats” och bringats att samverka. Det blir då, menar Arthur, naturligt att söka andra uttryck och metaforer än de som är naturliga för enkla basala komponenter (som skruvar och muttrar) eller fenomen (som gravitation, elektriska strömmar eller förbränning). Med en liten extratur in i systemteoretiskt språkbruk kan man se dem som ändamålsbestämda system (*purposeful systems*). En annan bild av en modern avancerad

teknik i arbete är att den representerar en *metabolism*: ett helt komplex av fenomen som samverkar, bildar kretslopp och näringskedjor, ”anropar” och ”konverserar” med varandra.

Ur detta grundläggande resonemang framträder en mycket allmängiltig bild av teknikens struktur. Varje teknik är en kombination av andra tekniker och ibland ett eller flera fenomen. Det ligger i sakens natur att nyare tekniker nästan alltid är mera komplexa än gamla. Men ibland har det varit möjligt att hitta ett fenomen som kan shunta bort en eller ett par generationer av teknik och skapa något nytt och enklare (som halvledar-revolutionen). Varje teknik är visserligen stigberoende (*path dependent*) men den berättar inte alltid hela historien om den process som ligger bakom den. Normalt ska man vänta sig att ju högre upp, och ju senare i tid, man söker desto komplexare är den teknik man finner – men inte heller detta är fullt generellt giltigt.

Teknisk utveckling

Resonemanget fram hit har varit i viss mån statiskt. Arthurs huvudproblem ”vad är teknik?” har inte i sig någon tidsdimension. Å andra sidan har vi redan sett att Brian Arthur inte kan formulera en teori för teknik utan att föra in starka element av ”hur det har blivit som det har blivit”. Det är också hans bestämda avsikt att använda en grundläggande begreppsapparat och teori för teknik till att också göra reda för hur tekniken utvecklas och förändras: underrubriken på *The Nature of Technology* är *What it is and how it evolves*. Medan Arthur är förhållandevis ensam i sin egensinniga ansträngning att attackera ”what it is” har å andra sidan frågan om teknisk utveckling blivit föremål för massor av forskning och många, delvis ganska självmedvetna, skolbildningar.

Brian Arthur har, i syfte att nå fram med det egna i sin teori, avsiktligt tonat ner den samhälleliga inbäddningen och mänskliga aktörer, men detta sker inte utifrån någon nedvärdering. Författaren brukar källor och material utifrån sitt självvalda projekt: att komma åt tekni-

kens natur. Han gör endast ett fåtal försök att teorimässigt anknyta till samhällsforskare som brytt sig om teknik och socio-tekniska system, med undantag av några ekonomer som Nathan Rosenberg och framför allt Joseph Schumpeter. Däremot utnyttjar han många undersökningar och forskningsresultat av samhällsforskare och historiker som är kända från forskningen kring socio-tekniska system. Något större plats får teknikhistoriker: Thomas P Hughes, Edwin Layton och några till. Avsikten med boken medför oundvikligen att människor och organisationer får en underordnad roll i framställningen: ”*People are required in every step of the processes that create technology. But I concentrate on the logic that drives these processes, not on the humans involved in them*.” Man kan jämföra med Joseph Schumpeter, den av de stora klassikerna som ligger Brian Arthur närmast. Hjältarna i Schumpeters framställning är entreprenörerna: människor som hittar nya kombinationer och kan förverkliga dem (Schumpeter 1912). Hjälterollen spelas hos Arthur av kombinationerna själva.

Det naturliga (?) urvalet

Vid varje tidpunkt och för varje aktuellt ändamål (*purpose*) står många kombinationer av känd teknik och nya fenomen till förfogande. Därför ställs givetvis frågan: hur sker *urvalet* av dem som skall komma till förverkligande?

Arthur väljer att diskutera likheten med Charles Darwins klassiska fråga. Denne började dock i andra änden. Med så många arter av växter och djur som finns, hur kommer det sig att de är olika och hur har de blivit det? Darwin leddes då att tänka på alla variationer som var möjliga mellan olika individer – ett annat slag av variation än den mellan ”arter”. Darwins grundtes är att den varelse som ”under livets komplexa och ibland varierande villkor, kommer att ha en bättre chans att överleva, [blir] därmed naturligt utvald”. I Darwins teori rör det sig om mycket långa tidsperioder och många generationer. Urvalets bakomliggande krafter förblir dolda och svårfångade. Hur modifika-

tioner och variationer uppkommer hos växter och djur beror på subtila mekanismer, och tar framför allt oerhört lång tid. Men i samband med teknikens utveckling är det mesta ganska direkt och transparent. Att varierade tekniska möjligheter uppstår i fabriker, laboratorier och samhälliga praktiker är lätt att se. ”Urvalet” görs också på relativt tydliga sätt. För tekniken gäller det hur väl och hur tydligt den kan svara mot det eller de ändamål som saken gäller. Parallellerna till darwinsk utvecklingsteori har alltså ett visst illustrationsvärde, men förklarar inte särskilt mycket.

6.9 Sammanfattande kommentarer

Sociotekniska system i systemteoretisk belysning
Hos Hughes noterade vi omedelbart en dubbel användning av begreppet system. Det som bildar avstamp är ett (tekniskt) system. Men efter en sund problemanalys och vetenskaplig omformulering framträder som forskningens egentliga objekt ett *socio-tekniskt system* (se figur 6:1). Detta skapar en del frågor – och ibland oklarheter.

Hughes och andra som arbetar i LTS-traditionen finner det då och då nödvändigt att tala om ett systems *tekniska kärna* (*technical core*). I många fall torde detta vara oproblematiskt, till exempel att elsystemet har en teknisk kärna som består av kraftverk, ledningar, transformatorstationer och så vidare. Det blir inte riktigt lika lätt eller naturligt att säga vad som är den tekniska kärnan i till exempel den portugisiska sjömakten (Law i *SCOT*) eller posten som stort tekniskt system.[23)] På likartat sätt kan man i litteraturen kring innovationssystem ofta urskilja en konkret teknisk kärna, medan analysen förs i vidare cirklar och begrepp kring denna.

[23)] Se Johansson (1996) och Bladh (1999).

För de andra subtraditioner/perspektiv som diskuteras ovan (social konstruktion, aktörsnätverk) är det knappast legitimt att söka urskilja något genuint tekniskt eller fysiskt, och ställa det i kontrast till det sociala. Konstruktivisterna (6.5) är obenägna att acceptera att det tekniska har bestämda ”tekniska” egenskaper: dessa är i allmänhet föremål för samhällelig förhandling eller diskussion. ANT:s företrädare (6.6) vill ogärna ge det tekniska någon särställning, och betonar i stället symmetrin mellan olika aktörer inom nätverket. Bestämningen av systemens komponenter sker alltså på olika sätt i de olika traditionerna.

Detsamma gäller den i all systemteori avgörande frågan om *systemgräns* och *omgivning*. Callon argumenterar i SCOT för att ANT inte är någon systemteori, eftersom den inte förutsätter någon skarp gräns mellan systemet och dess omgivning. Om man insisterar på att se på ”systemet” som *system* måste många influenser och förändringar beskrivas genom systemets växelverkan med omgivningen, menar Callon, vilket ställer stora metodiska krav och besvärliga teoretiska frågor. Genom att arbeta med begreppet ”nätverk” i stället slipper man undan detta.

Jag kan inte finna den argumenteringen helt övertygande. Problemet med omgivning och systemgräns torde finnas kvar. Det material som behandlats tidigare i den här boken ger goda argument för att sådana frågor oftast kan behandlas tillfredsställande utan att man förlyfter sig på att förhålla sig till en teoretiskt överordnad, allmän systemteori.

System mot teknik?

Det är lättare att hålla med Callon när han konstaterar att Hughes undviker eller går runt problemet genom en mycket pragmatisk syn på vad som konstituerar ”systemet” (grovt sett den tekniska kärnan plus den sociala organisation som har direkt befattning med och inflytande över den, se figur 6:1). Men är det rimligt, som Hughes tenderar att göra, att låta systemet definieras utifrån sin tekniska kärna? Borde man inte i stället gå till *funktionen*: att systemet definieras av

ett särskilt samhällsuppdrag, en viss typ av leverans till allmänheten, en funktion i utrikespolitiken eller liknande?[24] Problemet kan ställas som ”teknik” mot ”funktion”. Visserligen ser jag i denna bok valet av systemavgränsning som en i grunden praktisk/pragmatisk fråga, men det sätt på vilket man räknar in vissa komponenter och samband i systemet, och samtidigt hänvisar andra till dess omgivning, kan få långtgående genomslag i forskningen och vidsträckta praktiska konsekvenser i tillämpningar.

Här känner vi igen den argumentering som W Brian Arthur för om ”teknikens” väsen och natur. Han betonar att föremålen eller hårdvaran primärt ska relateras till ändamålet (*purpose*). Därefter ska man fråga efter de tekniker och fenomen som (systemiskt) har byggt upp den.

Med risk för att bli något svepande vill jag påstå att samhällsvetenskapliga forskare sällan med tillräcklig energi sätter sig in i ”det tekniska” i de system de studerar, eller etablerar en intellektuellt ambitiös dialog med tekniska experter/ingenjörer. Detta ska man i så fall inte moralisera över. Förklaringen kan delvis (som Arthur noterar) ligga i att den tekniska professionen är otålig och resultatinriktad. Den har lite till övers för det ”teoretiserande” och den vetenskapliga självförståelse som samhällsvetare älskar. Jag hoppas att sådana teorier som den Brian Arthur skisserat är tillräckligt realistiska för att väcka teknikernas intresse, samtidigt som de ger samhällsvetare och historiker instrument för att förstå tekniken på ett sätt som går att skarva ihop med andra systemteorier.

Finns verkligheten?

Alla de arbeten som berörts i detta kapitel delar en förståelse för att tekniken och de socio-tekniska systemen är i någon grad socialt *kon-*

[24] Vi såg i förra kapitlet (kap 5) hur, i en annan men näraliggande systemforskningstradition, nämligen Talcott Parssons inom sociologin, systemets funktion eller ändamål nästan självklart ställs i centrum.

struerade. Det är knappast kontroversiellt att påstå att det alltid finns en viss tolkningsflexibilitet: någon marginal för förhandling och överenskommelse om vad en teknisk artefakt ”är” finns det alltid. Men om tankegången pressas längre spricker denna konsensus och man kommer in på starkt kontroversiella och närmast vetenskapsfilosofiska frågor.

Den *Actor Network Theory* som i *SCOT* utvecklats av Callon och Law har tagit starka intryck av vetenskapssociologiska studier av framför allt Bruno Latour (Latour 1987, Latour & Woolgar 1979). I deras skrifter argumenteras för att även naturvetenskapliga resultat måste betraktas som i långa stycken socialt konstruerade: det ingås överenskommelser mellan tongivande forskare om vilka begrepp som är lämpliga och vad som är viktigt – även om vad som skall anses vara sant inom ett visst område. Detta resonemang har mycket riktigt väckt stor ilska inom naturvetenskapliga kretsar. De flesta naturvetare bygger sin självbild på att den vetenskapliga verksamheten innebär att objektivt finna en verklighet ”där ute” och att sanningen om den kan avslöjas av en skicklig forskare med tillgång till goda mätinstrument.[25)]

Uppenbart är det lättare för de flesta att acceptera att *teknik* är socialt konstruerad, i varje fall i den ganska måttfulla version som denna tes får hos Bijker eller Pinch, än att svälja den radikala konstruktivismen hos en Latour eller Woolgar, eller några av deras ännu extremare efterföljare.[26)] Teknik är ju faktiskt konstruerad av människor och människor har möjlighet att ändra på den. Ett gemensamt drag i *SCOT* och den besläktade litteraturen är att den markerar avstånd till *teknik-*

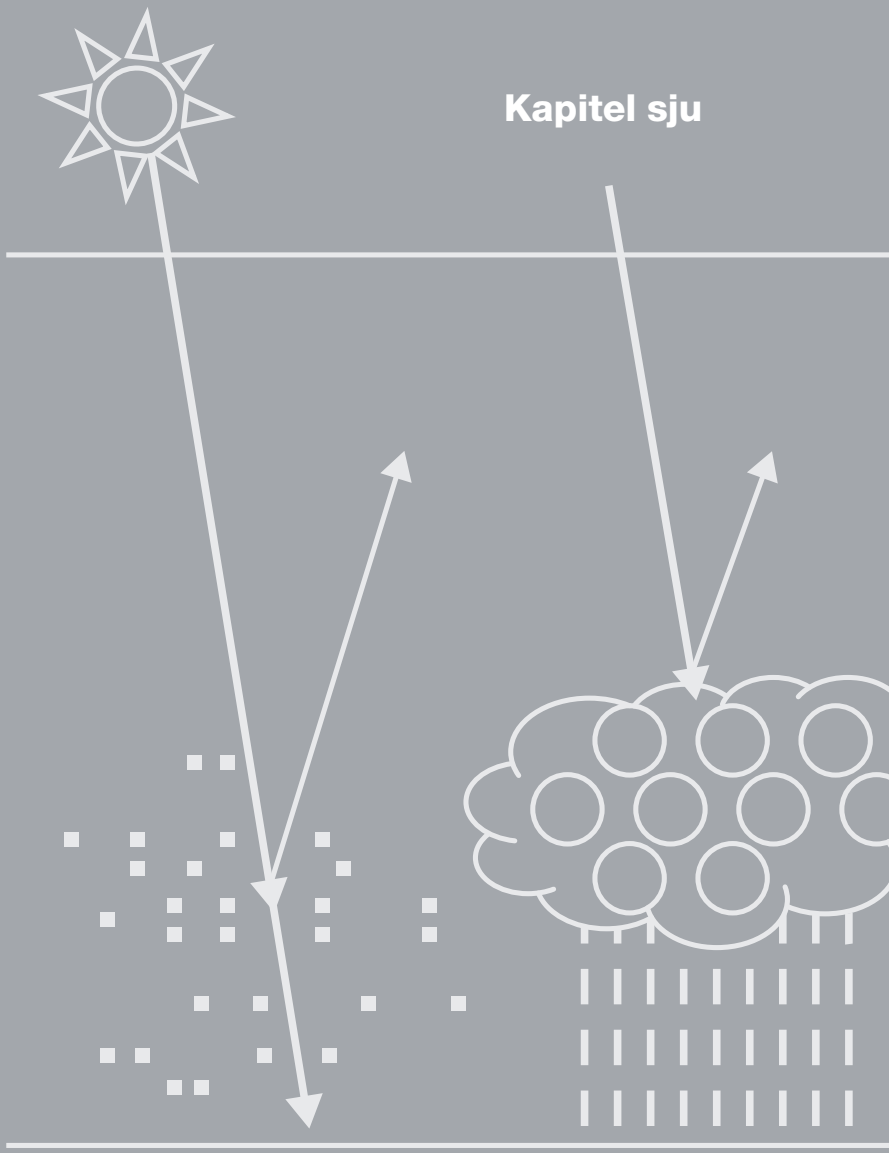
[25)] Detta har särskilt i USA utlöst häftiga debatter mellan naturvetare och sociologer. Mycket omtalad är en artikel av fysikern Alan D Sokal (*Social Text*, 1996:1) som fejkar en sociologisk analys av resultat inom den moderna fysiken. En sammanfattning på svenska av detta ”vetenskapskrig” har skrivits av Kjell Jonsson i tidskriften *Framtider* (Jonsson 1997).

[26)] En del av denna forskning inom vetenskapsstudier har sammanfattats inom en skolbildning med namnet Empirical Program of Relativism (EPOR), se SCOT sid 26 ff och en rad publikationer av H M Collins (t ex Collins ed 1982 och Collins & Pinch 1998).

determinism, alltså den syn där man redan i den teoretiska ansatsen förutsätter att tekniken obevekligt går en bestämd väg, oberörd av sociala och kulturella faktorer och ostyrbar av människor eller politik. Att detta synsätt förekommer och måste problematiseras utvecklas av bland annat Langdon Winner i boken *Autonomous Technology* (Winner 1977).[27)]

[27)] En analys på svenska av Göran Sundqvist (1999) reder på ett förtjänstfullt sätt ut många av de begrepp och distinktioner som görs särskilt inom nyare ANT-forskning. Bland annat tar han upp det av Grint och Woolgar (1997) lanserade begreppet teknicism, som är släkt, men inte identiskt, med teknikdeterminism.

Kapitel sju



Framtidsstudier och systemanalys

> *Ett viktigt och nödvändigt medel blir att vi själva studerar framtiden, för oss och vår omvärld, och gör det utifrån demokratiska målsättningar och med uttalade krav på internationell solidaritet. På så vis kan den lilla staten skapa opinion för andra möjliga alternativ om hur framtidens värld skall vara beskaffad.*
>
> STATSMINISTER OLOF PALME
> i anvisningar för arbetsgruppen för framtidsforskning, 1971

7.1 Framtidsstudier: kontinuitet och kontrovers

I sin omsorgsfullt dokumenterade studie över ”the systems approach in Sweden” drar Arne Kajiser och Joar Tiberg ut linjen från operationsanalys till systemanalys (vilkas släktskap utförligt diskuterats i kapitel 4) och sedan vidare till framtidsstudier (Kaijser & Tiberg 2000). Deras argument för att det går en rak linje från operationsanalys/systemanalys till framtidsstudier grupperas längs två linjer. Den första är att man kan se en metodisk släktskap från först operationsanalys, sedan systemanalys – så som de bedrevs bland annat inom FOA (Försvarets forskningsanstalt) och vissa industrier och samtidigt diskuterades inom professionella föreningar – över till de första framtidsstudier som bedrevs och publicerades i Sverige. Det gäller såväl de som utfördes inom det statliga *Sekretariatet för framtidsstudier* som andra, exempelvis inom Ingenjörsvetenskapsakademin och givetvis inom FOA själv. Den andra linjen rör personer. Flera (troligen en

majoritet) av dem som utgjorde den första generationen framtidsforskare i Sverige hade professionell erfarenhet av systemanalys – och hade dessutom i förbluffande hög grad varit knutna till operationsanalys, planeringsteori och systemanalys inom FOA under längre eller kortare tid.[1)]

Starten för framtidsstudier/framtidsforskning i Sverige kan dateras till slutet av 1960-talet. FOA:s verksamhet hade nått stabilitet och många metodiska erfarenheter av systemanalys och långsiktig planering hade vunnits – och lånats in, inte minst från USA. Kaijser och Tiberg noterar också att samhällsklimatet ändrade sig i början av 1970-talet: en självsäker och framtidsoptimistisk stämning efterträddes av en mer problematisk. Ekonomisk stagnation, olje- och kärnkraftskriser och inte minst växande oro för miljön, både nationellt och globalt, ändrade också förutsättningarna för framtidsstudierna.

Från slutet av 1960-talet kan också noteras konflikter kring framtidsstudiernas plats och roll i det svenska samhället. IVA tog ett initiativ och publicerade en utredning år 1968, med förhoppningen att själv bli huvudman för ett av staten finansierat institut (IVA 1969). Ungefär samtidigt publicerade en arbetsgrupp knuten till TCO en skrift som pläderade för statligt finansierade framtidsstudier, med huvudmotivet att det behövdes tydligare underlag för landets forskningspolitik (TCO 1970). Från politikerhåll hävdades att det demokratiska systemet (med regering och riksdag i huvudrollerna) hade ett behov av ”egna” framtidsstudier som grund för en mer genomtänkt, långsiktig politik.[2)]

[1)] Det gäller bland andra Mårten Lagergren, Peter Steen, Måns Lönnroth, Daniel Sundström, Leif Appelgren, Eskil Block, Brita Schwarz och Lars Ingelstam. Då har jag ändå inte nämnt dem som förblev inom de försvarsnära framtidsstudierna.

[2)] Sådana åsikter kom att aktualiseras i offentligheten av bland andra Alva Myrdal (S), Kerstin Anér (FP) och flera politiska tidskrifter, visserligen med något olika förtecken men samma grundtema: framtidsstudier och politik hör ihop.

