Talet om tekniska system - förväntningar, traditioner och skolverkligheter

Claes Klasander

Nationella forskarskolan
i naturvetenskapernas och teknikens didaktik

Linköpings universitet
UTBILDNINGSVETENSKAP

fontD

Submitted to the Faculty of Educational Sciences at Linköping University in partial
fulfilment of the requirements for the degree of Doctorate of Philosophy

Studies in Science and Technology Education No 32

Talet om tekniska system

- förväntningar, traditioner och skolverkligheter

Claes Klasander

fontD

Nationella forskarskolan i
naturvetenskapernas och teknikens didaktik

Linköpings universitet
UTBILDNINGSVETENSKAP

Linköpings universitet, Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier,
Norrköping 2010

Studies in Science and Technology Education (FontD)

The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD, <http://www.isv.liu.se/fontd>, is hosted by the Department of Social and Welfare Studies and the Faculty of Educational Sciences (OSU) at Linköping University in collaboration with the Universities of Umeå, Karlstad, Linköping (host) and the University of Colleges of Malmö, Kristianstad, Kalmar, Mälardalen and The Stockholm Institute of Education. FontD publishes the series Studies in Science and Technology Education.

Distributed by:

The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education,
FontD, Department of Social and Welfare Studies
Linköping University
S-601 74 Norrköping
Sweden

Claes Klasander (2010)

Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter

ISSN: 1652-5051

ISBN: 978-91-7393-332-2

Copyright: Claes Klasander

Printed by: VTT Grafiska, Vimmerby, Sweden

Original: Åsa Fredricson, Marulk Rekalmbyrå AB

Illustration front page: Boris Lyubner, Getty Images

Prolog

Föreläsaren hade kommit till slutet av 1700-talet och ångmaskinens intåg. Det hela rörde teknikhistorisk utveckling och jag var intresserad eftersom jag själv hade undervisat om de viktiga steg teknikutvecklingen tagit, de nya uppfinningar som sett världens ljus och i kraft av sin genialitet och sitt genomslag ofta påverkat både oss människor och vår omvärld på ett genomgripande sätt. Där jag förväntade mig en inträngande redogörelse för övergången från intern till extern kondensering av ångan, från enkel- till dubbelpåverkad cylinder och kanske lite ytterligare heroiserande av James Watt, bröt föreläsaren av i en annan riktning. Först uppfattade jag inte riktigt det hela. Det var som om det slank ur honom lite ur mungipan: "... men egentligen så är ångmaskinen ingenting utan sin gruva eller sin järnväg." I den fortsatta föreläsningen avhandlades så teknikens beroende karaktär – både av sin egen utvecklings historia, sin genes, och av sin inplacering i en samtida omgivning, människorna inkluderade.

Allt tog en ny vändning.

Tack!

Under de ganska många år jag arbetat i grundskolan, vid lärarutbildningen och på CETIS (Centrum för tekniken i skolan), hade jag succesivt jobbat upp en kunskapsörst. Det fanns så mycket jag ville veta om teknik. Forkarutbildningen vid Fontd erbjöd en möjlighet att få stilla en del av denna.

Tiden som doktorand har inte enbart varit ett ensamföretag. När jag blickar tillbaka, ser jag den långa rad av människor vilka på olika sätt varit outhärliga för att jag skulle komma framåt. Alla ni är värda ett tack, nämnda som onämnda.

Till mina båda handledare vill jag sända ett särskilt tack. Det har varit inspirerande, lärorikt och bildande att ha universitetslektor Thomas Ginner som huvudhandledare – och även roligt! Varmt tack, Thomas! Du har betytt oerhört mycket. Som biträdande handledare har universitetslektor Jan-Erik Hagberg spelat en viktig roll. Strategisk och lugn, uppmuntrande och stilsäker. Det har varit givande och trevligt att lära känna dig, Jan-Erik.

Institutionen för beteendevetenskap och lärande (IBL) vid Linköpings universitet stödde mig i beslutet att söka doktorandtjänsten, och har stöttat mig under tiden. Det är jag tacksam för!

I avhandlingsarbetets olika faser har några personer lyssnat på mig, läst mina texter och bidragit med viktiga inspel, rikttningsangivelser och ifrågasättanden. Professor Glenn Hultman visade mig både på spår som jag borde vandra, och spår som jag borde undvika. Professor Kerstin Bergqvist, professor Lars Ingelstam och universitetslektor Magnus Hultén var diskutanter på mina ”procentseminarier”. Tack till er!

Jag vill också tacka alla i Fontd, men speciellt vår administratör, Anna Ericson, och de av mina kollegor som har intresserat sig för teknik – inte minst Maria Svensson och min ”partner” Lasse Björklund, med vilka jag diskuterat system.