Dessa kontroverser, som vid en återblick framstår som relativt beskedliga, var mera präglade av olika uppfattningar om politikens roll och den offentliga sektorns inflytande, och nästan inte alls av åsiktsskillnader i metodiska frågor. Forskarföreträdare kom att inta olika ståndpunkter men hade nästan utan undantag sin bakgrund i samma systemanalytiska tradition. För en fylligare diskussion av denna framtidsstudiernas födelseprocess hänvisas dels till Kaijser och Tiberg (2000) dels till den mycket utförliga redogörelsen av Björn Wittrock, som också bedrev deltagande forskning under åren 1974–1980 (Wittrock 1980).

Man kan nog hävda att den ”politiska” linjen segrade i och med att regeringen tog ett initiativ 1971 och tillsatte en arbetsgrupp för framtidsstudier under statsrådet Alva Myrdals ordförandeskap. Betänkandet *Att välja framtid* (Arbetsgruppen för framtidsforskning 1972) ledde till inrättandet av *Sekretariatet för framtidsstudier*, knutet till Statsrådsberedningen, i januari 1973.

Vad gäller Sverige kan man därför ge Kaijser och Tiberg rätt i att det går en rak linje från operationsanalys över systemanalys till framtidsstudier. Om man emellertid testar detta dels mot historien, dels mot den internationella utvecklingen inom området, blir mönstret i framtidsforskningens framväxt något mera brokigt. Systemforskningens huvudfåra är inte den enda grunden; även andra drag bör på grund av sin allmänna betydelse nämnas. Det sker i nästa avsnitt.

7.2 Framtidsstudier som alternativt tänkande

Inte bara systemanalys…

Den systemanalytiska tradition som i svenska sammanhang till synes oproblematiskt kan leda fram till framtidsforskning/framtidsstudier har internationellt ofta kommit att förknippas med stormaktsmilitära och storindustriella intressen, och alldeles särskilt USA:s militär-

makt och nordamerikanska stora företag.[3)] Det är därför inte förvånande att en framtidsforskning med sådana knytningar ifrågasattes utifrån politiska och ideologiska men även metodiska utgångspunkter. Som en särskilt framträdande och kontroversiell företrädare för denna ”etablissemangets” och USA-hegemonins framtidsforskning har ofta nämnts Hermann Kahn (se t ex Kahn & Wiener 1967). Med starkt fäste i Europa och bland europeiska intellektuella kom därför en framtidsforskning med andra förtecken att växa fram.

En särskild ställning i denna tradition har fransmannen Bertrand de Jouvenel. Hans skrifter har varit mycket inflytelserika i Europa, inte minst *L'art de la conjecture* (Jouvenel 1974) som är en historisk och filosofisk genomgång av framtidsforskningens möjligheter och problem. De Jouvenels nyckelbegrepp är *futuribles*, en sammanställning av *future* och *possible*: som avser att betona framtidens möjligheter.

Parallellt med den systemanalytiska huvudfåran har sålunda fristående, ibland kallade *alternativa*, framtidsstudier vuxit fram, inte sällan starkt kritiska mot etablerade utvecklingsriktningar inom näringsliv och politik. De har starkt betonat humanistiska värden, och under senare decennier även lokal och global miljö. De studier som fått störst genomslag är utan tvekan *Tillväxtens gränser* (*The Limits to Growth*, Meadows et al 1972) som diskuterades i avsnitt 3.3 och de internationella klimatstudierna, som återkommer i slutet av detta kapitel.

Det har även vuxit fram en tradition av *kritisk* framtidsforskning, vars främsta syfte är att från avvikande utgångspunkter analysera existerande framtidsföreställningar och framtidsbilder. Här kan urskiljas tidigt tongivande författare som Fred Polak (1955) och den

---

[3)] I Olof Palmes uppdrag till Arbetsgruppen för framtidsforskning återfinns flera erkännanden av detta: ”… de klara risker det innebär om framtidsforskningen blir något av ett okontrollerat monopol för ett fåtal speciellt mäktiga intressegrupper” (Arbetsgruppen för framtidsforskning 1972).

österrikiske författaren och forskaren Robert Jungk (1953, 1990). En annan viktig och tidig bidragsgivare till denna tradition är den nordamerikanske nationalekonomen Kenneth Boulding (som vi träffat på redan i kapitel 2), inom framtidsstudierna i nära samarbete med sin hustru sociologen och fredforskaren Elise Boulding samt Fred Polak (Boulding E 1986, Boulding & Boulding 1995).[4)]

En lång tradition

Som nämnts kan framtidsstudierna i modern mening härledas tillbaka till 1960-talet, eller möjligen något decennium tidigare. Från denna tidpunkt utvecklas en tradition för systemvetenskaplig – i vid mening – behandling av framtida förhållanden och av framtidsbilder.

Men systematiska och intellektuellt ambitiösa studier av framtiden har naturligtvis funnits mycket längre. Det finns berömda framtidsskildringar i litteraturen, av vilka Thomas Mores *Utopia* (1516) (om landet som är ingenstans) är ett av de viktigaste exemplen. Under 1800-talet framträdde flera *utopister* som formulerade framtidsvisioner för det då framväxande industrisamhället. Några av dem, till exempel Charles Fouriers eller Robert Owens noggrant utarbetade planer för samhällen och hur livet borde levas i dem kan (nästan utan ironi) klassificeras som systemanalyser med bred och normativ inriktning.

Varnande och hotande framtidsskildringar (ibland kallade dystopier) har inte heller saknats, exempelvis Thomas Hobbes *Leviathan* (1651) som starkt betonar människans egoistiska och onda drag. En lärd och personlig genomlysning av ”framtidsstudier före framtidsstudierna” får man i Tore Frängsmyrs idéhistoriska bok *Framsteg eller förfall* (Frängsmyr 1980). Han visar där hur olika framtidsbil-

[4)] Kenneth och Elise Boulding översatte bland annat gemensamt Fred Polaks bok *The Image of the Future* (1955) från holländska till engelska (1973) och bidrog därmed till att göra den till en av framtidsforskningens grundböcker.

der och utopier har vuxit fram ur politiska, ekonomiska, religiösa och vetenskapliga föreställningar, och vilken funktion de hade i sin tids samhälle. Frängsmyr använder förhållandet till naturen som bärande tema i sin analys. Som titeln antyder kan Frängsmyr urskilja två huvudsakliga kategorier av framtidsskildringar: de som tecknar allt ljusare och bättre förhållanden och de som tvärtom förutser nöd, olyckor och sammanbrott.

7.3 Framtidsstudier, samhällsförändring och politik

Dagens framtidsstudier visar sällan den djärvhet i ansatsen eller tar så visionära grepp som utopisterna eller de andra framtidstänkare som Frängsmyr behandlar i sin bok. I jämförelse ter sig en del av produkterna från framtidsbranschen i dag som begränsade och ibland torftiga. Å andra sidan hamnar de sällan i renodlingar som ”framsteg” eller ”förfall”, till stor del beroende på att moderna studier oftast systematiskt arbetar med alternativ. Genom dem har, särskilt under 1970-talet, samhällsdebatten och det offentliga livet tillförts perspektiv som annars inte skulle uppmärksammats.

En aspekt som upprepade gånger har framhållits är att framtidsstudier kunnat utgöra en brygga mellan alternativrörelser av olika slag och det etablerade utredningsväsendet och politiken. Allmänt sett har de gett beslutsfattare och allmänhet ett mer långsiktigt underlag än dessa normalt har tillgång till. I god svensk tradition har framtidsstudier som ”alternativ politik” och den (i mångas ögon hårdkoktare) systemanalytiska traditionen kunnat förenas i samförstånd och demokratisk anda (se citatet från Olof Palme som inleder kapitlet).

Kaijser och Tiberg karaktäriserar situationen under mitten av 1970-talet på följande sätt:

> *”The mid 1970:s marks the high-water mark of the systems approach in Sweden. Future studies were carried out at a Secretariat placed in the Prime Ministers Office. The studies were largely conducted by people fostered in the systems approach tradition, and some of them had considerable political impact.”*
>
> KAIJSER & TIBERG, 2000 (sid 405)

Framtidsstudier har uppträtt med varierade förtecken och utförts inom en rad olika områden. Bland ämnen som tidigt (under perioden 1972–1982) bearbetades i Sverige var industrins framtid, resurser och råvaror, energi, internationell politik, arbetslivet samt hälsa och omsorg.

Organisatoriskt och statusmässigt har framtidsstudierna skjutits något i bakgrunden från början av 1980-talet. Kaijser och Tiberg ser detta som del av en bredare trend: ”the systems approach community has dispersed and lost its identity”, ett påstående som jag finner en smula oförsiktigt med tanke på den utveckling som ändå ägt rum under decennierna därefter (se även kapitel 4).

Efter behandling i en statlig utredning om forskningspolitik (Forskningsrådsutredningen 1977) beslöt regeringen (mot utredningens rekommendation!) att Sekretariatet för framtidsstudier, som hade funnits sedan 1973, från 1980 skulle knytas till den då nyinrättade Forskningsrådsnämnden (FRN). Det betydde att man förlorade – den visserligen då och då svårhanterliga – positionen i skärningen mellan regeringskansli, utredningsväsende, riksdagspartier och ”forskarsamhälle” (se Wittrock 1980).

Efter ännu en utredning (Framtidsstudiekommittén 1986) ombildades Sekretariatet 1988 till *Institutet för framtidsstudier*, i form av en statlig stiftelse med direktfinansiering från regeringen (Statsrådsberedningen). Karaktären av självständigt forskningsinstitut har dock närmast förstärkts. Det har förekommit relativt få direkta arbetskon-

takter med regering och riksdag, medan verksamheten har expanderat med stöd av forskningsanslag från råd och fonder.[5)]

Trots denna ”avpolitisering” har framtidsstudier med starka inslag av såväl systemanalytisk metodik som politisk relevans även fortsättningsvis producerats i Sverige. De har spänt över många områden: folkrörelser, bioteknik, kommunerna och under en senare period bland annat befolkningsfrågor och välfärdsutveckling.

Men politikens behov av samverkan tycks finnas kvar.[6)] På det politiska planet har två uppmärksammade utredningar under senare tid väckt frågan om det politiska beslutsfattandets långsiktighet. Både Ansvarskommittén (*Hållbar samhällsorganisation med utvecklingskraft*, 2007) och Globaliseringsrådet (*Bortom krisen. Om ett framgångsrikt Sverige i den nya globala ekonomin*, 2009) har med eftertryck påpekat att det finns behov att på den politiska nivån – statsministern, regeringen, kanslihuset, riksdagen, partierna – öka inflödet av långsiktiga tankar och underlag och att stärka beredskapen vad gäller framtida möjligheter och hot. Det är lätt att hålla med. Återigen befästs en – nygammal – insikt: politiken har behov av långsiktighet.[7)]

Det finns alltså vissa kontinuitetsbrott i uppmärksamheten på ”framtid och politik”. Parallellt därmed kan man konstatera att meto-

---

[5)] Inriktningen har i ganska hög grad präglats av föreståndarens (VD:ns) vetenskapliga inriktning: regionalekonomen Åke E Andersson (1988–1998), ekonomhistorikern Lena Sommestad (befolkningsfrågor) (1998–2002) och välfärdsforskaren (sociologi, statskunskap) Joakim Palme (2002-).

[6)] Behovet av framtidstänkande för regeringen har också lett till andra lösningar. Efter regeringsskiftet 1982 blev Ingvar Carlsson vice statsminister och framtidsminister. Han tillkallade en mindre grupp socialdemokratiska intellektuella (bl a Måns Lönnroth, Anders Isaksson och Sten Johansson) som bildade ett internt sekretariat, knutet till Statsrådsberedningen. Mandatet var emellertid just internt och det finns inte mycket dokumenterat om deras verksamhet och inflytande.

[7)] Jag förvånar mig över att ingen av dessa utredningar tycks medvetna om 1970-talets diskussion och utvecklingen därefter. Ingen av dem har heller noterat att det faktiskt finns ett Institut för framtidsstudier!

dikutveckling och kunskapsvård inom framtidsstudier inte heller är något särskilt starkt eller stabilt fält. Institutet för framtidsstudier har viss bevakning av området. Några doktorsavhandlingar behandlar särskilda aspekter av framtidsstudier. Ann-Marie Laginder undersöker hur framtidsbilder ”finns” i offentligt utredande; mestadels utan att man uttryckligen åberopar framtidsstudier (Laginder 1989). Hur stora organisationer knyter ihop sin långsiktiga planering med framtidsstudier har studerats av Kent Ehliasson (2005).

Vid forskargruppen för miljöstrategiska studier (*fms*, numera knuten till KTH) har man i nästan alla sina arbeten hållit fast vid begreppet *back-casting*. Angreppssättet kontrasterar starkt mot den av tradition vanligaste metoden för framtidsstudier: prognoser eller *forecasting*. Att ”skriva fram” dagens utveckling har, i huvudsak med rätta, kritiserats hårt (se även nedan; början av 7.4). Den bärande idén med back-casting är att man formulerar ett (önskat) framtida tillstånd, till exempel ett samhälle med ett långsiktigt bärkraftigt transportsystem. Från detta tillstånd arbetar man sedan baklänges och söker klarlägga vilka åtgärder och förändringar som är nödvändiga för att man från dagens tillstånd skall nå till den formulerade framtiden. (För vidare diskussion av back-casting, se Dreborg 1996, Höjer 2000, Höjer & Mattsson 2000, Robinson 1982, 1990, Åkerman 2011).[8)]

Ett annat sätt att vidga en studie från snäva prognoser och trendutdragande forecasting är att arbeta med *alternativa scenarier*. Sådana kan byggas upp på olika sätt (vilket framgår på flera ställen i detta kapitel) men har alla det gemensamt att ett litet antal olika utvecklingar beskrivs parallellt, och på ett sådant sätt att de blir jämförbara. Vanligen kräver man också att ett scenario skall vara ”brett” i sin

[8)] Metodiken har stark släktskap med den som har utvecklats av fredsforskaren och sociologen Elise Boulding, som ofta kallas ”imaging”. Bouldings ursprungliga avsikt var att med framtidsfantasins hjälp belysa hur man kunde komma fram till ett samhälle utan vapen och militärt våld (”Imaging a world without weapons ”) (E Boulding 1986).

beskrivning, men detta krav kan tolkas ganska olika. (En helt konsekvent *back-casting*-studie torde dock inte ha något behov av alternativa scenarier, i varje fall inte vad gäller olika möjliga sluttillstånd.) Andra framtidsstudier kan låta scenarierna bestämmas av olika var för sig sannolika utvecklingar. Man kan också låta dem styras av skilda värderingar eller olika antaganden om den framtida samhällsstrukturen.[9] [10]

Ytterligare ett viktigt spår i framtidsstudietraditionen bör nämnas. Det gäller det från Storbritannien inlånade begreppet foresight, som på svenska fått heta *framsyn* och särskilt förvaltats och använts av Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademin, IVA. Denna arbetsform präglas av två ambitioner. Den ena är att bringa många olika kompetenser tillsammans (ofta i ett antal ”paneler”) för att i ett brett rådslag belysa vilka framtida möjligheter och hot som kan finnas inom ett visst område. Den andra är att man inte drar sig för att ställa förväntningar från början på vad man vill åstadkomma. Efter ett antal genomförda framsyner (inte minst kring tekniska frågor) kan man urskilja att en viss system-metodik vuxit fram (som i och för sig inte brukar beskrivas särskilt distinkt). Metodiken ska användas för att samordna panelernas resultat och fokusera det hela till tydliga framtidsbilder och rekommendationer (se vidare Westholm 2001).

I Sverige har en serie framsyner genomförts i IVA:s regi. Den första och i någon mening mest ambitiösa hette *Teknisk framsyn* (2000) och genomfördes under åren 1998–2000. Ett hundratal experter representerande olika teknikområden, med inslag även av icke-tekniker, samverkade i ett antal paneler. Det hela sammanfattades i rekommendationer gällande såväl samhällsstruktur (som regional specialisering

[9] Sol eller Uran (Lönnroth m fl 1978) kan ses som exempel på det senare.

[10] Kent Ehliasson redovisar i sin avhandling en betraktelse över ”Framtidsstudiernas arkitektur” (Ehliasson 2005, sid 60 ff).

och bättre företagsklimat) som teknik (man pekar ut 11 mångvetenskapliga teknikområden). Liksom IVA:s andra projekt och framsyner gavs den en relativt omfattande publicitet och spridning. En viss kritik, bland annat om metodisk oklarhet, riktades mot genomförandet, vilket bland annat torde ha medverkat till att IVA några år senare genomförde en uppföljande studie (”Teknisk framsyn 2”) i samarbete med Institutet för framtidsstudier.

Senare har ett antal framsyner genomförts, till exempel:

- Internetframsyn,
- Framsyn för krisberedskap,
- Energiframsyn (som jag återkommer till nedan).

Andra studier inom IVA har, utan att uttryckligen benämnas framsyn, anslutit till detta arbetssätt, som ursprungligen är inlånat från det brittiska Handels- och industridepartementet. På det sättet har de genom IVA kommit at bilda ett särskilt spår i den svenska framtidsstudieverksamheten. Jag redovisar inga referenser här, eftersom dokumentation och en uppsättning rapporter går att hitta på IVA:s hemsida www.iva.se/Verksamhet/Avslutade-projekt/.

7.4 Framtidsstudier, energi och klimat

Energi – ett ”naturligt” framtidsstudieområde
Energiområdet har egentligen alltid varit föremål för framtidsstudier. Långt innan begreppet framtidsstudier/framtidsforskning var uppfunnet gjordes regelbundet prognoser över kommande energibehov, särskilt vad gällde elektricitet. Energi och energiframtidsstudier uppvisar också en intressant variation vad gäller syften och metoder, som gör dem lärorika för systemanalys och framtidsstudier även inom

andra områden. Jag begränsar mig därför i resten av detta kapitel till energiframtidsstudier och studier med nära anknytning till energi.

Intresset för energiframtidsstudier har blossat upp på nytt under senare år. En viktig delförklaring till detta är den långsiktiga klimatpåverkan som åtföljer flera former av energiomsättning. Därför är en framförhållning på flera decennier nödvändig – enligt vissa bedömningar ända fram till nästa sekelskifte. Men även utan detta viktiga motiv kan man hävda att man inom energiområdet, på grund av de långa ledtiderna i systemen för produktion, distribution och konsumtion, även för dagens beslut är starkt beroende av systematiska bedömningar av förhållanden som ligger långt fram i tiden.

Från prognos till alternativa framtider

Inom energisektorn har prognoser för bland annat behovet av (eller efterfrågan på) elektricitet använts under lång tid. Steget från prognos till framtidsstudie förtjänar en kommentar. Även i detta avseende är energisektorn en god illustration till generella drag inom framtidsstudieområdet.

En *prognos* (från grekiskans pro´gnōsis ’förutvetande’) betecknar allmänt en framtidsbedömning i form av en förutsägelse om kommande utveckling. Som allmän statistisk term är prognos eller framskrivning en bestämning av värdet på en statistisk storhet vid någon framtida tidpunkt. Det finns olika metoder för att göra prognoser med hjälp av tillgängliga data. Vanliga är regressionsmodeller, i det enklaste fallet en framdragning (extrapolation) av en observerad linjär trend. Ett ytterligare steg är att utnyttja flera påverkande variabler och göra en sammanvägning av deras inflytande.[11)]

Förhållandet mellan prognoser och framtidsstudier (i den nutida

[11)] Efter Nationalencyklopedin, nätupplagan, augusti 2011.

form som detta kapitel handlar om) kan sammanfattas i tre punkter, varav två är beskrivande och en polemisk:

- Prognoser är inom många områden (inklusive energi) historiskt och metodiskt *föregångare* till framtidsstudier.

- Prognoser i klassisk mening utgör byggbitar och bildar *del av underlaget* för de allra flesta framtidsstudier.

- Mycken *kritik* har riktats mot prognoser: för att vara endimensionella eller metodiskt underutvecklade (”de långa linjalernas metod”), att befästa utvecklingar som borde ifrågasättas och för att ge en bedräglig känsla av säkerhet om hur framtiden kommer att bli. En del av det positiva intresset för framtidsstudier är baserad i sådan kritik. Prognoser är otillräckliga: något mer måste till.

Angående den sista punkten har alla som engagerat sig i framtidsstudier många gånger varit tvungna att förklara: ”nej det är inte prognoser vi sysslar med, framtidsstudier har ett annat syfte och arbetar med andra metoder och principer”.

Den följande genomgången av energiframtider har ett dubbelt syfte. För det första vill jag visa upp några viktiga typer av framtidsbedömningar från de senaste decennierna, berätta något om vad de faktiskt säger och diskutera hur trovärdigt deras budskap är. För det andra vill jag visa hur skilda angreppssätt eller tankefigurer kan styra framtidsbilder, scenarier och prognoser åt olika håll.

Begreppet tankefigur lanseras av socialpsykologen Johan Asplund i boken *Teorier om framtiden* (Asplund 1979). I den finner man ett antal kritiska och underhållande betraktelser över framtidsforskningslandskapet (som det tedde sig i slutet av 1970-talet). En tankefigur betecknar en grundläggande föreställning om verkligheten: den utgör en grund på vilken vi bygger tankegångar och baserar vår dis-

kussion. Asplund ger som exempel på tankefigurer ”barndom”, ”individ”, ”katastrof”. Om dessa tankefigurer inte funnes, menar Asplund, skulle viktiga delar av samhällsdebatten – och alldeles särskilt framtidsforskningen – framstå som obegripliga. Även den som bekämpar en viss tankefigur är beroende av den.

I det följande kommer vi att urskilja flera olika tankefigurer. Det syns ganska tydligt hur de i varje tid mest aktuella problemen färgar framtiden: inte bara resultaten av studier utan själva sättet att problematisera den. Vi ser tankefiguren ”tillförsel” som dominerar historiskt. ”Hushållning” och ”energibalans” är senare tankefigurer, och under de senaste 15–20 åren kommer ”hållbar utveckling” att framträda som en egen tankefigur. Det är inte onaturligt om tidsandan, ibland också kortsiktighet och opportunism, i någon grad blåses upp och legitimeras i framtidsstudiet.

Men det kan också finnas en eftersläpning: tankefigurer och metodik som passade ihop med en situation som inte längre är aktuell, kan ofta styra uppläggning och resultat mera än författare och avnämare är medvetna om.

Framtidsstudiets yttersta motiv är dock att frigöra från sådant, och ge underlag för rationella ställningstaganden (se kapitel 4). Deras särskilda bidrag är att visa att det finns ett val mellan olika rationaliteter på längre sikt. Att frilägga olika tankefigurer och visa på skillnaden mellan dem är en del av detta arbete.

Tillförsel, användning och energibalans

Tillförselstudier har varit och är fortfarande den dominerande formen av framtidsbedömningar inom energisektorn. Den enklaste och vanligaste varianten är vad som kan kallas för tillförselprognoser, eller rättvisare uttryckt *energibalansprognoser* utarbetade till stöd för utbyggnad eller annan förändring av tillförseln. De är oftast uppbyggda med data från såväl tillförsel- som åtgångssidan, men har stark tyngdpunkt på tillförselns problem. Det är där som ”åtgärder”

ska sättas in. Tankefiguren här är alltså: energibalans genom anpassning av tillförseln. Åtgångssidan tas i stort sett för given. Inom denna kategori är det *prognoser* som dominerar bilden, men utvecklingen går även här mot mer utvecklade framtidsstudier.

Prognoser med tidshorisonter upp till 20 år eller mera har alltså gjorts länge, särskilt till stöd för elförsörjningen. Men med 1970-talets uppbrott från det relativa energipolitiska lugnet kom också avgränsningen mellan energislag och energibärare att ifrågasättas. Att göra oljeprognoser för sig, elprognoser för sig och så vidare svarade inte längre mot problembilden: det var *hela* energiförsörjningen som borde studeras. Det blev läge för totala energiprognoser för Sverige. Några av dem som var aktuella vid 1970-talets mitt redovisas i följande figur:

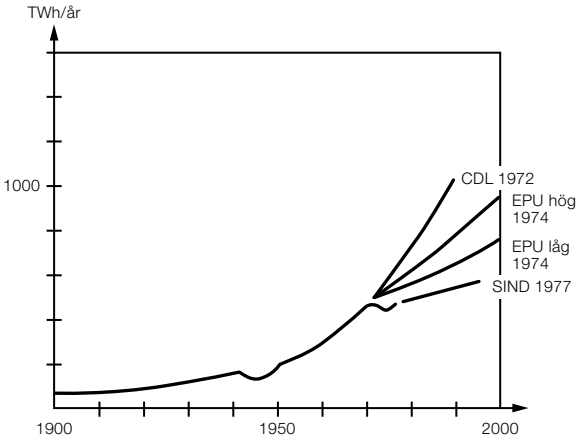


Diagram 1: Energianvändningen i Sverige åren 1900–1975 samt några prognoser åren 1975–2000.

Figur 7:1 Prognoser över energianvändningen i Sverige.

I princip byggs sådana prognoser upp med hjälp av totala eller sektoriellt nedbrutna modeller för ekonomin; indirekt finns alltså en koppling till ekonomisk aktivitet och därmed till användning. Det redovisas nästan alltid en energimix och dess utveckling över tiden. I några studier byggs denna mix upp genom analys av olika former av användning, i andra låter man modellen välja energislag genom en modell där lägsta pris blir den utslagsgivande variabeln. Den senare metoden har

blivit allt vanligare och här har modellen MARKAL, numera TIMES (se avsnitt 4.7) kommit till användning (se t ex Lako m fl 1998).

Fram till tidigt 1970-tal ansågs allmänt att det fanns närmast lagbundna samband mellan ekonomisk tillväxttakt (BNP) och tillväxt i energikonsumtionen. (Den senare kunde uppskattas till 1,4 gånger den förra, i procent räknat.) Under den tid som 70-talsprognoserna omfattade bröts detta antagna samband, vilket i fackkretsar betecknas med ordet *de-coupling*. Bland de prognoser som visade bäst träffsäkerhet över en tolvårsperiod (i varje fall i totalsiffrorna), var miljörörelsens alternativa energiplan MALTE, publicerad 1978 (Wijkman m fl 1992, sid 50).

Som framgår av figur 7:1 ligger en del av prognoserna, till exempel ”CDL” och ”EPU hög”, mycket över vad som blev den faktiska utvecklingen. En del tvivel inför dem uppstod när man granskade några av ”mellanräkningarna”. Vad skulle det till exempel betyda, som antogs i ”EPU” hög, att kemisk industri skulle växa med en faktor 4–6 i fysisk volym under en 25-årsperiod? Detta sätter stora frågetecken inte bara kring miljöproblem, utan också kring livsstilar, investeringsutrymme och internationell konkurrens.

Det är alltså lätt att vara efterklok. Fram till 1970 fanns det visst fog för påståendet att prognoserna alltid överträffats. Detta framstår i dag som omotiverat. Men lika felaktigt skulle det vara att påstå att alla prognoser är överskattningar. De metodiska frågorna kring långsiktiga prognoser/förutsägelser har sannerligen inte blivit lättare och förutsättningarna är omstridda. I nästa delavsnitt görs en internationell utblick, som eftertryckligt illustrerar detta dilemma.

Globala tillförselscenarier

I den inflytelserika rapporten till FN, *Vår gemensamma framtid* (Brundtland 1987), gör projektgruppen inga egna bedömningar av det globala energibehovet. Däremot refererar man existerande studier och prognoser av globala behov. Den spännvidd man då finner mellan olika – var för sig någorlunda seriösa – bedömningar av den globala

energiförbrukningen år 2025 är i sanning hisnande.[12] Från dagens nivå på ungefär 10 TW (jag använder här, liksom flera av de inflytelserika studierna, enheten TW: alltså TWår/år vilket motsvarar 8760 TWh/år) får man bedömningar som varierar mellan 5 TW och 63 TW, år 2025. Med förutsedd befolkningsökning och om man antar samma *per capita*-förbrukning som i dag blir resultatet 14 TW. Om man däremot tänker sig en *per capita*-förbrukning på dagens industriländers nivå hamnar man i 55 TW år 2025. I samtliga globala prognoser kommer den dominerande osäkerheten från bedömningen av hur mycket dagens u-länder och det tidigare östblocket kommer att förbruka; bedömningarna av Europa, USA och Japan är förhållandevis mycket säkrare men även där varierar framtidsbedömningarna kraftigt.

I olika fora, bland annat Systemanalysinstitutet IIASA (se 4.5), World Energy Council (WEC) och International Energy Agency (IEA), har arbetet med globala energistudier fortsatt. Från 1990-talet har den globala miljön, särskilt koldioxid, CO_2, tagits in i modellerna och kommit att spela en allt större roll (se nedan, avsnitt 7.5). Samtidigt har man då tvingats att studera i ännu längre tidsperspektiv: många globala studier sträcker sig ända till 2100.

I samtliga fall kommer de dramatiska ökningarna i global förbrukning att falla på utvecklingsländer och stora länder i potentiellt stark ekonomisk tillväxt (Kina, Indien…). Enligt flera studier stabiliseras energikonsumtionen för industriländerna och börjar vända ner: på grund av klimatmotiverade omställningar samtidigt med måttlig ekonomisk tillväxt och betydande effektivitetsförbättringar, med mins-

[12] Det är särskilt två studier, och därmed två olika tankefigurer, som mest påverkat att rapportens siffror spretar så mycket. Den ena är IIASA:s studie, ledd av Wolf Häfele och nämnd i avsnitt 4.5 ovan, som står för en framskrivning och höga förbrukningsnivåer. Den andra kommer från den svenska energiforskaren Thomas B Johansson tillsammans med hans brasilianske kollega José Goldemberg (Goldemberg m fl 1985). Denna präglas av att den industrialiserade världen har utmärkta möjligheter att skära ner sin förbrukning och överlåta de mest lättillgängliga energikällorna (läs: olja) till fattigare länder som behöver utvecklas.

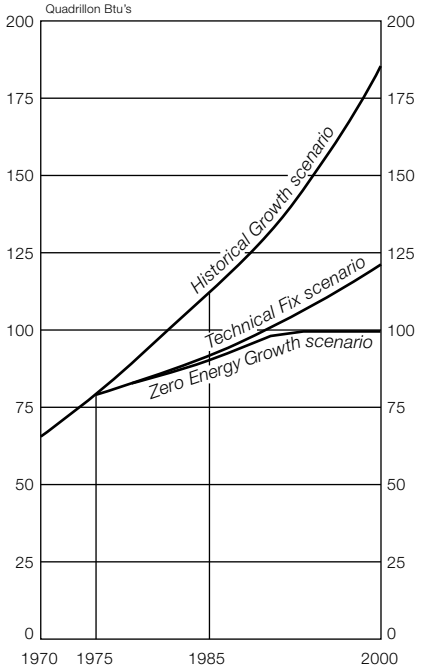
kande energiintensitet som följd. För vår del av världen ska vi alltså, i varje fall enligt de ”måttfulla” alternativen, se fram mot en konstant eller minskande efterfrågan på primärenergi.

Utifrån detta kunde man kanske tycka att energifrågan som samhällsdilemma borde kunna avföras, eller avsevärt avdramatiseras, i synnerhet vad gäller industrivärlden. Volymerna i tillförseln ökar ju inte längre dramatiskt. Att detta är en något förhastad slutsats framgår när vi går vidare till framtidsstudier som ställer miljön, särskilt CO_2, som det *centrala* problemet. Systemsambanden är nämligen sådana att konsumtion/omsättning av energi sker lokalt, men att utsläppen av CO_2 ungefär likformigt påverkar hela det globala systemet, oavsett var de sker. Detta resonemang återupptas nedan i avsnitt 7.5.

Ett vägval

Nu återvänder jag ett tag till 1970-talet, som innebar en högkonjunktur för intressanta framtidsstudier inom energiområdet, men också andra områden. En intensiv debatt hade utlösts både av kärnkraftsfrågan och av den ”första oljekrisen” 1973. Debatten hade mycket klart polariserats, och polerna kunde i stort sett förknippas med *tillförselnivåer*. *Högenergisamhället* upplevdes av många som sinnebilden för slöseri, materialism, teknokrati, miljöförstöring och kortsiktighet, medan *lågenergisamhället* representerade framtidsansvar, gemenskap, anpassad teknik, omsorg om naturen och det goda livet. För många andra var det tvärt om: lågenergidrömmen såg för dem ut att leda tillbaka till backstugorna och vägglössen, farväl till levnadsstandard, mobilitet och välfärd, raserande av konkurrenskraft och framtidstro. Polariseringen var tydlig och känslostark, och förutsättningarna för dialog inte de bästa.

I 1970-talets början kom en studie som för många hjälpte till att staga upp debatten. Det var en tillförselinriktad studie från USA, beställd och betald av Ford-stiftelsen (Freeman m fl 1974). Dess grundläggande tankegång kan utläsas av det här diagrammet:



Figur 7:2 Tre energiframtider (från Freeman & al 1974).

Det tre alternativen representerar en ny öppning i fråga om tillförselnivåns betydelse och gör det tydligt vilken nytta man kan ha av att tänka i ett *fåtal distinkta alternativ.* Ytterligheterna representerades av dels trendscenariet HG, historisk tillväxttakt (i energi), dels det drastiska bromsscenariet ZEG, nolltillväxt i energi. ZEG innebär inte någon nolltillväxt i ekonomi/BNP men förutsatte ändå betydande förändringar i konsumtionsmönster, livsstil och beteende, i förhållande

till HG. Intressantast för den fortsatta debatten och forskningen var att man utarbetade ett relativt detaljerat mellanscenario som fick heta TF, ”technical fix”. Innebörden i detta var att man ”räknade hem” sådana förändringar i energibehovet som kunde åstadkommas genom smartare teknik i produktion, distribution och användning: däremot tänkte man sig inga förändringar i ekonomisk aktivitet eller människornas livsstilar i förhållande till trenden. Där gällde fortfarande liksom i HG längre körsträckor med bil, ökande uppvärmd eller kyld bostadsyta och allt flera eldrivna hushållsapparater. Men allt tänktes ha anpassats med bästa möjliga teknik.

Projektet Energi och samhälle

Fordstudien är i grunden en tillförselstudie, men ställer samtidigt tillförseltänkandet under debatt. När en forskargrupp inom Sekretariatet för framtidsstudier vid 1970-talets mitt skulle lösa sin uppgift att teckna svenska energiframtider, låg det nära till hands att skapa någon variant av hög- och lågenergialternativen (med hänsyn till den allmänna debatten och med inspiration från Ford-studien).

Forskarna gick dock ett steg längre och bröt sig loss från denna, som det då kunde synas, självklara tanke. I stället valdes *energisystemets struktur* som huvudproblem. I studien beskrevs kontrasten mellan ett stormaskigt och ett småmaskigt energisystem i det framtida Sverige och man använde denna kontrast som styrande idé. Tankefiguren hade alltså med systemets uppbyggnad och struktur att göra, inte med nivå och eller energislag i första hand. Att man valde den säljande titeln *Sol eller Uran* (Lönnroth m fl 1978) kom dock att i någon mån skymma det intellektuella grundmönstret. Ett annat sätt att beskriva skillnaden mot tidigare studier var att man som grund för analysen valde en samhällsvetenskaplig problemställning, snarare än en naturvetenskaplig eller teknisk.

De avgörande skillnaderna mellan de två alternativen framgår av följande tabell (ur Lönnroth m fl 1978 sid 148):

	Uran-Sverige	Sol-Sverige
Kapital-marknaden	Stora kapitalmängder skall fördelas på ett litet antal (en enda?) mottagare.	Stora kapitalmängder skall fördelas på ett mycket stort antal mottagare (hushåll, fastighetsägare, kommuner, företag).
Anläggnings-verksamheten	Litet antal stora byggarbetsplatser. Kringflyttande specialister.	Mycket stort antal mindre arbetsplatser. Krav på att folk kan olika sysslor.
Ansvars-fördelningen central/lokalt	Kommunala vetorätten måste förmodligen upphävas för energisektorns komponenter. Förstärkt centralmakt visavi lokala organ.	Vissa rättigheter och friheter som enskilda hushåll nu har måste förmodligen överföras till kommunala organ. Stärker lokala organ visavi enskilda hushåll osv.
Ansvars-fördelningen offentligt/ privat	Sammanvävda intressen förvaltning/ storföretag.	Sammanvävda intressen kommunala organ, bostadsområden, lokala arbetsplatser.
Professionella grupper	Stort behov av högt kvalificerade specialister. Teknokratisk elit.	Stort behov av brett utbildade personer med förmåga att anpassa lokala energikällor till lokala förhållanden.
Centrala elsystemet	Dominerar sin omgivning/miljö	Dominerat av sin miljö. Fungerar huvudsakligen som reserv- och back-up system.

Det är alltså i en rad samhällsstrukturella dimensioner som alternativen skiljer sig åt. Det angreppssätt, som *Sol eller Uran* ger exempel på, har stora fördelar ur den synpunkten att det låter oss få syn på de faktorer i samhället som måste ändras om den ena framtiden skall kunna väljas framför den andra. Vetenskapligt öppnar den för, och drar nytta av, ett brett register av samhällsvetenskapliga insikter, samtidigt som tekniska möjligheter och naturvetenskapliga fakta givetvis kommer in som möjlighetsskapare och randvillkor. *Samspelet mellan teknik och samhälle* blir styrande i denna tankefigur, inte i första hand tekniken eller fysisk tillförsel, inte heller miljön.

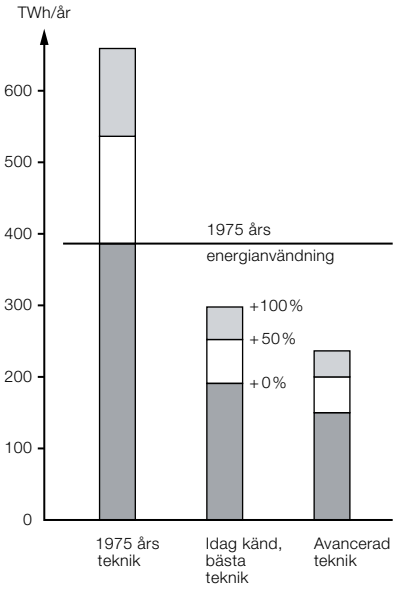
Angreppssättet bringar också analysen av energisektorn i kontakt med genomarbetade och intressanta samhällsvetenskapliga teorier[13)], som stora tekniska system, komplexitet, institutionell ekonomi och ”public understanding of science”.

[13)] Se kapitlen 5 och 6 med tillhörande referenser.

”Bästa teknik”

Fordstudien öppnade genom begreppet ”technical fix” för frågan vad man kan uträtta genom att pressa känd teknik och tekniskt kunnande till det yttersta. En fortsättning på detta finns tydligt i ett svenskt framtidsstudiespår. Efter publiceringen av studien *Sol eller Uran* (Lönnroth m fl 1978) koncentrerade sig medförfattarna Thomas B Johansson och Peter Steen på användningssidan. Det finns starka skäl för detta. Man behöver inte studera energiforskningen särskilt länge för att inse att både forskningsresurser och graden av teknisk uppmärksamhet (inklusive effektivitetssträvan) är starkt fixerade på tillförsel och avtar ju närmare den slutliga användaren man kommer. Man kan hos eller nära användaren finna mycket större effektiviseringsmöjligheter än i den relativt väl beforskade och teknikmedvetna tillförselsidan.

I en bok med den självförklarande titeln *Energi – till vad och hur mycket?* (Johansson & Steen 1981) gör författarna en grundlig genomgång av alla områden för energianvändning i dagens Sverige och 25 år framåt. Utan att ändra på funktionen hos bilar, kylskåp eller villor, så tänker man sig att byta ut dagens ofta ineffektiva teknik mot den bästa kända. Allt bättre teknik i användningsledet pressar gradvis ner energiförbrukningen mot vad som enligt naturlagarna är den lägsta möjliga: den termodynamiska gränsen. Med gjorda antaganden finner man att energibehoven inom 20–25 år i stort sett kan halveras – utan några större ingrepp varken i ekonomisk tillväxt eller i människors livsföring. En ekonomisk nolltillväxt (jfr *Tillväxtens gränser* och avsnitt 3.3) är ingen fördel: ett visst tempo i den ekonomiska tillväxten krävs för att den behövliga moderniseringen av produktionsanläggningar och konsumentprodukter ska kunna ske.



Figur 7:3 Total energianvändning vid 0 %, 50 % och 100 % ökad konsumtion (1975 som jämförelse). (Källa Johansson & Steen 1981).

Många, inklusive författarna själva, har frågat sig varför denna studie, och flera samtidiga och efterföljande, inte har fått större genomslag. Varför har inte branschen och politikerna entusiastiskt omfamnat dessa möjligheter och satt till alla klutar på användningssidan, för att begränsa energiförbrukningen i landet och därmed miljöbelastning, importberoende och andra problem? Det finns två förklaringar.

För det första väcker detta givetvis institutionellt motstånd. Tillförselsidan är mycket bättre organiserad – från oljeimportörer, kraft-

bolag och skogsindustri till kommunala energibolag – än de många brukare, som framför allt skulle kunna tjäna på en effektivisering i användarledet. Även om alla insåg vad som skulle vara samhällsekonomiskt rationellt, kan man självklart inte vänta sig att stora intressenter entusiastiskt skall understödja förändringar som leder till krympande marknader och minskande vinster för dem själva.

För det andra tar visioner och framtider av det nämnda slaget ofta alltför lätt på frågan om människors beteende. Säkert finns det tekniska inlåsningar[14], vanor eller inrotade attityder som gör att vissa tekniskt effektiva lösningar helt enkelt är orealistiska eller tar lång tid för att slå igenom. Senare utvärderingar har visat att industrin i relativt stor utsträckning har anammat möjligheterna till energihushållning genom ”teknisk fix”. Hushållen och människors vardagsliv förefaller motspänstigare. Potentialen för energieffektivisering kan inte realiseras om man inte skaffar säkrare kunskaper om hur vardagen kan organiseras, hur människors vardagsvanor byggs upp och förändras och hur attityderna till olika slag av teknik i vardagslivet formas.

Det ser ut som om framtidsstudier – liksom annan systemforskning – har svårt att erkänna att användaren, brukaren, människan är en central del av systemet, snarare än en perifer del av det – eller i värsta fall enbart en störande faktor i omgivningen. Detta problem diskuteras vidare i kapitel 8.

Energiframsyn Sverige i Europa

Detta är ett framsynsprojekt (*foresight*, se ovan 7.3) som genomfördes i huvudsak under år 2002 med IVA som värdorganisation och ekonomiskt stöd från bland annat Vinnova och Energimyndigheten. Upplägggningen präglas tydligt av foresight-traditionen och stor vikt läggs

[14] Inlåsning, lock-in, är ett mycket intressant fenomen, som innebär att en teknik eller tekniskt system inte utan stora återverkningar kan ändras eller avskaffas. För teori och exempel se artiklar av W Brian Arthur (Arthur 1994), se även avsnitt 6.8.

vid arbetets organisation och ämnesval; mera än vid *metodik* i ordets hårdare mening. Liksom i tidigare och senare framsynsprojekt organiseras tankearbetet – med över hundra aktiva deltagare – i *paneler*, i detta fall fyra stycken:

- Systemframsyn
- Användarframsyn
- Strukturframsyn
- Långsiktig framsyn

Varje panel redovisade sin analys i en egen slutrapport. De tre förstnämnda panelerna arbetade med en tidshorisont på 20 år, medan Långsiktig framsyn tolkades som 50 år. Dessutom publicerades 14 faktarapporter, med stor bredd i innehåll. Projektets styrgrupp författade sedan en egen rapport *Syntes och sammanfattning*.

Projektet hade som mål att ”med systemsyn och internationellt perspektiv skapa insikt och visioner om utvecklingen i Sverige på energiområdet”. Utöver denna relativt allmänna målsättning hade styrgruppen tänkt sig att varje panel skulle disponera sin framställning efter två huvudscenarier: fortsatt kärnkraft och höga klimatmål, eller avvecklad kärnkraft och mera modesta klimatmål. Denna logik avvisades dock av många deltagare. Ett par ledande experter lämnade arbetet, medan flera paneler valde att ta relativt lätt på denna föreskrift. Syntesrapporten blev därmed något annat än styrgruppen troligen hade väntat sig.

Varje panel valde i stort sett självständigt sin inriktning. Panelen för Systemframsyn torde ha särskilt intresse för läsarna av denna bok.[15] Ramen, som man i stort sett delade med övriga paneler, inne-

[15] Slutrapporten heter *Energin – mot en ny era! en systemstudie* (IVA 2003a). Panelens ordförande var Bengt Söderström och projektledare Kerstin Lövgren.

bar ett brett systemtänkande. Ett globalt och långsiktigt perspektiv fordrar ett uthålligt energisystem med ett brett genomslag för förnybara energislag i kombination med förädlade och rena energibärare. Därifrån koncentrerade sig panelen på tre områden, inom vilka det är särskilt angeläget att systemegenskaperna belyses och där det står klart att systemförändringar är avgörande för framgång. Dessa tre områden är:

- *Vätgas*. ”Det finns anledning att lyfta upp systemaspekterna. En ny energibärare behöver ett väl genomtänkt regelverk och en professionell kultur kring risk- och säkerhetsfrågor. Materialproblem behöver tänkas igenom. Stora satsningar i kompanjonskap mellan politik och industri kan bli nödvändiga för att utveckla infrastrukturen för lagring och distribution inför storskalig användning, särskilt i transportsektorn.”

- *Solenergi*. Om solcellstekniken – som i dag har begränsad tillämpning i vårt land – säger panelen att den förtjänar att studeras från systemperspektiv. Kostnaderna för solceller har förutsättningar att sjunka snabbare än för etablerade energislag. Med tillräckligt stora satsningar öppnas också vägen för storskalig spridning i utvecklingsländerna, vilket i sin tur skulle stimulera teknikutvecklingen och ytterligare pressa kostnaderna.

- *Elsystemet och en intelligentare energianvändning*. Storkraftnätet har sin givna plats för leveranser av höga effekter och mycket energi. Men behovet av avbrottsfri el kan i framtiden kanske bättre tillgodoses av ett ”reservnät” för måttliga effekter matat av solceller, vätgas eller annan lokal energi. Mobiliteten och den rikliga förekomsten av småelektronik leder ännu ett steg bort från stornäten. Ackumulatorer eller miniatyriserade ”elverk” drivna av sol eller bränslen kan bli ytterligare komponenter i ett distribuerat elsystem.

Dessa noteringar kan stå som exempel på det ganska konkreta och handfasta systemtänkande som utfördes inom denna Energiframsyn. Även övriga paneler arbetade i stor utsträckning med systemtänkande och lade stor vikt vid systemsamband inom energiområdet och med dess omgivning. I den panel som hade i uppgift att tänka på de mest långsiktiga frågorna blev fokuseringen på solenergi än mer konsekvent och tydlig: panelen kallade sin slutrapport *Energi år 2050 – närmare solen* (IVA 2003b).

7.5 Energi och klimat i framtiden

En fråga väcks

I dag är global uppvärmning genom CO_2 och andra växthusgaser en dominerande fråga inom energiområdet. Bland alla energi- och klimatrelaterade frågor får denna den utan jämförelse största uppmärksamheten i politik och allmän debatt. Så dominerande har klimatfrågan dock inte varit särskilt länge.

Vid FN:s första miljökonferens som hölls i Stockholm på försommaren 1972 var det andra globala och storskaliga problem som stod i centrum. Sverige bidrog med en studie kring försurning av mark och vatten, genom långväga transporter av svaveloxider i atmosfären (en tvärvetenskaplig systemstudie, *Air pollution across national boundaries*, 1971). Hotet mot ozon-lagret var en annan (då starkt kontroversiell) fråga. Om det kunde uppkomma en global uppvärmning genom en växthuseffekt diskuterades också, men än så länge ganska trevande, och i huvudsak bland fackmän. Den världsledande svenske meteorologen Bert Bolin, professor vid Stockholms universitet, hörde till dem som tidigt tog upp frågan i vetenskapliga kretsar. När den inflytelserika studien *Our Common Future* (Brundtland 1987) publicerades fanns frågan med, inklusive sifferexempel på vilka dramatiska temperaturökningar det kunde bli fråga om. Men någon domine-

rande plats i problembilden fick den inte heller där: ett par sidor under huvudrubriken *Energy* (sid 177–179 i den engelska upplagan).

IPCC – ett unikt initiativ

Men diskussionen i forskarkretsar fortsatte, och resulterade 1988 i upprättandet av the Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC.[16] IPCC:s förste ordförande och vetenskaplige ledare var professor Bert Bolin. Det blev hans uppgift att fullfölja det vetenskapliga uppdraget och med bibehållen vetenskaplig integritet överlämna resultat och rekommendationer till politiker och till allmän debatt. Enligt min och många andras bedömning har detta – världshistoriskt unika – dubbla uppdrag kunnat genomföras på ett mycket övertygande sätt.[17]

Vetenskapligt sett är IPCC starkt dominerat av naturvetenskaplig forskning. I strikt mening forskar inte IPCC själv, men samordnar och utvärderar forskning kring klimat och globala förändringar; man kan beräkna att vid varje tidpunkt cirka 1 000 forskare aktivt deltar i arbetet. Eftersom jag här avser att beröra IPCC:s framtidsbedömningar bör först påpekas att framtidsbedömningarna inte bildar kärnan i det vetenskapliga arbetet. Detta ligger i stället på två huvudområden:

---

[16] IPCC:s ställning och mandat är speciellt och noggrant uttänkt. IPCC bildades gemensamt av FN:s klimatprogram (UNEP) och den internationella meteorologunionen (WMO) och dess uppdrag har fastställts av FN:s generalförsamling. Medlemmar är en stor majoritet av FN:s medlemsländer. Trots denna internationellt-politiska grund är IPCC:s mandat strikt vetenskapligt. Det formuleras så här: "...to assess on a comprehensive, objective, open and transparent basis the scientific, technical and socio-economic information relevant to understanding the scientific basis of risk of human-induced climate change, its potential impacts and options for adaptation and mitigation. IPCC reports should be neutral with respect to policy, although they may need to deal objectively with scientific, technical and socio-economic factors relevant to the application of particular policies."

[17] Som bekant tilldelades IPCC (tillsammans med Al Gore) Nobels fredspris i december 2007. Professor Bert Bolin som varit IPCC:s ordförande 1988–1998 avled en knapp månad senare.

- Beskrivning av klimatet och den möjliga globala uppvärmningen med hjälp av historiska data (fram till 2004).

- Mekanismer och sammanhang mellan faktorer som kan påverka klimatet och relaterade fenomen (marktemperatur, nederbörd, oväder, avsmältning, odlingsbarhet m m).

I de senaste omgångarna av rapporter (den senaste stora avrapporteringen ägde rum 2007, och kallas AR4) finns med ökad tyngd även:

- Åtgärder för att hejda (*mitigate*) klimatförändring med olika medel.

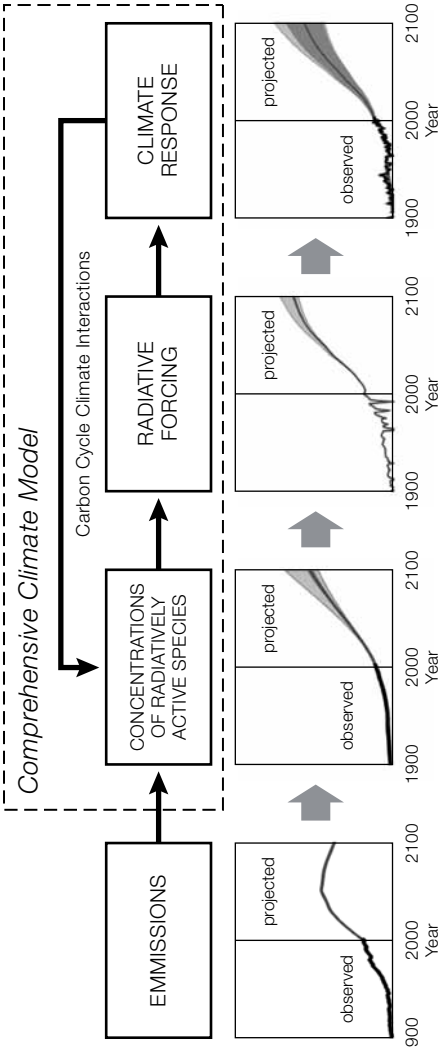
Samhällskonsekvenser och rekommendationer hör alltså till IPCC:s uppdrag, samtidigt som de inte får göra intrång på de politiska beslutsfattarnas område. Styrkan i IPCC:s insats har ansetts vara att man överlämnat vetenskapligt underlag till politiken, utan att själv peka ut vilka politiska slutsatser som borde dras. Inslaget av ekonomi och annan samhällsvetenskap är litet, och är i stort sett frånvarande eller osynligt i de framtidsbedömningar (projections) som jag nu ska övergå till. Det vetenskapliga arbetet har alltså en stark tyngdpunkt i naturvetenskap, med meteorologi och andra ”earth sciences” i centrum. De framtidsbedömningar som redovisas kan ses som sammanfattningar av det basala naturvetenskapliga arbetet men också som ett presentationssätt som tydliggör frågornas allvar.

Klimatets framtid enligt IPCC
Inom ramen för den fjärde och senaste omgången av Assessment Reports (AR4) publicerade 2007, återfinner man framtidsbedömningarna i delrapporten från Arbetsgrupp 1 (WG1) *The Physical Science*

Basis och där i kapitel 10: ”Global Climate Projections”[18]. En mer detaljerad redogörelse för scenariernas uppbyggnad och antagandena bakom dem finns i en Special Report on Emission Scenarios (SRES).

Uppbyggnaden av scenarierna är i princip enkel. Beskrivningen sträcker sig över perioden 1900 till 2100, där man alltså för de första 100 åren har historiska data (mätvärden) att tillgå. För att sedan dra ut dessa ytterligare 100 år ansätter man först sex utsläppsscenarier. De som används flitigast som grund för beräkningar är B1 (låg), A1B (mellan) och A2 (hög). Utgående från dessa och den samlade naturvetenskapliga kunskapen om samband inom klimatsystemet tar man fram data för olika klimatvariabler under perioden 2000–2100. För alla variabler anges felmarginaler, i enlighet med etablerad praxis inom statistik och naturvetenskap. Störst intresse har förändringen i marktemperatur (Surface Average Temperature, SAT) tilldragit sig. Principerna för scenarioarbetet framgår av figur 7:4 nedan (figur 10.1 i rapporten).

[18] Referensen för kapitel 10 är (Mehl G A m fl 2007).



Figur 7:4 Uppbyggnaden av IPCC:s projektioner av framtida klimatförändring.

Utsläppen (Emissions) är *inputs* i resten av framtidsbedömningarna. De behandlas enbart som inputs vilket betyder att osäkerheter i utsläppen inte analyseras inom projektionerna, utan får behandlas i annan ordning. IPCC:s projektioner går alltså ”framåt” i kedjan och söker svara på frågan: vilka klimatkonsekvenser kommer olika utsläppsförlopp (*emission paths*) att få på den långa sikten (vilket betyder fram till 2100, plus vissa beräkningar även för mellanliggande år). Den politiskt laddade frågan om hur stora utsläppen kan bli och hur de skulle kunna förändras får alltså lösas ”bakåt” i kedjan, utanför denna arbetsgrupps domän. De hanteras inom IPCC på ett relativt översiktligt sätt inom WG2 (*Mitigation*) men har i övrigt genererat en betydande och växande flora av framtidsstudier på global, regional och nationell[19] nivå (som jag inte diskuterar i denna bok).

Osäkerheten minskar

Den stora utmaningen inom detta arbete är att bringa ner osäkerheten i bedömningarna. Som nämnts har mycket stora ansträngningar lagts ned på att förfina den ”rent” naturvetenskapliga kunskapen kring klimat och klimatförändring. För framtidsstudien (projektionerna) tillkommer den osäkerhet som ligger i själva metoden: modelluppbyggnaden. För att så mycket som möjligt nedbringa denna har man (i AR4, redovisad 2007) använt ett flertal olika modeller för att analysera steget från utsläpp till klimatförändring (den streckade rektangeln i figur 7:4) så att man kunnat jämföra deras resultat. Inom detta ”comprehensive multi-model perspective” har man använt i huvudsak tre typer av modeller:

- Generell cirkulationsmodell för ocean och atmosfär (AOGCM), som är den systemmässigt mest komplexa och ambitiösa.

[19] För svensk del se till exempel en rapport till Naturvårdsverket (Azar & Lindgren 1998).

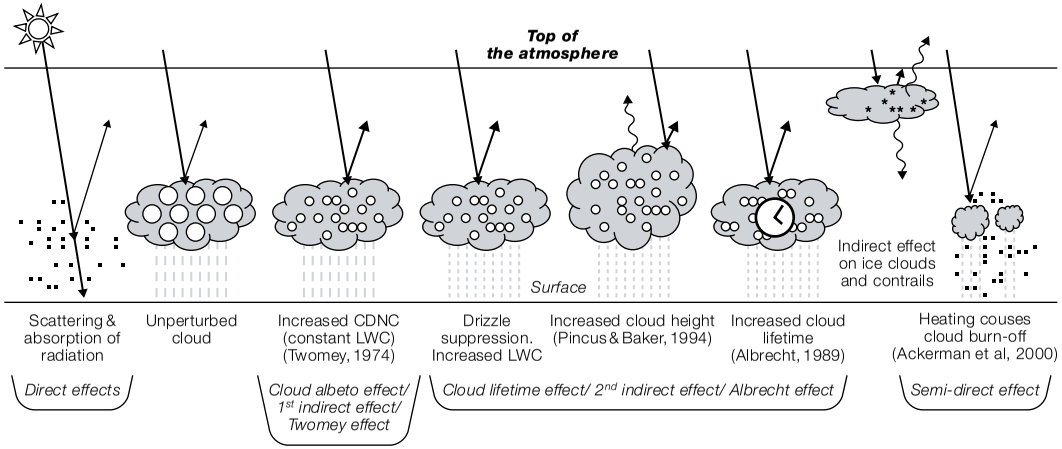
- Globala systemmodeller av medelhög komplexitet (Earth Models of Intermediate Complexity, EMIC).

- Enkla klimatmodeller (SCM).

Resultat, jämförbarhet och överensstämmelser för körningar med de olika modellerna analyseras inom ett särskilt underprogram. Medan huvudspåret i modellkörningarna utgår från de tre utsläppsscenarierna B1 (låg), A1B (mellan) och A2 (hög) har man också (bl a för att undersöka robustheten gentemot olika modellansatser) undersökt konsekvenserna av till exempel en fördubbling av CO_2-halterna[20)] och jämfört resultaten.

Gemensamt för de modeller som används för projektionerna är att de verkligen är system-modeller. Här finner man återkoppling (positiv och negativ) bland annat inom kol-cykeln och vad gäller interaktionen mellan is-avsmältning och inkommande solstrålning. Återkopplingarna kan vara stabiliserande eller ”skenande” och är i de flesta fall kombinerade med tidsfördröjning. En viss föreställning om vilka faktorer som ingår i systemet och som modellerna måste fånga in ges av följande bild:

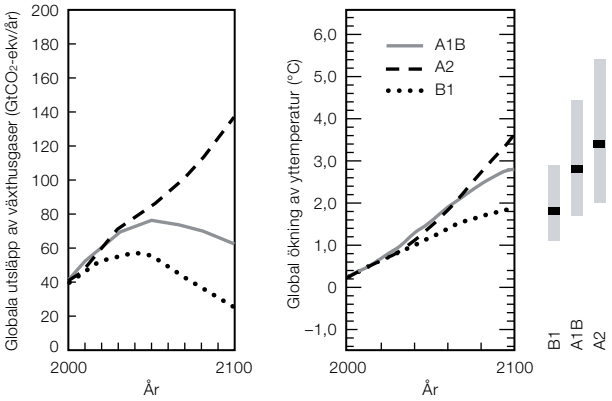
[20)] Egentligen räknar man inte bara på CO_2 eftersom det finns flera växthusgaser: några av dem mera ”aggressiva” än CO_2. Därför översätts de totala emissionerna till ”CO_2 -ekvivalenter”.



Figur 7:5 Faktorer som påverkar klimatet genom att ”störa” solstrålningen (radiative forcing) (Mehl G A m fl 2007).

Efter alla dessa ansträngningar kvarstår givetvis genuina osäkerheter. Dessa är relativt beskedliga i beräkningar som sträcker sig fram till år 2030, men vid år 2100 rör det sig det om ganska kraftiga intervall. Ett annat tydligt drag är att osäkerheten blir mycket större i de fall då man antar höga emissionsnivåer. Författarna till kapitel 10 säger att när beräkningarna börjar nå nivåer på 6–7 °C över dagens nivå är osäkerheterna helt dominerande och resultaten bör knappast användas. De kvantitativa resultaten från IPCC:s körningar är ju allmänt kända från den allmänna debatten. Det har utkristalliserat sig en typ av konsensus om att en global uppvärmning på 2 °C tycks oundviklig men inte bör överskridas: ”hit men inte längre!”

Jag avslutar detta avsnitt med två originaldiagram från rapporten 2007, som illustrerar utslaget för genomsnittlig uppvärmning vid markytan (SAT) fram till år 2100, baserat på de sex olika antagna utsläppscenarierna. Osäkerheterna vid år 2100 anges med staplar till höger om det högra diagrammet.



Figur 7:6 Scenarier för utsläpp av växthusgaser från 2000 till 2100 (utan ytterligare klimatpolitiska åtgärder) och projektioner över jordytans temperatur.

Vänstra bilden: Globala utsläpp av växthusgaser (i CO_2-ekvivalenter) i frånvaro av klimatpolitiska åtgärder: tre illustrativa markörscenarier ur SRES. Utsläppen omfattar CO_2, CH_4, N_2O och F-gaser.

Högra bilden: De tre linjerna är den globala uppvärmningen beräknad som ett genomsnitt av ett stort antal modeller för scenarierna A2, A1B och B1, i en förlängning av simuleringarna för 1900-talet. Dessa projektioner tar också hänsyn till utsläpp av kortlivade växthusgaser och aerosoler. Staplarna till höger i figuren visar troligast värde och *osäkerhetsintervallet* som uppskattas för SRES markörscenarier för 2090–2099. Alla temperaturer anges som förändringar relativt perioden 1980–1999.

7.6 Sammanfattande kommentarer

Huvuddelen av detta kapitel har ägnats framtidsstudier med nära anknytning till energi. Framtidsstudier bygger som vi sett på analys av systemegenskaper och med systembegrepp som hjälpmedel – även om graden av metodisk medvetenhet och ”*sophistication*” varierar en hel del. Eftersom såväl förändringar av energisystemet som påverkan på klimatet handlar om långa tidsperspektiv är det inte förvånande att det är inom detta område som framtidsstudier tilldrar sig kontinuerligt och möjligen ökande intresse.

En mer svårbedömd fråga är om det samtidigt, och möjligen som en konsekvens, kommer att uppstå ett förnyat intresse för systematiska (och systemanalytiska) framtidsstudier. Som vi noterade ovan har det i den politiska sfärens närhet (bl a två uppmärksammade utredningar, se ovan avsnitt 7.3) efterlysts ett mer systematiskt framtidstänkande till det politiska beslutsfattandets tjänst.[21] Det som avses är inte enbart – eller ens huvudsakligen – energi och klimat utan breda frågor om hållbarhet, ekonomi, materiell och social infrastruktur och internationell konkurrenskraft i ett globaliserat samhälle.

Samtidigt har hävdats att kunskapsvården och den metodiska beredskapen inom området är eftersatt (se t ex Ehliasson 2005). De båda statliga utredningar som nämnts ovan anmäler behovet men har inte uppmärksammat om det möjligen finns några kunskapstraditioner att anknyta till. Institutet för framtidsstudier bedriver en kvalitetssäkrad verksamhet, men definierar sig i huvudsak som ett forskningsinstitut med samhällsvetenskaplig inriktning.

Den breda och systemanalytiskt inspirerade tradition som bland annat Kaijser och Tiberg (2000) beskriver är svårare att få syn på i

---

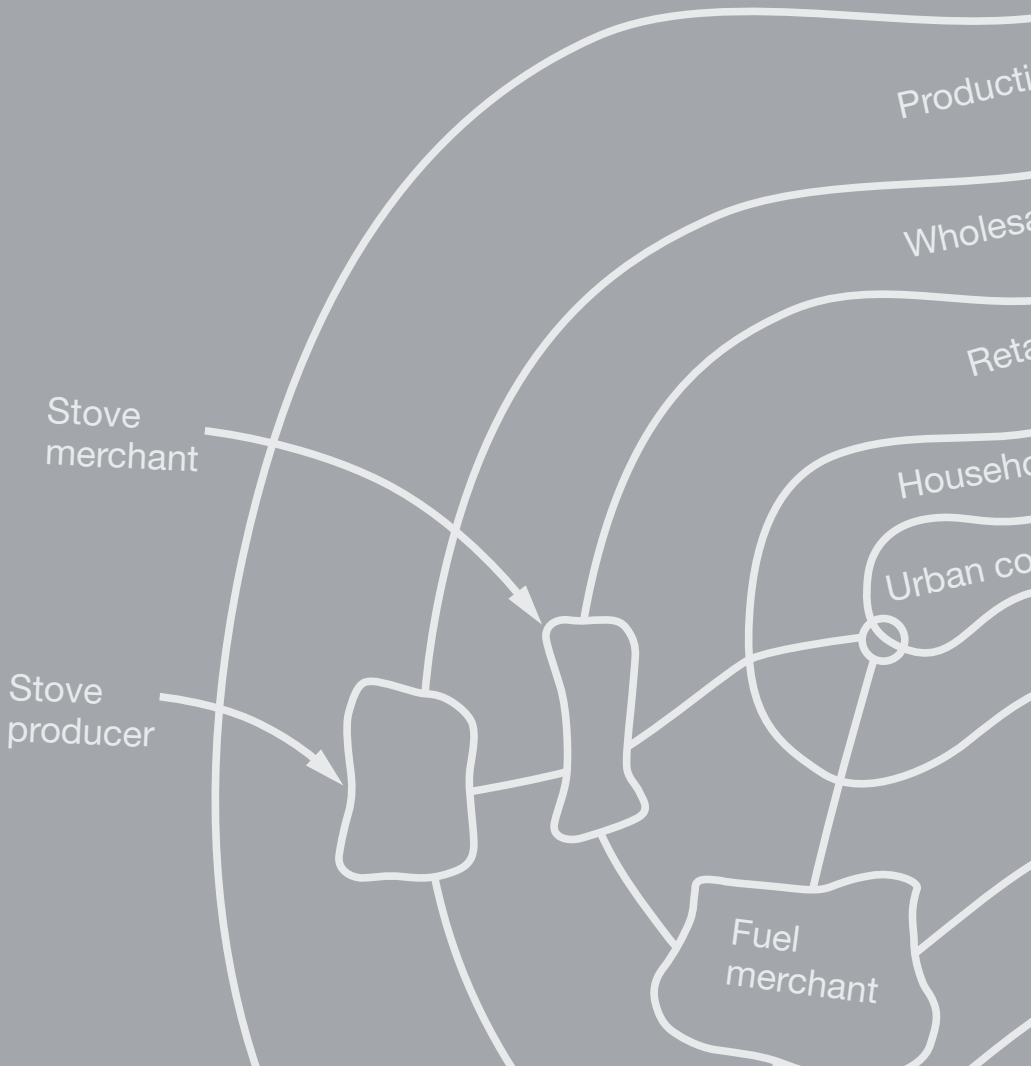
[21] Ansvarskommittén (*Hållbar samhällsorganisation med utvecklingskraft*, SOU 2007:10) och Globaliseringsrådet (*Bortom krisen. Om ett framgångsrikt Sverige i den nya globala ekonomin*, Ds 2009:21).

dag. Det förnyade framtidsintresse som knyts till energi, klimat och ekologisk hållbarhet är å andra sidan starkt knuten till datorbaserade modeller. Några av dem (MARKAL/TIMES) och ett par av dem som används av IPCC (avsnitt 7.5) är väl genomdiskuterade och relativt lättillgängliga för media, politiker och en intresserad allmänhet. Andra modeller kan genom sin komplexitet utgöra en illustration till *en demokratisk paradox*: om bästa möjliga beslutsunderlag är så svårt att genomskåda att det inte kan vinna politikers och väljares förtroende, är det då ”bästa möjliga”?

Redan systemtänkandets portalfigur Norbert Wiener riktade sina ansträngningar och förhoppningar i två riktningar samtidigt. Den ena (i Wieners fall förverkligat genom grundboken *Cybernetics*, Wiener 1948) syftade mot fackmän, modellbyggare, analytiker och forskare. Den andra (*The Human Use of Human Beings*, Wiener 1967) avsåg att visa en läsande allmänhet, politiker, massmedia, näringsliv och organisationer (men också systemforskarna själva!) att systemtänkande kunde brukas till samhällets bästa: förbättrad kommunikation, mera återkoppling i politiken, ett mänskligare arbetsliv, större respekt för människan och hennes ”oerhörda mängd sannolikheter”.

En avslutande kommentar om framtidsstudieområdet bör ta fasta just på denna dubbla möjlighet. En väl genomtänkt metodik och utvecklad professionalism kan mycket väl kombineras med (i bästa fall förstärka) den demokratiska utmaning som diskuterades i början av detta kapitel. I högre grad än många andra ansatser inom forskning och systemanalys inbjuder framtidsstudier till dialog, nya kombinationer och social fantasi. Det långa tidsperspektivet kan frigöra från dagsaktuella politiska låsningar. Aktörer som folkrörelser, intressegrupper och forskare kan mera naturligt bidra till det demokratiska samtalet. Samtidigt kommer i många fall genuina motsättningar som gäller samhällets utveckling, hot och möjligheter på längre sikt, att renodlas och bli tydliga.

Kapitel åtta



Systemen och människan

8.1 Ett skymt perspektiv?

En fråga som glimtat fram i de olika kapitlen är om systemforskning eller systemanalys till sin natur är ”omänsklig”. Finns det en risk att de sätt att tänka som refererats i denna bok reducerar människan till endast en ”komponent” eller en kugge i ett maskineri? Kan det uppstå en klyfta mellan en humanistisk tanketradition och en systemanalytisk – och hur kan denna i så fall överbryggas?

En näraliggande fråga är hur man i forskning och analys liksom i praktiskt samhällsarbete kan hantera sådant som komplexitet, snåriga systemsamband och ogenomskinlighet. Hur kan forskningen benämna och bearbeta samhällets ökande teknifiering och ”systemisering” utan att människan kommer bort? På ett teoretiskt plan gäller sådana frågor möjligheten att förstå och tolka världen. I samhällelig praktik utgör de problem för det demokratiska styrelseskicket genom att medborgarna och deras valda företrädare har begränsade möjligheter att genomskåda samband och styra sitt samhälle i den riktning de önskar.

Är systemanalys eller systemforskning ett hot mot humanismen och det mänskliga, eller snarare en förutsättning för förverkligande av ett humant samhälle? Den frågan kan uppenbart inte besvaras på ett entydigt sätt. Det centrala i utbildning och forskning är att den inte förträngs eller glöms bort.

8.2 En humanistisk grundsyn

Det är svårt att förhålla sig till frågan om systemanalys och systemforskning tenderar att försumma eller på annat sätt förvanska ”det mänskliga”. Men den kan ges konturer genom att vi ställer de olika traditioner som beskrivits ovan i relation till en *humanistisk grundsyn*. Georg Henrik von Wright (1978) har formulerat en sådan på följande sätt:

> *”Humanismens första kännetecken, förbundet med själva namnet, är aktningen för människan. Bland alla människoverk, säger John Stuart Mill, är människan själv det förnämsta. Individens utveckling mot ett fullkomlighetsideal blir det yttersta ändamål, som all enskild och samfälld mänsklig strävan har att befordra; människan är den måttstock efter vilken alla rättsliga och moraliska värderingars giltighet skall bedömas.”*

Denna bruksdefinition på humanism syftar alltså på de värderingar som kan tänkas vägleda forskning och analys. Dessa är givetvis inte identiska med eller förbehållna humanistiska vetenskaper. *Alla vetenskaper* och forskningstraditioner prövar sig emot detta humanistiska *credo*. Systemforskningen har a *priori* varken större eller mindre svårigheter med detta än andra vetenskapliga traditioner. Var och en kan emellertid iaktta hur samhällsutvecklingen innebär att människor knyts samman med andra och blir beroende av samhällets och teknikens organisation. Det finns skäl att anta att det är denna världens ökande *systemiskhet* som von Wright refererar till när han fortsätter:

> *”En humanism, som ställer människans väl i centrum, måste idag starkare betona solidariteten människor emellan än den enskilde individens självförverkligande. Men de två aspekterna: solidaritet och självförverkligande, kan inte skarpt skiljas åt. Ändamålet med solidaritet kan inte vara annat än att alla enskilda inom gemenskapen skall få det bra.”*

Miljöjournalisten Björn Berglund uttrycker samma hållning på följande sätt i en tidningsartikel i Dagens Nyheter 1977:

> *”Det är inte vi som skall försöka göra om oss så att vi passar in i människo- och miljöfientliga samhällssystem och tekniker. Det är inget fel på oss. Det är aldrig fel att vara människa.”*

8.3 Samhällsvetenskap och humanism

Att alla vetenskaper är *principiellt* likställda i förhållande till humanistiska värderingar innebär givetvis inte att olika traditioner har samma uppmärksamhet på, eller förutsättningar att leva upp till, ett humanistiskt *credo*.

Samhällsvetenskaperna har här ett annat och möjligen större problem än kulturvetenskaperna och till exempel medicinen. Samhällsvetenskapens existensberättigande och vetenskapliga syfte är att finna samband och mönster som är generella, i den meningen att de *inte* är bundna till särskilda människor, personliga egenheter eller unika kombinationer av omständigheter. Samhällsvetenskapens själva idé är alltså att – så gott det går – söka bortse från det unika och personliga och i stället utröna vad som kan karaktärisera mänskliga gemenskaper, som stater, föreningar, företag, forskargrupper eller socio-tekniska system. Det innebär inte att det genuint humanistiska förnekas, men det är oundvikligt att något annat än ”människans väl” och ”indi-

videns utveckling" upptar det mesta av forskarens intresse och tid. Samhällsvetenskaplig metodik innebär ofta att det mänskligt unika suddas ut till förmån för en mer samlad förståelse. På fackspråk heter det att man arbetar på en aggregerad nivå.

Men problemet måste hållas aktuellt:

- En statsvetare som forskar kring röstningsbeteende lär sig att en viss procent aldrig röstar och en annan del av de röstberättigade väljer slumpmässigt. Men en enskild människa/medborgare får givetvis inte åberopa detta som stöd för eget slarv eller politisk ansvarslöshet. Det som är normalt är inte automatiskt legitimt.

- Kriminologer vet att högre andel brott begås av människor som haft en trasslig barndom och kriminella föräldrar. Men detta kan inte och får inte betyda att en viss individs brottsliga handling bedöms på någon annan grund än gärningens art och personens egna förutsättningar.

- Vid skötseln av känsliga tekniska system (flygledning, kärnkraftverk, pappersmaskiner…) vet man att den mänskliga faktorn inte är felfri. Därför måste man bygga in säkerhetsanordningar och kontroller, och dessutom kalkylera med att ett och annat driftsstopp eller haveri faktiskt inträffar. Detta kan emellertid inte berättiga den enskilde operatören att ge mindre än sin allra största skärpa hela tiden.

Med samhälls- eller systemperspektivet följer alltid risken för en glidning så att den enskilda människan reduceras till ett statistiskt genomsnitt, en "dålig prognos", en kalkylerbar risk. Samtidigt bleknar bilden av människan som unik och oersättlig. Hennes moraliska ansvar just som människa kan suddas ut. Hennes unika egenskaper och erfarenheter kommer inte till fullt uttryck.

Samhällsforskarens egen replik till detta är att samhällets ordningar och institutioner måste studeras och göras kända. I ett nästa steg kan man förbättra dem och undanröja olika hot mot ”den enskilda människans väl” och förbättra *förutsättningarna* för ”individens utveckling mot ett fullkomlighetsideal” för att tala med von Wright och John Stuart Mill.

Det nu skisserade dilemmat delar systemforskningen med all samhällsvetenskap, men också med tekniska vetenskaper. I andra vetenskapliga traditioner, som medicin, historia eller kulturvetenskap(er) är dilemmat något mindre utpräglat – men eftersom alla vetenskaper bygger på ett urval från en ofantlig mängd data och upplysningar (denna ”oerhörda mängd sannolikheter” för att återigen citera Norbert Wiener) kommer det alltid att finnas ett problem med att tillämpa en humanistisk grundsyn och inte tappa bort människan. Några exempel på hur diskussionen förts just kring systemforskningen ges i kommande avsnitt av detta kapitel.

8.4 Systemforskning – för människan!

I avsnitten om Norbert Wiener (kap 2) har jag beskrivit hans eget starka engagemang såväl i samhällsfrågor som för vad den vetenskapliga utvecklingen skulle komma att betyda. Hans populärvetenskapliga parallellbok till grundboken *Cybernetics* (Wiener 1948) heter *The Human Use of Human Beings* (Wiener 1967). Titeln avser i första hand att signalera de möjligheter som öppnar sig för människorna genom de tekniska, medicinska och intellektuella framsteg som den nya vetenskapen kan föra med sig. Men det finns samtidigt en varning: en ”*inhuman use of human beings*” förekommer sannerligen och i stor skala. Omänskligheten skulle kunna få ny näring genom de nya möjligheterna. Forskarens ansvar och forskningens etik blir centrala. En fråga gäller om man kan släppa ut kraftfulla forskningsresultat till

fri användning, på gott och ont, till livgivande såväl som dödliga tillämpningar. Wiener ansåg själv att man varken kunde eller borde hålla tillbaka spridningen av forskningsresultat (se kapitel 2.5).

En viktig punkt är människans särart. Wiener tar stark ställning för att man måste göra en skarp skillnad mellan människa och maskin. Trots att han finner många slående och användbara tekniska och matematiska paralleller mellan det tekniska och det mänskliga, är han mycket noga med att framhålla att de är av olika art.[1)]

Wieners bok *Cybernetics* kom att recenseras av en dominikanpräst, Père Dubarle, som uttrycker den samtidigt skrämmande och fascinerande möjligheten av en regeringsmaskin (*machine à gouverner*). En enbart *mekanisk* maskin skulle inte duga, eftersom mänskligt beteende inte är mekaniskt. Men staten skulle med en *cybernetisk* maskin till sin hjälp kunna möta alla behov och räkna ut den bästa samhällsutvecklingen. Wiener svarar att det stora problemet med en maskin *à la* Père Dubarle inte är att den skulle kunna ta självständig kontroll över mänskligheten. Faran är snarare att den tas i bruk av människor eller grupper som vill pressa in andra människor i maskinens begränsade logik, och bruka våld på ”den oerhörda mängd sannolikheter” som präglar det mänskliga tillståndet. Människan får inte utsättas för maskin-mässig behandling (se även kapitel 2.5).

[1)] Jag vill påminna om att det finns inflytelserika författare (se kapitel 6, särskilt 6.6) som snarare söker en likställighet eller symmetri mellan det mänskliga/sociala och det tekniska i socio-tekniska system. Detta är en teoretisk och metodisk ståndpunkt, och innebär inte någon nedvärdering av det mänskligt unika och behöver inte leda till en avhumaniserande vetenskap.

C West Churchman är bland annat genom sin lärobok *Systemanalys* synnerligen inflytelserik inom området (Churchman 1968). Han lägger mycket stor vikt vid relationen mellan systemanalys och värderingar. De humanistiska värderingarna får en stark och egen plats, och Churchman ägnar en fjärdedel av boken, fyra kapitel, åt ”Systemanalysen och människan”.

Han arbetar (som nämnts i kapitel 4) i en beslutsfattandetradition, som ligger konsultverksamhet nära. Ett problem blir då om ”uppdragsgivaren alltid har rätt”. Detta förnekar Churchman bestämt. Mot en sådan inställning ställer han behoven hos ”kunden”, varmed avses den som ytterst berörs av och skall leva med besluten. Kunskap om mänskligt beteende får en central och överbryggande roll, eftersom det inte alltid ”blir som det var tänkt”. Churchman vägrar att ge något allmänt giltigt svar på hur beställarens, ”systemets” och kundens intressen ska vägas samman. Detta är hedervärt. Churchmans avsikt som lärare och läroboksförfattare är att inskärpa att man aldrig får gå runt värderingsfrågorna eller ta den lätta vägen ut.

En lika energisk försäkran om att systemanalytikern faktiskt kan främja humanistiska värden finner vi hos Mike C Jackson (se kapitel 4.4 och 4.8). Om analytikern tar systemtänkandet och strävan till helhetssyn och måldiskussion på allvar blir det till ett *ethos* som är oskiljbart från professionen som systemanalytiker. Jackson kritiserar olika ”system-skolor” inom management för ytlighet och suboptimering (se kapitel 4.4 och Jackson 1995). Deras företrädare arbetar inte med de många människornas väl och den breda rationaliteten som ledstjärnor, utan försvär sig åt särintressen och nöjer sig ofta med slagord. Jacksons kritik är i väsentliga delar moraliskt baserad: den riktar sig mot opportunism och intellektuell lättja. Det är fråga om ett svek, och det är i sista hand humanismen de sviker.

Jag finner det mycket klokt att, som till exempel Wiener och Churchman gör i sina böcker, väva samman grundläggande etiska frågor med mera hårdkokta aspekter som metodik, målstyrning, systemstruktur

och algoritmer. Frågor kring värderingar och mål, människosyn och demokrati, allas bästa eller några, svävar inte fritt utanför ”systemet”. De behöver heller inte uppfinnas eller konstrueras utan finns ständigt närvarande. Frågan är om analytikern väljer att bry sig om dem eller ej.

> ”*Systemtänkandets kärna är sålunda på en gång förvirring och upplysning. Detta är två oskiljaktiga sidor av det mänskliga livet.*”
>
> CHURCHMAN, 1968 (sid 209)

Systemanalytikern bör, i Kants efterföljd, bryta sig ur det ”rena förnuftets” tvångströja och just som analytiker ställa sina krafter i upplysningens och den sociala förbättringens tjänst (Jackson 1995, sid 40–41, Churchman 1968, sid 206 ff). Både Jackson och Churchman tar bestämt avstånd från sådan systemanalys som tycks betrakta systemen som givna, människorna som marionetter och målsättningarna dikterade av dagens maktförhållanden och ekonomiska intressen. De ser systemanalysen som ett emancipatoriskt projekt, en befrielserörelse.

Det finns, menar dessa författare, i samhället liksom i den vetenskapliga litteraturen en pessimism och en uppgivenhet inför samtidens komplexitet. Men vi har ingen rätt att vara pessimister, med tanke på de många problem som rör människornas väl och som väntar på sin lösning. Deras hållning är att uppgivenheten är oprofessionell och pessimismen ovärdig.

8.5 ”Was leistet die Systemforschung?”

Bland samhällsvetenskapliga teoretiker med ett systemvetenskapligt angreppssätt intar Niklas Luhmann en dominerande plats. Som noterats tidigare (kap 5) kom, något paradoxalt, Luhmann att bli känd i vida kretsar genom ett offentligt angrepp från en redan mycket känd

teoretiker, Jürgen Habermas. Denne brukar räknas till Frankfurt-skolans tradition (tillsammans med Adorno, Marcuse m fl) och har framför allt sökt formulera en samhällsteori som bygger på ”kommunikativt handlande” (Habermas 1984–1987). I flera teoretiska arbeten har han sökt formulera en sammanhängande samhällssyn. Till grund för denna ligger bland annat en tudelning i ”livsvärld” och ”systemvärld.” I förenkling går Habermas resonemang ut på att han till livsvärlden förlägger människans känslomässiga och kulturella strävanden, medan systemvärlden innefattar produktion, teknik och (i någon mån) politik. De båda världarna präglas av olika rationaliteter. En linje i Habermas samhällskritik är att ”systemvärlden” och dess rationalitet allt mer koloniserar ”livsvärlden”, vilket tränger undan och hotar de humanistiska värdena, hotar demokratin och inskränker människans frihet.

Med den utgångspunkten är det inte överraskande att Habermas med skepsis åser hur en annan tysk samhällsteoretiker – som har minst lika totala ambitioner – vill lägga ett systembegrepp till grund för all samhällsforskning. ”*Soziale Systeme*” är, som vi sett, Luhmanns huvudbegrepp. Detta ser, åtminstone vid en ytlig betraktelse, synnerligen abstrakt och opersonligt ut. Intrycket förstärks av att Luhmann, i linje med sin mycket konsekventa systemsyn, förlägger människan som ett ”psykiskt system” till det sociala systemets *omgivning*. Just som människa kan hon alltså framstå som – i någon mening – ställd utanför.

Varken Luhmann eller Habermas accepterar givetvis, i sin tyska grundlighet, de enkla motsättningar som här har antytts. I en serie artiklar har de utmejslat sina ståndpunkter och även funnit vissa förenande drag. Artiklarna har samlats i boken *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie – Was leistet die Systemforschung?* (Habermas & Luhmann 1971). Den är ingen lätt läsning, men boken kom trots detta att spridas i 35 000 ex på tyska (och gav upphov till fyra efterföl-

jande böcker med kommentarer till kontroversen). Habermas var redan en etablerad och omtalad forskare och debattör, medan Luhmann var relativt okänd. Båda har ju sedermera etablerat sig som ”stora” tänkare i den meningen att varje allvarlig analys av de grundläggande frågorna i modern samhällsvetenskap måste förhålla sig till dem.

En bidragande orsak till att debatten tilldrog sig ett sådant intresse var säkerligen det politiska och ideologiska klimatet bland samhällsvetare och andra akademiker under de aktuella åren. Marxistiskt influerade vänsterståndpunkter omfattades med hetta av många studenter och universitetslärare. Konflikten mellan de stora tyska samhällsforskarna kom av många att uppfattas så att samhällskritik ställdes mot systembevarande; en radikal och befriande politik mot ”socialteknologi” och expertvälde. Med en ännu grövre förenkling kan man se det så att en humanistiskt färgad vänster kontrasterades mot en teknokratisk höger. Det behöver knappast sägas att Luhmann och de flesta som tog hans parti vägrade acceptera att det var så motsättningen såg ut. Men denna debatt ger oss ännu ett exempel på att frågan om ”systemet” står i motsats till ”det mänskliga” dyker upp i olika sammanhang och – med rätta! – kan bli starkt engagerande.

8.6 Människan – i centrum eller periferin?

Värderingar och metodik

Även om systemforskare inom olika traditioner bekänner sig till humanistiska värderingar och ser ”the systems approach” som ett befriande projekt är detta av begränsad betydelse om metodiken ändå förvisar människan till någon plats i utkanten av det hela.

I det här delavsnittet ska jag kort kommentera den frågan, i anslutning till de ”skolor” som behandlats tidigare. Därefter ges, i anslutning till teorin för socio-tekniska system, ett exempel på en modell

som ställer konsumenten, den enskilde användaren, konsekvent i systemets centrum.[2)]

Thomas P Hughes *Networks of Power* (Hughes 1983) följer i den historiska framställningen ”systembyggarna”; främst Thomas Alva Edison. Historien blir i stora drag en historia om expansion. Han visar på hur entreprenörerna/systembyggarna styr systemets utvidgning. Däremot spelar de tusentals, och så småningom miljoner, *konsumenterna* av elektricitet – som naturligtvis utgör en förutsättning för systemens expansion – en tillbakadragen roll. Forskarnas frågor är inte deras frågor.

Wiebe Bijker och Trevor Pinch (i Bijker m fl ed 1987) resonerar så att när en uppfinning eller fröet till ett system börjar dyka upp som möjlighet, råder kring det en stor grad av *tolkningsflexibilitet*. Man kan tänka sig att detta nya ”är” en rad olika saker: cykeln kan vara ett sportredskap, en statuspryl, en maskulinitetssymbol, ett transportmedel… Man kan tidigt se olika *relevanta sociala grupper* som kan ha inflytande på tolkningen, och därmed också på hur föremålet eller systemet skall formas i fortsättningen. Här skulle man med stor fördel kunna observera konsumenterna som en ”relevant social group”. ”Systembyggaren” ges en ännu mer begränsad roll i förhållande till andra aktörer när det är relationerna dem emellan som studeras i den tradition som benämns *Actor Network Theory* (se Callon i Bijker m fl ed 1987). Det är dock i relativt liten omfattning som konsumenten

---

[2)] Språkbruket här är otillfredsställande. ”Konsument” frammanar en dikotomi mellan producenten som ”gör” en vara eller tjänst och konsumenten som ”gör av med” den. Detta skymmer det faktum att det som kallas ”konsumtion” ofta är förenat med en omfattande, men mestadels oavlönad, produktion: potatisen ska skalas och kokas, dammsugaren köras runt, barnen skjutsas till förskolan och föräldrarna samråda med personalen och så vidare. En varierad terminologi måste därför uppmuntras, där ord som brukare och användare förekommer växelvis med sådana som kund, klient och konsument. Man kan också resonera strängare, mer systemteoretiskt. Begreppet ”konsument” antyder att systemet omfattar ungefär penningekonomin, och slutar där varan överlämnas till kunden. Med ord som brukare eller användare antyds att systemet är större, och även de förädlingssteg (ofta av stor ekonomisk betydelse) som ligger i hushållet (eller mer allmänt: i en icke penningsatt ekonomi) ingår. Se Ingelstam (1997), Åkerman (1983).

eller den enskilde brukaren har givits en sådan roll inom den traditionella systemforskningen.

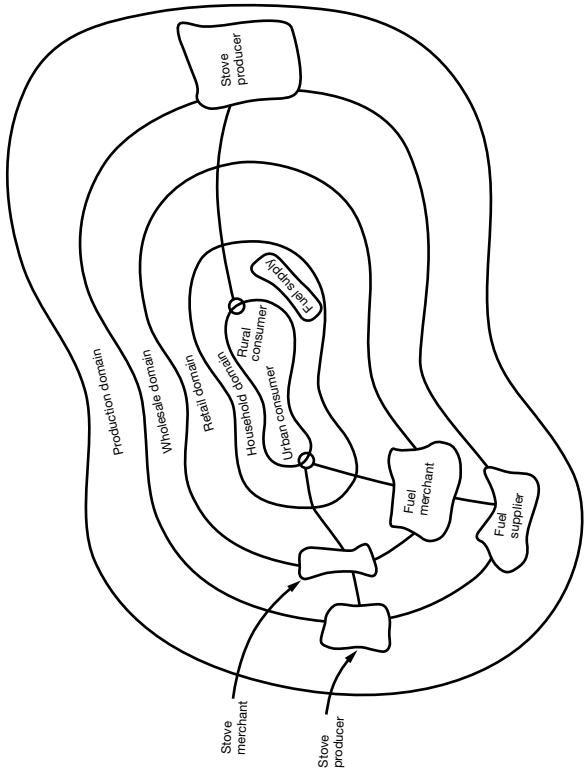
Beträffande den växande forskningstraditionen *innovationssystem* (se kapitel 6.7), kan vi på likartat sätt notera att konsumentperspektivet i stort sett är frånvarande. Man intresserar sig för ”systemet” i stort: förnyelsen i industrins branscher, samspelet mellan akademi, industri och stat, internationella beroenden och jämförelser.

Att ett genuint konsumentperspektiv saknas i de nämnda forskningstraditionerna beror inte på några grundläggande teoretiska svårigheter. Det handlar om att de ledande forskarna knappast med energi drivit detta perspektiv i empirisk forskning. Ruth Schwartz Cowan noterar om sina forskarkolleger att de ”… are asking questions with which the people embedded in the network may never have been concerned” (Schwartz Cowan 1987). Hennes eget bidrag diskuteras i nästa delavsnitt.

Konsumtionen i centrum: en annorlunda systemsyn

Ruth Schwartz Cowan är nordamerikansk historiker, med hemarbete och hemmets teknik som huvudområde. Hon har publicerat ett tiotal böcker och ett stort antal artiklar. Hennes mest kända bok är *More Work for Mother* (Schwartz Cowan 1983), prisbelönad år 1986 av Society for the History of Technology (SHOT). Schwartz Cowan har etablerat sig som hemmets och hemteknikens historiker, inte i första hand som systemforskare.

Det är emellertid hennes ”inhopp” bland systemforskarna i SCOT-boken (Bijker m fl ed 1987) som här skall kommenteras. Den uttalade ambitionen med hennes artikel är att ge konsumenten en huvudroll: ”put the consumer in the center of the network”, ”view the network from the consumer’s point of view”. Systemkonstruktionen är emellertid inte tecknad på fri hand, utan har vuxit fram i ett försök att lösa ett särskilt intrikat historiskt ”pussel” som handlar om konsumenter och konsumtion av spisar och kaminer under 1800-talet i USA.



Figur 8:1 Systemskiss över hur konsumenter i staden och på landsbygd överväger att köpa en spis eller kamin, kring 1760. De små cirklarna markerar "the consumption junction" (från Bijker m fl ed 1987, sid 270).

Den systemuppbyggnad som visade sig lösa pusslet för Schwartz Cowan har två särskilda egenskaper:

1. Den förlägger konsumenten/konsumenterna i systemets centrum, i stället för i dess periferi. I periferin – närmast systemgränsen – hamnar i stället produktionen och närmast innanför denna sådant som storlager och grosshandelsdistribution (*wholesale*).

2. Uppmärksamheten i analysen koncentreras på en eller ett par särskilda punkter i systemet. Det är de tider och platser där konsumenten väljer mellan konkurrerande tekniker. Schwartz Cowan kallar en sådan punkt för en *consumption junction*.

Kaminer (*stoves*) av gjutjärn började tillverkas i början av 1700-talet. De var tekniskt uppenbart överlägsna den ”öppna spis” (*open hearth*) som tidigare varit nästan allenarådande för uppvärmning i bostäder. Fördelarna var: bättre bränsleekonomi, värme genom uppvärmd luft i stället för enbart strålningsvärme, lättare att kontrollera intensitet och lufttillförsel. Dessutom gav de möjlighet att kombinera uppvärmning med matlagning. En särskilt förnämlig variant utformades av Benjamin Franklin kring 1750: ”The Pennsylvania Stove”. Det forskningsproblem som behöver lösas är: varför slog denna uppenbart bättre teknik inte igenom förrän mot mitten och slutet av 1800-talet? Franklins utmärkta spis blev en kommersiell flopp. Hur skall man förstå detta?

Schwartz Cowan observerar att järnhanteringen under denna tid bedrevs i huvudsak i stora, geografiskt utspridda bruk, avlägsna från städer och tätorter. Den var vid sådana ”storjärnbruk” (*iron farms*) som spisar, kaminer och andra föremål av gjutjärn tillverkades. De ingick i samma process som tackjärn och annat råjärn, och göts alltså direkt av det smälta järn som kom ur masugnarna. Det var billigt och rationellt.

Det ledde emellertid till att de färdiga produkterna måste transporteras långa vägar till konsumenterna. Transporterna var dyra och priserna blev därför avskräckande för de flesta. Även i användbarheten fanns det problem. De flesta modeller kunde inte kombineras med matlagning. Därför skulle det behövas två kaminer i ett hushåll, varav den ena var mycket dyr, med åtföljande dålig bränsleekonomi. Vidare fanns, med rätt eller orätt, en föreställning att kaminerna, som inte fordrade så mycket luftdrag som den öppna spisen, bidrog till ett unket inomhusklimat och dålig hälsa. Konsumenter både i staden och på landet måste också vid sin *consumption junction* bedöma såväl kaminen som bränslet: ingendera av dem var lätt tillgängliga och jämförelser svåra att göra. Konsumenten under senare hälften av 1700-talet hade, kort sagt, vid sin *consumption junction* en hel mängd frågor, men till de flesta fanns inga bra svar.

Den innovation som slutligen löste upp dilemmat (och gjorde det möjligt för Schwartz Cowan att lägga färdigt sitt pussel) kom från en fabrikant vid namn Jordan Mott i New York. Han sysslade med såväl försäljning av spisar (från järnbruk långt borta) och bränsle (ved och kol). Hans stora insats var att (under senare delen av 1820-talet) börja tillverka spisar i staden, genom att smälta om tackjärn i särskilda ugnar, och sedan gjuta spisar. Dessa var tekniskt inte så mycket smartare än sådana som redan fanns, men ekonomin blev överlägsen eftersom järnet kunde fraktas i stor skala och den förädlade produkten tillverkas nära konsumenten. Denna fick en billigare produkt, och hade helt nya möjligheter att överblicka vad hon behövde och vad hon köpte vid sin *consumption junction*. Schwartz Cowan rundar av sin detaljrika förklaring med att det var först efter det att hon själv vänt perspektivet och noga granskat alternativen som hon insåg varför det inte är självklart att det som är tekniskt ”bättre” också är ”bättre” för konsumenten (sid 273).

Med en systemanalys som ställer konsumenten i händelsernas centrum har Schwartz Cowan inte bara löst en förbryllande fråga, som

uppträder i många sammanhang och varianter: varför väljer inte människor det ”bästa” alternativet? Hon har också visat hur det kan gå till att göra systemanalys nerifrån och upp (*bottom-up*) i stället för uppifrån (producent, industri) och ner (hushåll, konsument, människa) (*top-down*).

Vardagsliv och tidsgeografi

Den nu nämnda studien av Ruth Schwartz Cowan valdes som exempel på systemforskning som vänder perspektivet ut-och-in: placerar människan/brukaren i centrum snarare än i periferin. Den valdes givetvis för att den är intressant i sig, men också för att den fogats in som en kontrasterande del i den tongivande antologin *SCOT* (Bijker m fl ed 1987).

Bilden bör dock komplettas med en forskningstradition som har sitt ursprung i Sverige och fått starkt genomslag här, nämligen den av Torsten Hägerstrand grundlagda tidsgeografin. Grundtanken i denna är att man skapar beskrivningar av individers rörelse i både tid och rum. Genom grafiska, eller geometriskt tänkta, återgivanden av dessa kan man studera en människas räckvidd under en viss tid (ibland illustrerat som ett tidsprisma), hur möten mellan människor inträffar eller vilka möten som över huvud taget är möjliga. Från Hägerstrands ursprungliga idé och begreppsapparat har det vuxit fram konkret empirisk forskning kring bland annat människors vardagsliv och dess nätverks- eller systemkaraktär.

Representativ och ledande inom denna forskningstradition är Kajsa Ellegård, sedan 1998 professor vid tema Teknik och social förändring. Hon är ursprungligen elev till Torsten Hägerstrand. Jag ska inte göra några försök att beskriva Ellegårds, delvis tekniskt avancerade, forskningsmetod. Den kan betraktas som en del av systemforskningen, även om orden system eller systemanalys används ganska sparsamt. En bild av vilka problem som lämpar sig för denna ansats ges här genom några titlar på svenskspråkiga uppsatser av Ellegård (och medarbetare) från de senaste 12 åren:

- Att ta kontroll över sitt vardagsliv: kvalitativ dagboksmetod för reflektiv emancipation.
- I spänningsfältet mellan social intressegemenskap och social närhet.
- Att hitta system i den välkända vardagen – en tankeram för studiet av vardagens aktiviteter och projekt.
- Att använda varor och tjänster i vardagens projekt – om konsumtionens vidd och mening.
- Vardagslivets valfrihet – om energianvändning, vardagsliv och bebyggelsemönster.
- Vardagsmat – om smör och ost i tid och rum.

Det ska också nämnas att Ellegårds tidsgeografiska forskning genom samarbete med dataloger kunnat kombineras med avancerad datorgrafik i tre dimensioner. Om detta, liksom om Ellegårds samtliga vetenskapliga och populära publikationer, kan man läsa i vänboken *Sammanvävt* (Palm & Wihlborg red 2011).

Professor Torsten Hägerstrand (1916–2004) skulle egentligen förtjäna ett helt kapitel i den här boken – och då inte bara som upphovsman till den tidsgeografiska forskningstraditionen. Han har på ett självständigt (några skulle kanske säga: egensinnigt) sätt utvecklat den kulturgeografiska forskningstraditionen. Han hämtade inspiration från såväl samhällsvetenskap som naturvetenskap och humaniora. Hans doktorsavhandling (1953) behandlade *Innovationsförloppet ur korologisk synpunkt*. Redan här öppnar Hägerstrand för systemteoretiska tankegångar, och förblir sedan aktivt intresserad av såväl innovation som geografiska informationssystem (GIS) (långt innan båda dessa begrepp kom i allmänt bruk och blev något av slagord). Hans kulturgeografiska systemtänkande fick också stor praktisk betydelse inom samhällsplaneringen; inte minst inom det område som under lång tid kallades regionalpolitik. Både hans tankar och hans personliga vägledning har haft djupgående betydelse för en vid grupp av forskare och samhällplanerare.

För den som vill ta del av huvuddragen i Hägerstrands tänkande och söka spåra hans inflytande som system-, teknik- och samhällstänkare hänvisas till en läsvärd antologi *Om tidens vidd och tingens ordning* (Hägerstrand 1991, red Carlestam & Sollbe), en originaluppsats (Hägerstrand 1982, finns även på engelska i Ingelstam ed 1996) samt till den postumt utgivna imponerande boken *Tillvaroväven* (Hägerstrand 2009) som också innehåller en fullständig bibliografi.

8.7 Komplexitet och demokrati

Redan i inledningen angav jag det moderna samhällets systemkaraktär som motiv för att studera systemfrågor. En ökande systemiskhet innebär att samhällets tekniska och socio-tekniska system blir allt mer omfattande och dessutom tätare integrerade: systemrelationerna blir fler och mera intrikata. Detta förhållande kan få samhället att framstå som obegripligt, ogenomskinligt och ostyrbart. Ur den stora litteraturen om det högtekniska, expertberoende och massmediala samhället kan vi fånga upp en central tankegång, här formulerad av den finländske filosofen och humanisten Georg Henrik von Wright (1986 sida 84):

> *Det är möjligt att det industriella och teknifierade samhällets komplikationer är så stora, att demokratiskt deltagande i de offentliga beslutsprocesserna i längden måste urarta till en tom formalitet av antingen instämmande eller protest inför obegripliga alternativ.*

Författaren är sålunda pessimistisk vad gäller demokrati och begriplighet. Naturvetenskapens begriplighetskris är besvärlig nog. Sedan minst ett halvsekel har fysikerna tvingats arbeta med modellföreställningar som innefattar ”både/och” snarare än entydiga beskrivningar (antingen/eller). Begrepp som orsak/verkan och samtidighet är i den

moderna naturvetenskapen ganska problematiska. Till detta lägger von Wright alltså det moderna *samhällets* ogenomskinlighet. I släptåg på båda uppträder en rad fenomen som enligt hans mening gränsar till vidskeplighet: antirationalistiska protester och svårgenomträngliga ”vishetsläror”.

Situationen kan inte avhjälpas genom att förnuftet i den klassiska meningen överges – det är den tyngsta delen av von Wrights budskap. Begripligheten förblir ett omistligt värde men problemen kvarstår. En av von Wrights teser är att vi måste bryta med det ”teknologiska imperativet”, alltså föreställningen att allt som är tekniskt möjligt att göra eller tillverka också måste förverkligas. Det nära ”förbundet mellan vetenskap, teknologi och industri” betyder att den tekniska utvecklingen ”i sig” kommit att identifieras med det nationella intresset och framsteget. Om människors *verkliga* intressen av teknisk utveckling fick komma till uttryck, och om samhället kunde genomlysas av en högre grad av *vishet*, då – men bara då – skulle den demokratiska livsformen få nytt liv och en verklig påverkan från människorna kunna återupprättas.

Så långt Georg Henrik von Wrights djupgående systemkritik. Denna tankegång ger starka argument för att utveckla systemtänkandet men leda det i humanistiska banor. Den komplexitet som von Wright talar om utgör ett hot mot demokratin, men den kan trängas tillbaka endast gradvis och då ersättas med genomskinligare och intellektuellt bättre utformade system.[3)]

Även för Niklas Luhmann är ett grundläggande motiv för att arbeta ut en teori för sociala system att den ska hjälpa människan och sociala aktörer att hantera komplexitet. Avgränsningen av systemet mot dess

---

[3)] Jag har behandlat dessa frågor mer utförligt, med hänvisning inte bara till tankar från von Wright utan också Torsten Hägerstrand, Thorstein Veblen och den tyske teknikern och författaren Klaus Traube (Ingelstam 1990, en version på engelska återfinns i Ingelstam ed 1996). En av Herbert Spencer inspirerad klassifikation av vad ”ökad systemiskhet” egentligen kan innebära har gjorts av Svante Beckman (i en uppsats med olika titlar men i stort sett lika innehåll, Beckman 1995a,b).

omgivning har sin fundamentala betydelse genom att den reducerar graden av den komplexitet som systemet självt måste hantera.

Systemanalysen har därför en demokratisk dimension. Några traditioner blundar för detta. I vissa fall (som kan gälla teknisk utveckling eller administrativa reformer) kan företrädarna gladlynt uppmuntra till ökad komplexitet.[4)]

Flertalet av de traditioner som diskuterats kan emellertid ge bidrag till ökad *förståelse* av ett allt mer systemiskt samhälle: de har därför också en pedagogisk funktion. Men det skulle kunna betraktas som ett egenvärde, inte minst vid nykonstruktion, att system är enkla och transparenta; detta värde kan och får givetvis vägas mot andra värden. Jag har funnit ett par genomtänkta bidrag inom systemforskningen som har pläderat för att systemen själva borde förenklas, göras mer begripliga och transparenta (se Traube 1978, Hägerstrand 1982) men har förvånat mig över att de är så få.

Alla forskare och alla traditioner bör dock ställa sig inför komplexiteten som demokratiskt problem, och kanske stava på den lilla text som jag en gång fick av en matematikervän, och länge hade uppsatt i mitt arbetsrum:

> *”Are you helping with the solution or contributing to the problem?”*

[4)] Bernward Joerges har i en temperamentfull och rolig artikel (Joerges 1996) påvisat med vilken iver och samtidigt föga eftertanke som forskare inom traditionen socio-tekniska system talar om *complexity* i tid och otid: ”complex-speak”.

Referenser

A

Ackoff, Russell L och Sasieni, Maurice W (1968): *Operationsanalys*. Stockholm: Beckman.

Ackoff, Russell L (1992): *Beyond total quality management.* High-profile lecture, University of Hull, 18 September.

Air pollution across national boundaries: the impact on the environment of sulfur in air and precipitation: Sweden's case study for the United Nations Conference on the Human Environment. (1971): Stockholm: Utrikesdep.

Ansvarskommittén (2007): *Hållbar samhällsorganisation med utvecklingskraft.* (SOU 2007:10).

Arbetsgruppen för framtidsforskning (1972): *Att välja framtid*. Stockholm Allmänna förl. (SOU 1972: 59).

Arthur, W Brian (1989): Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events, *Economic Journal*, 99 (1989), sid 116–131.

Arthur, W Brian (1994): *Increasing returns and path dependence in the economy.* University of Michigan Press, Ann Arbor.

Arthur, W Brian (2009): *The Nature of Technology: What it is and how it evolves.* Allen Lane/Penguin Books, London.

Ashby, William Ross (1952): *Design for a brain*. London: Chapman & Hall.

Ashby, William Ross (1956): *An introduction to cybernetics*. London: Methuen University Paperback.

Asplund, Johan (1979): *Teorier om framtiden*. LiberFörlag, Stockholm.

Azar, C & Lindgren, K with contributions by Hijino, E (1998): *Energiläget 2050*. Naturvårdsverket (rapport 4894).

B

Bateson, Gregory (1972): *Steps to an Ecology of Mind*. New York: Ballantine Books.

Beck, Ulrich (1986): *Risk society. Towards a new modernity*. London: Sage.

Beckman, Svante (1995a): En världsbildande teknik. I Karlsson, Magnus & Lennart Sturesson (red) (1995): *Världens största maskin. Människan och det globala telekommunikationssystemet* (sid 256–281). Stockholm: Carlsson bokförlag.

Beckman, Svante (1995b): IT och världsbilderna. *I Infrastruktur för informationssamhället. Teknik och Politik* (sid 185–214). Stockholm: Nutek,

Närings- och teknikutvecklingsverket (B 1995:1).
Beer, Stafford (1972): *Brain of the firm: the managerial cybernetics of organization*. London: Allen Lane The Penguin Press (andra upplagan 1981).
Beer, Stafford (1974, omtryck 1994): *Designing Freedom*. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
Beer, Stafford (1979): *The heart of enterprise*. Chichester: Wiley.
Beer, Stafford (1994): *Beyond dispute: the invention of team syntegrity*. Chichester: Wiley.
Bell, Daniel (1973): *The Coming of Post-Industrial Society*. New York: Basic Books.
Berger, P L & Luckman, C (1966): *The social construction of reality*. New York: Doubleday Anchor.
Bertalanffy, Ludwig von (1968): *General System Theory: foundations, development, applications*. New York: George Braziller.
Bijker, Wiebe E, Hughes, Thomas P & Pinch, Trevor J (1987): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. The MIT Press, Cambridge, England.
Björkqvist, Olof (1996): *Perspectives on demand-side energy efficiency*. Diss. Chalmers tekniska högskola (Ny serie; 1212).
Bladh, Mats (1999): *Posten, staten och informationssamhället*. Stockholm: Kommunikationsforskningsberedningen (KFB-Rapport 1999.10).
Boulding, Elise & Boulding, Kenneth E (1995): *The future: images and processes*. Thousand Oaks, Calif.: Sage.
Boulding, Elise (1986): *Från vision till verklighet: ett nordamerikanskt perspektiv*. Stockholm: Fredsårsdelegationen.
Boulding, Kenneth E (1956): General Systems Theory – The Skeleton of Science. *Management Science*, 2, Providence, RI. Även i General Systems Yearbook 1956.
Boulding, Kenneth E (1985): *The World as a Total System*. Sage Publications, London.
Brundtland, G, (chair) (1987): *Our Common Future*. World Commission of Environment and Development, United Nations.
Buckley, Walter (1967): *Sociology and modern systems theory*. Englewood Cliffs, N J: Prentice Hall.

C

Callon, Michel (1986). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. I Law, John (ed) *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge*. London: Routledge.
Carlsson, Bo (ed) (1995): *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht: Kluwer.
Castells, Manuel (1999): *Informationsåldern: ekonomi, samhälle och kultur*. Bd 1, Nätverkssamhällets framväxt. Göteborg: Daidalos.

Castells, Manuel (2000a): *Informationsåldern: ekonomi, samhälle och kultur*. Bd 2, Identitetens makt. Göteborg: Daidalos.

Castells, Manuel (2000b): *Informationsåldern: ekonomi, samhälle och kultur*. Bd 3 Millenniets slut. Göteborg: Daidalos.

Churchman, C West (1967): *The Systems Approach*. New York: Dell Publishing.

Churchman, C West (1968): *Systemanalys*. Stockholm: Rabén & Sjögren.

Churchman, C West (1979): *The Systems Approach and its Enemies*. New York: Basic Books.

Collins, Harry M (ed) (1982): *Sociology of scientific knowledge*. Bath: Bath U P

Collins, Harry M & Pinch, Trevor J (1998): *The golem: what you should know about science*. Cambridge: Cambride Univ. Press.

Cyert, Richard M & March, James G (1992): *A behavioral theory of the firm*. Cambridge, Mass: Blackwell.

D

Demokratiutredningen (2000): *En uthållig demokrati! Politik för folkstyrelse på 2000-talet*. Stockholm: Justitiedepartementet. (SOU 2000:1).

Dreborg, K H (1996): Essence of backcasting. *Futures*, 28(9), 813-828.

E

Easton, David (1953): *The Political System: An inquiry into the state of political science*. Alfred A, Knopf, New York.

Easton, David (1965a): *A framework for political analysis*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N J.

Easton, David (1965b): *A systems analysis of political life*. John Wiley & Sons, Inc, New York.

Easton, David (1990): *The Analysis of Political Structure*. Routledge, New. London.

Edquist, Charles (ed) (1997): *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter.

Ehliasson, Kent (2005): *Framtidsstudier i stora organisationers långsiktiga planering: analysmodell och fallstudier*. Diss. tema T, Linköpings universitet.

Espejo, R, Schumann, W, Schwaninger, M, Bilello, U (1996): *Organizational Transformation and Learning: A Cybernetic Approach to Management*. Chichester: Wiley

Espejo, Raul (ed) (1997): *To be or not to be, that is the system: a tribute to Stafford Beer*. [CD-ROM]. Carl-Auer-Systeme-Verlag, Heidelberg.

Espejo, Raúl & Harnden, Roger eds (1989): *The viable system model: interpretations and applications of Stafford Beer's VSM*. Chichester: Wiley

Ewertsson, Lena (2001): *The triumph of technology over politics? Reconstructing television systems: The example of Sweden*. Diss. tema T, Linköpings universitet. (Linköping Studies in Arts and Science, 232,)

F

Foerster, Heinz von (1960): On Self-Organizing Systems and Their Environments. I Yovits, M & Cameron, S (eds). *Self-Organizing Systems*. Pergamon Press, London.

Foerster, Heinz von (1984 [1960]): *Observing systems*: Andra upplagan. Seaside, Calif.: Intersystems Publications.

Foerster, Heinz von (1995): *Cybernetics of cybernetics*, Minneapolis, Minn.

Foerster, Heinz von (2003): *Understanding understanding: essays on cybernetics and cognition*. New York: Springer.

Forrester, Jay W (1961): *Industrial Dynamics*. The MIT. Press, Cambridge, Massachusetts.

Forrester, Jay W (1969): *Urban Dynamics*. The MIT. Press, Cambridge, Massachusetts.

Forrester, Jay W (1971 & 1973 2nd ed): *World Dynamics*. Wright-Allen Press, Inc. Cambridge, Massachusetts.

Forrester, Jay W (1972): *Datamodeller och samhällsforskning*. Läromedelsförlaget, Stockholm.

Forskningsrådsutredningen (1977): *Forskningspolitik: betänkande*. Stockholm: LiberFörlag/Allmänna förl. (SOU 1977:52)

Framtidsstudiekommittén (1986): *Att studera framtiden: Betänkande Del 1 och 2*. Stockholm: Liber/Allmänna förl. (SOU 1986: 33, 34).

Freeman, C (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.

Freeman, S David et al (1974): *A Time to Choose. America's Energy Future*. Final report, Energy policy project of the Ford Foundation. Ballinger, Cambridge, Mass.

Frängsmyr, Tore (1980): *Framsteg eller förfall. Framtidsbilder och utopier i västerländsk tanketradition*. Stockholm: LiberFörlag Kontenta.

G

General Systems: yearbook of the society for general systems research (1956–1988), Louisville, Ky: Society for general systems research.

Gerholm, T R (1962): *Fysiken och människan*. En introduktion till den moderna fysikens världsbild. Stockholm: Aldus/Bonniers.

Gerholm, T R & Magnusson S (1966): *Idé och samhälle*. Lärobok i idéhistoria för gymnasiet. Stockholm: SÖ-förlaget.

Gerholm, Tor Ragnar (1978): Teknikens reifikation, I Sörbom, Per (red) *Attityder till tekniken*. Stockholm: Riksbankens Jubileumsfond (RJ 1978:6) och Ingenjörsvetenskapsakademin.

Glad, Torkel och Ljung, Lennart (1989): *Reglerteknik. Grundläggande teori*. Lund: Studentlitteratur. Omarbetad upplaga 2006.

Glad, Torkel och Ljung, Lennart (1991): *Modellbygge och simulering*. Lund: Studentlitteratur.

Glad, Torkel och Ljung, Lennart (1997): *Reglerteknik. Flervariabla och*

olinjära metoder. Lund: Studentlitteratur.

Globaliseringsrådet (2009): *Bortom krisen. Om ett framgångsrikt Sverige i den nya globala ekonomin*. (Utbildningsdep. Ds 2009:21).

Goldemberg, J, Johansson, T B, Reddy, A K N, Williams, R H (1985): An end-use oriented global energy strategy. *Annual Review of Energy* 10, 613-688.

Grint, Keith & Woolgar, Steve (1997): *The Machine at Work: Technology, Work and Organization*. Cambridge: Polity Press.

Gyllensten, Lars (1973): Information, skeninformation och brus. I *Människan i framtidens kommunikationssamhälle*. Stockholm: Sekretariatet för framtidsstudier. (DsJu 1973:23).

H

Habermas, Jürgen & Luhmann, Niklas (1971): *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologi – Was leistet die Systemforschung?* Theorie-Diskussion. Frankfurt av Main: Suhrkamp Verlag.

Habermas, Jürgen (1984–1987): *Theory of Communicative Action*. 2 band. London: Heinemann.

Hammer, Michael (1998): *Beyond reengineering*. London: Harper Collins.

Henning D, Amiri S & Holmgren K (2006): Modelling and optimisation of electricity, steam and district heating production for a local Swedish utility, *European Journal of Operational Research*, Vol 175, No 2, sid 1224–1247.

Henning D, Trygg L (2008): Reduction of Electricity Use in Swedish Industry and its Impact on National Power Supply and European CO_2 Emissions, *Energy Policy*, Vol 36, No 7, sid 2330–2350.

Herrera, Amilcar O (1976): *Catastrophe or new society?: a Latin American world model*. Ottawa: International Development Research Centre.

Hobbes, Thomas (1651): *Leviathan*. Se t ex Rogers, G A J & Schuhmann, K (2005): *Thomas Hobbes Leviathan. A critical edition*. London, Continuum.

Hofstaedter, Douglas (1979): *Gödel, Escher, Bach. The Eternal Golden Braid*. Basic Books, New York.

Huczynski, A A (1993): *Management Gurus*, Routhledge, London.

Hughes, Agatha C & Hughes, Thomas P (eds.) (2000): *Systems, Experts, and Computers: The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After*. MIT Press, Cambridge, Mass.

Hughes, Thomas P (1983): *Networks of Power*. Electrification in Western Society 1880–1930. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Hägerstrand, Torsten (1953): *Innovationsförloppet ur korologisk synpunkt*. Diss. Lunds universitet. Lund: Gleerup.

Hägerstrand, Torsten (1982): Komplexitet och delaktighet i samfundets liv. Några tankar om problemet. *Vår lösen* 73, sid 169–180.

Hägerstrand, Torsten (1991): *Om tidens*

vidd och tingens ordning. Stockholm: Byggforskningsrådet. (Red Gösta Carlestam & Barbro Sollbe).
Hägerstrand, Torsten (2009): *Tillvaroväven* (redigerad av Kajsa Ellegård och Uno Svedin, med en bibliografi sammanställd av Bo Lenntorp). Stockholm: Forskningsrådet Formas.
Höjer, M & Mattsson, L-G (2000): Determinism and backcasting in future studies. *Futures*, 32(7), sid 613–634.
Höjer, M (2000). *What is the Point of IT? – backcasting urban transport and land-use futures*. Diss. KTH, Stockholm (TRITA-IP FR 00-72).

I

IIASA (2011a): *What is IIASA?* Tillgänglig: www.iiasa.ac.at/docs/IIASA_Info.html [2011-10-04].
IIASA (2011b): *IIASA Research*. Tillgänglig: www.iiasa.ac.at/Research/research_overview_2011.html [2011-09-15].
Ingelstam, Lars & Sturesson, Lennart (red) (1995): *Brus över landet – om informationsöverflödet, kunskapen och människan*. Stockholm: Carlsson.
Ingelstam, Lars (1990): Makt och omakt i systemsamhället. Reflexioner kring överblick, kunskap och delaktighet. I Beckman, Svante (red) (1990): *Teknokrati Arbete Makt*. Stockholm, Carlsson Bokförlag, sid 232–269.
Ingelstam, Lars (1996): Democracy and the Systemic Society. I Ingelstam, Lars (red) (1996), sid 165–181.
Ingelstam, Lars (1997): *Ekonomi för en ny tid*. Carlsson, Stockholm.
Ingelstam, Lars (1997): Det goda arbetet: om materiell utveckling och organiserad medkänsla. I von Wright, Georg von (red) *Handla!: om förändring, välfärd, arbete, lärande, konsumtion, arkitektur, design, kultur, framtid*. Stockholm: Nerenius & Santérus.
Ingelstam, Lars (2004): *Kampen om kunskapen*. Stockholm: Lärarförbundets förlag.
Ingelstam, Lars (red) (1996): *Complex Technical Systems*. Stockholm: FRN/NUTEK (FRN Report 96:5).
IVA (1969): *Svenskt institut för framtidsstudier*. IVA rapport 20, 1969. Stockholm: Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademin.
IVA (2003a): *Energiframsyn Sverige i Europa: Energin – mot en ny era! En systemstudie*. Panelen för systemframsyn. Stockholm, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademin (IVA-M 338)
IVA (2003b): *Energiframsyn Sverige i Europa: Energi 2050 – närmare solen*. Panelen för långsiktsframsyn. Stockholm, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademin (IVA-M 341).

J

Jackson, Mike C (1995): Beyond the Fads: Systems Thinking for Managers. *Systems Research*, Vol 12, No 1, sid 25–42.
Jennergren, Carl Gustav (red) (1977): *Trends in planning: a collection of essays from the Planning depart-*

ment of the Swedish national defense research institute (FOA). Stockholm: Försvarets forskningsanst.

Joerges, Bernward (1996): Large Technical Systems and the Discourse of Complexity. I Ingelstam (red) (1996), sid 55–72.

Johansson, H J, McHugh, P, Pendlebury, A J & Wheeler W A (1993) *Business Process Re-engineering*. Wiley, Chichester.

Johansson, Magnus (1996): Posten och stora tekniska system. I Nissen, Jörgen (red) *Posten och informationssamhället – en förstudie*. Stockholm: Kommunikationsforskningsberedningen (KFB- rapport 1996:1), sid 11–44.

Johansson, T B & Steen P (1981): *Energi – till vad och hur mycket?* Framtidsbilder, LiberFörlag, Stockholm.

Jonsson, Kjell (1997): Det nya vetenskapskriget. *Framtider* 1/97.

Journal of Applied Behavioral Science (1986).

Jouvenel, Bertrand de (1974): *L'Art de la conjecture*. Paris.

Jungk, Robert (1953): *Redan i framtiden*. Stockholm: Geber.

Jungk, Robert (1990): *Katalog der Hoffnung: 51 Modelle für die Zukunft*. Herausgegeben von Robert Jungk und der Internationalen Bibliothek für Zukunftsfragen in Salzburg. Frankfurt a. M: Luchterhand.

Jönhill, Jan Inge (1997): *Samhället som system och dess ekologiska omvärld. En studie i Niklas Luhmanns sociologiska systemteori*. Diss. Lunds universitet (Dissertations in Sociology 17).

K

Kahn, Herman & Wiener, Anthony J (1967): *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*. New York: MacMillan.

Kaijser, Arne & Tiberg, Joar (2000): From Operations Research to Futures Studies: the Establishment, Diffusion and Transformation of the Systems Approach in Sweden, 1945–1980. I Hughes & Hughes (eds) (2000).

Kaijser, Arne (1986): *Stadens ljus. Etableringen av de första svenska gasverken*. Diss. tema T, Linköpings universitet.

Kaijser, Arne (1994): *I fädrens spår*. Den svenska infrastrukturens historiska utveckling och framtida utmaningar. Stockholm: Carlsson.

Kittel, Charles & Kroemer, Herbert (1980): *Thermal Physics*. W H Freeman and Company New York.

KTH (2011): *Plan för forskarutbildningen i optimeringslära och systemteori*. Tillgänglig: www.math.kth.se/optsyst/forskning/forskarutbildning/doktorand.html [2011-10-04].

L

Laginder, Ann-Marie (1989): *Framtidsbilder i offentligt utredande*. Diss. tema T, Linköpings universitet (Linköpings Studies in Arts and Science, No 42).

Lako, P, Ybema, J R & Seebregts, A J (1998): *The long-term potential of*

fusion power in Western Europe. ECN, Haag.
Laporte, Todd (ed) (1991): *Social responses to the effects of LTS: Regulation, management, anticipation and free reign*. Berkeley.
Latour, Bruno & Woolgar, Steve (1979): *Laboratory life: the social construction of scientific facts*. Beverly Hills: Sage.
Latour, Bruno (1987): *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
Law, John & Hassard, John (eds) (1999): *Actor Network Theory and After*. Blackwell Publishers/The Sociological Review.
Law, John (2009): Actor network theory and material semiotics. I Turner (ed) 2009, sid 141–158.
Lee, Francis (2011a): Annemarie Mol: en praktikfilosof med fokus på objektens multiplicitet, i Åsberg, Cecilia, Hultman, Martin & Lee, Francis (red).
Lee, Francis (2011b): Michel Callon: en av aktör-nätverksteorins skapare. I Åsberg, C, Hultman, M & Lee, F (red).
Lidskog, Rolf, Sandstedt, Eva & Sundqvist, Göran (1997): *Samhälle, risk, miljö. Sociologiska perspektiv på det moderna samhällets miljöproblem*. Studentlitteratur, Lund.
Lindblom, Charles E (2002): The science of 'muddling through'. I Holmblad Brunsson, Karin: *Organisationer*. Lund: Studentlitteratur, sid 116–125.
Lindqvist, Svante (1984): *Technology on trial. The Introduction of Steam Power Technology in Sweden 1715–1736*. Almqvist & Wicksell International, Stockholm.
Luhmann, Niklas (1984): *Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Suhrkamp Verlag: Frankfurt am Main.
Luhmann, Niklas (1986): *Ecological Communication*. The University of Chicago Press.
Luhmann, Niklas (1995a): *Das Recht der Gesellschaft*. Frankfurt am Main.
Luhmann, Niklas (1995b): *Die Kunst der Gesellschaft*. Frankfurt am Main.
Luhmann, Niklas (1995c): *Social Systems*. Stanford University Press, California.
Luhmann, Niklas (1996): *Die Wirtschaft der Gesellschaft*, Frankfurt am Main.
Luhmann, Niklas (2000a): *Die Politik der Gesellschaft*. Frankfurt am Main.
Luhmann, Niklas (2000b): *Die Religion der Gesellschaft*. Frankfurt am Main.
Lundvall, B Å (ed) (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
Lönnroth, Måns, Johansson, Thomas B & Steen, Peter (1978): *Sol eller Uran – att välja energiframtid*. Framtidsbilder, LiberFörlag, Stockholm.
Lönnstedt, Lars & Randers, Jørgen (1979): *Wood resource dynamics in the Scandinavian forestry sector*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniv. (Studia forestalia Suecica 152).

M

Marcuse, W, Bodin, L, Cherniavsky, E & Sanborn, Y (1976): A dynamic time dependent model for the analysis of alternative energy policies. I *Operational research* '75: proceedings of the seventh IFORS International conference on operational research, Tokyo, Kyoto, Japan, July 17–23, 1975, ed by K.B. Haley. Amsterdam: North Holland.

Masuda, Yoneji (1984): *Informationssamhället*. Malmö: LiberFörlag.

Maturana, Humberto R & Varela, Fransisco J (1992): *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Boston.

Mayntz, Renate & Hughes, Thomas P (eds) (1988): *The Development of Large Technical Systems*. Boulder, Colorado: Westview Press. (Schriften der Max-Planck-Institut für Gesellschaftforschung, Köln; 2).

McCulloch, Warren S (1988): *Embodiments of mind*. Cambridge, MA, US: The MIT Press.

McCulloch, Warren S & McCulloch, Rock (1989): *The Collected Works of McCulloch, Warren S. and Rock McCulloch*. Intersystems Publications, Salinas.

McCulloch, Warren S & Pitts, Walter (1943): A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *Bulletin of Mathematial Biophysics 5*: 115-133.

McCulloch, Warren S, Lettvin, J Y, Pitts, W H & Dell, P C (1953): Une comparison entre les machines à calculer et le cerveau. I *Les machines à calculer et la pensée humanie*, Paris, 8–13 janvier 1951. Paris: [En] vente au Service des publications du Centre national de la recherche scientifique, sid 425–443.

Meadows, Dennis L et al (1972): *Limits to Growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books, New York.

Meadows, Dennis L m fl (1972): *Tillväxtens gränser*. En rapport utarbetad för Romklubbens projekt Mänsklighetens situation. Stockholm: Bonniers.

Meadows, Donella H, Meadows, Dennis L & Randers, Jørgen (1992): *Beyond the limits. Global collapse or a sustainable future*. Earthscan Publications Limited, London.

Medina, Eden (2006). Designing Freedom, Regulating a Nation: Socialist Cybernetics in Allende's Chile. *Journal of Latin American studies*. (Cambridge University Press): 571–606.

Medina, Eden (2011): *Cybernetic revolutionaries: technology and politics in Allende's Chile*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Meehl, G A, T F Stocker, W D Collins, P Friedlingstein, A T Gaye, J M Gregory, A Kitoh, R Knutti, J M Murphy, A Noda, S C Raper, I G Watterson, A J Weaver & Z-C Zhao (2007): Global Climate Projections. I Solomon, S, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, K B Averyt, M Tignor & H L Miller (eds) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Miser, Hugh J, Quade, Edward S & Schwarz, Brita (eds) (1985): *Handbook of systems analysis. Vol 1: Overview of uses, procedures, applications, and practice*. Chichester: Wiley.

Miser, Hugh J & Quade, Edward S (eds) (1988): H*andbook of Systems Analysis. Vol 2: Craft Issues and Procedural Choices*. Chichester: Wiley.

Miser, Hugh J (ed) (1995): *Handbook of Systems Analysis. Vol 3: Cases*. Chichester: Wiley.

Misheva, Vessela Ivanova (2000): *Shame and guilt: sociology as a poietic system*. Diss. Uppsala univ. Uppsala: Sociologiska institutionen.

More, Thomas (1516): *Utopia*. På svenska: *Utopia – Landet ingenstans*, Artos & Norma Bokförlag 2002.

N

Nelson, R R & Winter, S (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Nelson, R R (ed) (1993): *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.

Nelson, Richard (1977): *The Moon and the Ghetto*. New York: Norton.

Neumann, John von & Morgenstern, Oscar (1944): *Theory of games and economic behavior*. Princeton, N J: Princeton University Press.

Nilsson, Jan-Evert (1979): *Norrland år 2001: Drivkrafter bakom ett regionalt skeende från historia till framtid*. Diss. Umeå universitet. Liber Läromedel Malmö.

Nørretranders, Tor (1993): *Märk världen*. En bok om vetenskap och intuition. Bonnier Alba. (På danska 1991).

O

Olsson, Mats-Olov & Sjöstedt, Gunnar (eds) (2004): *Systems approaches and their application: examples from Sweden*. Boston, Mass.: Kluwer Academic.

P

Palm, Jenny & Wihlborg, Elin (red) (2011): *Sammanvävt.* Det goda livet i vardagsforskningen. En vänbok till Kajsa Ellegård. Linköping: Tema T.

Parsons, Talcott (1937): *The Structure of social action: a study in social theory with special reference to a group of recent European writers*. McGraw-Hill, New York.

Parsons, Talcott (1951) *The Social System*. London: Routledge & Kegan Paul.

Parsons, Talcott (1960): Pattern Variables Revisited: A Response to Robert Dubin, *American Sociological Review*, 25 (4) (August): 467-83.

Peters, T J & Waterman, R H (1982): *In Search of Excellence*. Harper & Row, New York.

Peters, T J (1989): *Thriving on Chaos*. Macmillan, London.

Peters, T J (1992): *Liberation Management*. Macmillan, London.
Polak, Fred (1955): *Die toekomst is verleden tijd*. Amsterdam. (Engelsk översättning av Elise Boulding: *The Image of the Future*. Amsterdam 1973).

Q

Qvortrup, Lars (1998): *Det hyperkomplekse samfund, 14 fortellinger om informationsamfundet*. Gyldendal, København.

R

Randers, Jørgen, Stenberg, L & Kalgraf, K (1978): *Skognaeringen i overgangsalderen: en analyse av overgangen fra raskt voksende til tilnaermet konstant produksjonsvolum i Nordens skognaering*. Oslo: Cappelen.
Rhenman, Eric (1975): *Systemsamhället: Om organisationsproblem i samhället*. Stockholm: Aldus.
Rindzeviciute, Egle (2008): *Constructing Soviet cultural policy: cybernetics and governance in Lithuania after World War II*. Diss. Linköpings universitet.
Robinson, J B (1982): Energy backcasting. A proposed method of policy analysis. *Energy Policy*, 10(4), 337-344.
Robinson, J B (1990): Futures under glass: a recipe for people who hate to predict. *Futures*, 22(9), 820-843.
Rosenberg, Nathan (1982): *Inside the black box. Technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
Rosenhead, Jonathan (1989): *Rational Analysis for A Problematic World*. Chichester: Wiley.
Rydén, Bo (ed) (2010): *Towards a Sustainable Nordic Energy System*. [Elektronisk]. Stockholm: Elforsk (Nordic Energy Perspectives). Tillgänglig: www.nordicenergyperspectives.org/huvudrapport.pdf. [2011-09-29]

S

Sanne, Christer (1987): Vi flytt int' – om boende, bostadsval och trygghet. I Ingelstam, Lars (red): *Tid, boende, teknik*. Stockholm: Byggforskningsrådet, sid 131–142.
Santa Fe Institute (2011): Tillgänglig: www.santafe.edu. [2011-09-29].
Schon, Donald (1972): *Blindgångare mot framtiden*. Pan, Stockholm (Originalets titel *Beyond the stable state*, 1971).
Schumacher, E F (1975): *Litet är vackert*. Stockholm: Prisma. Original Small is beautiful (1973).
Schumpeter, Joseph (1912): *Theory of Economic Development*. Reprint: Harvard University Press, Cambridge MA, 1934, 1966.
Schumpeter, Joseph A (1989) The Creative Response in Economic History. I Clemence, R (ed) *Essays on entrepreneurs, innovations, business cycles, and the evolution of capitalism/Joseph A. Schumpeter*. New Brunswick: Transacting Publishers. Originalartikel 1947.
Schwartz Cowan, Ruth (1983): *More Work for Mother. The Ironies of*

Household Technology from the Open Hearth to the Microwave. New York: Basic Books.

Schwartz Cowan, Ruth (1987): The Consumption Junction: A Proposal for Research Strategies in the Sociology of Technology. I Bijker, Hughes & Pinch (eds.), sid 261–280.

Sekretariatet för framtidsstudier (1974): *Debatten om tillväxtens gränser*. Stockholm: Statsrådsberedningen.

Senge, P M (1990): *The Fifth Discipline*. Random House, London.

Shannon, C & Weaver, W (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, USA (senare upplaga 1998).

Simon, H (1969): *The Sciences of the Artificial*. MIT Press London.

Simon, Herbert A (1971): *Administrativt beteende: en studie av beslutsprocessen i administrativa organisationer*. Stockholm: Prisma, i samarbete med Svenska civilekonomföreningen. (*Administrative behavior*; originaltitel utgiven 1953).

Skyttner, Lars (1996): *General Systems Theory. An Introduction*. MacMillan Press Ltd, London.

Sokal, Alan D (1996): Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity *Social Text* 1996:1-2.

Summerton, Jane (1998): Stora tekniska system. En introduktion till forskningsfältet. I Blomkvist, Pär & Kaijser, Arne (red) *Den konstruerade världen. Tekniska system i historiskt perspektiv*. Stockholm: Brutus Östlings Bokförlag Symposium, sid 19–43.

Summerton, Jane ed (1994): *Changing Large Technical Systems*. Boulder, San Francisco, Oxford: Westview Press.

Sundqvist, Göran (1999): Framgångsteknik: Om IT-infrastruktur och teknikdeterminism. *VEST* nr 1–2, 1999, vol 12, sid 105–133.

Systems research: the official journal of the International Federation for Systems Research (1984–1996). International Federation for Systems Research. Oxford: Pergamon Press.

T

Teknisk framsyn (2000). *Rapport från Teknisk framsyn – panel ...* Stockholm: Ingenjörsvetenskapsakad.

TCO (1970): *Forskning och utveckling*. Stockholm: TCO/Prisma.

Traube, Klaus (1978): *Müssen wir umschalten – von den politischen Grenzen der Technik*. Hamburg: Rowohlt Verlag.

Turner, Bryan S (ed) (1999): *The Talcott Parsons Reader*. Malden, Mass: Blackwell.

Turner, Bryan S ed (2009): *The new Blackwell companion to social theory*. Chichester: Blackwell Publishing Ltd.

U

Unger, Thomas (2010): *Beräkningar för Energimyndighetens Långtidsprognos 2010*. PROFU, Mölndal.

VW

Veblen, Thorstein (1921): *The engineers and the price system*. New York: Huebsch.

Wene C-O & Rydén, B (1988): A comprehensive energy model in the municipal energy planning process. *European Journal of Operational Research*, Vol 33:2, sid 212–222.

Wiener, N (1945): Cybernetics. *Scientific American*, 179 (5), 14-18

Wiener, N (1948): *Cybernetics – Control and Communication in the Animal and the Machine*. John Wiley, NY. Andra upplagan, utökad med två kapitel, kom 1961. Senare omtryck finns.

Wiener, Norbert (1967): *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*. Pocketutgåva med efterord av Walter A Rosenblith. New York, Discus/Avon Books. Första upplagan 1950, senare omtryck finns. En svensk översättning, *Materia, maskiner, människor*, publicerades första gången 1952.

Wijkman, Anders m fl (1992). *Vår energiframtid*. Göteborg: Göteborg energi.

Wilber, Ken (1995): *Sex, ecology, spirituality: the spirit of evolution*. Boston: Shambhala.

Wilber, Ken (1996): *A brief history of everything*. Boston: Shambhala.

Winner, Langdon (1977): *Autonomous Technology. Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought*. Cambridge, Massachusetts and London, England: The MIT Press.

Wittrock, Björn (1980): *Möjligheter och gränser. Framtidsstudier i politik och planering*. Liber Förlag, Stockholm.

Wright, Georg Henrik von (1978): *Humanismen som livshållning*. Helsingfors: Söderström.

Wright, Georg Henrik von (1986): *Vetenskapen och förnuftet*. Helsingfors: Söderström.

Y

Young, O R (1964): A survey of general systems theory, *General Systems*, vol IX.

Å

Åkerman, Brita (m fl) (1983): *Den okända vardagen. Om arbetet i hemmen*. Stockholm: Akademilitteratur.

Åkerman, Jonas (2011): *Transport systems meeting long-term climate targets: A backcasting approach*. Stockholm: KTH Miljöstrategisk analys.

Åsberg, Cecilia, Hultman, Martin & Lee, Francis (Red) (2011): *Posthumanistiska nyckeltexter: materiell-semiotik*. Lund: Studentlitteratur.

Ö

Öquist, Oscar (1983): *Se världen som den är: människan i ett systemperspektiv*. Stockholm: Liber Förlag.

Öquist, Oscar (1992): *Systemteori i praktiken: systemteorins tillämpning inom skola, vård, socialt arbete*. Göteborg: Gothia. Senare upplaga 2003.

Vårt samhälle beskrivs allt oftare som ett systemsamhälle. Tekniska, ekonomiska, administrativa och sociala system får allt större omfattning och spelar en växande roll i våra liv. Fördjupade och kritiska kunskaper om system är därför inte bara viktiga i största allmänhet, utan nödvändiga om vi skall kunna styra vårt samhälle i demokratiska former.

Den vetenskapliga behandlingen av system har utvecklats inom olika traditioner, men alla bygger på utlån och inlån av teorier och begrepp mellan områden. Därför är ”system” ett särdeles tvärvetenskapligt område. I boken presenteras de flesta forskningstraditioner som kan räknas in i systemforskningen. Den har en icke-teknisk, resonerande karaktär och författaren kallar den ”en resguide snarare än en generalstabskarta, ett flygfoto snarare än en närbild”.

I den nya upplaga som här presenterats har författaren tillsammans med Lennart Sturesson moderniserat innehållet, bland annat med framtidsstudier kring energi och klimat.

Energimyndigheten

Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00. Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se