Tack, alla doktorandkollegor, seniora forskare, svenska och internationella föreläsare i ”Rockelstadgruppen”! Det är viktigt att känna en gemenskap – och att ha skoj.

De personer som befolkar CETIS är oerhört viktiga för mig. Den glädje och tilltro ni förmedlar gör arbetet lättare. Tack ”consul(t) emeritus” Hans Ehrnborg, Eva Skogman, Pether Erngren, Katarina Blomqvist, Cissi Axell och Anette Pripp, m.fl. I det nationella nätverk för tekniklärarutbildare som CETIS driver, har jag haft möjlighet att presentera delresultat av min forskning. Denna intressanta och trevliga grupp vill jag tacka mycket.

Till de lärare som öppnade upp sin verksamhet för mig, och blev delaktiga i min forskning, vill jag också rikta ett tack. Ni fick mig att alltid känna mig välkommen.

I slutfasen är det några som bör omnämnas. Den redan då unge Jonas Hallström bistod mig med sina engelskakunskaper och min far, Håkan, slet trots dåliga ögon med mitt korrektur. Tack även till Åsa Fredricson på Marulk Reklambyrå.

På mitt tjänsterum står en liten figur som föreställer professor Kalkyl. Inom min familj är den nog sinnebilden av mig. Tack, för att ni har låtit mig hålla på, uppföra mig tokigt, somna i soffan och vara disträ. Det här med kunskapstörsten kring teknik visade sig nämligen vara som att dricka saltvatten – jag blev bara allt törstigare. Då var det bra att det fanns andra vattenhål som lockade. Ni som visade mig dit, ska också ha tack.

Det har aldrig varit så nära som nu!

Thank you!

There are also some overseas colleagues and friends I would like to send my regards to: Dr Vicki Compton, who told me to put down my feet once and for all, and who also helped out with the summary of my thesis. She, her husband and other kiwis have shown great generosity. Dr David Barlex, in debates a strong defender of the Technology banner. He has given me good advice. Professor Marc de Vries, who has a broad view over the field of research concerned with D&T education. All these three have given very interesting lectures at "Rockelstadgruppen". One person we are still waiting for to come there is Steven Keirl, a man of great hospitality. I would like to hear more from him about how to combine humanism and technology.

Innehåll

Prolog	3
Tack	4
Innehåll	7
1 Bakgrund, syften och frågeställningar	11
Inledning	11
Teknikundervisning i ett svenskt skolperspektiv	12
Syfte och frågeställningar	15
Avgränsningar	17
Teknik eller teknik – skolämne eller fält	18
2 Teoretiska och analytiska utgångspunkter	19
En diskursiv ansats – från läroplan till arenor	19
Tre utbildningsarenor	21
Formuleringsarenan	22
Medieringsarenan	25
Realiseringsarenan	27
Följemeningar – ett teoretiskt perspektiv i pragmatisk tradition	28
Diskursens kunskapsobjekt: tekniska system	35
Hur kan man tänka om system?	36
Vad kännetecknar tekniska system?	38
Tekniska system och sociala aspekter	42
Aktanter	44
Tekniska system, kunskap och språk	44
Systemsignifikanter	46
3 Tidigare forskning	49
Läroplansforskning	49
Teknikdidaktisk forskning	52
4 Metoder	59
Val av empiriskt material och metoder	59
Genomförande och analys	59
En praxisnära didaktisk ambition	65
Etisk granskning	67

5 Följemeningar inom talet om tekniska system 69

Undervisningsfokus	70
Storlek/komplexitet	71
System som samlade komponenter	71
Relationen mellan komponenterna	72
Systemets relation till omgivningen	73
Systemspråk	75
Det ontologiska systemspråket	75
Det epistemologiska systemspråket	76
Miljöspråket	77
Styr och reglerspråket (S&R)	79
Bildningsemfaser	80
Design and makeemfasen (D&M)	80
Den industriella emfasen	81
Den hållbara utvecklingsemfasen (HU)	82
Hantera vardagenemfasen	83
Den medborgerliga emfasen	84
Den teknikhistoriska emfasen	84
Sammanfattning av regelkategorier och följemeningar	86

6 Formuleringsarenan 89

Talet om systemet är en del av teknikämnts historia	89
Lgr 80 och Tekniken	89
Lgr 80 – Teknikens position i NO-blocket	91
Lgr 80 – det undersökande arbetssättet	92
Lgr 80 – det praktiska argumentet	95
Lgr 80 – system och produktion	96
Lgr 80 – systemperspektiv och miljö	97
Lgr 80 – sammanfattning	98
Kommentarmaterialet till Lgr 80	101
Kommentarmaterialets behandling av system- begreppet	102
Teknikens relation till andra ämnen	103
Kommentarmaterialet – sammanfattning	109
Betänkandet SOU 1992:94: Skola för bildning – talet om system förstärks	110
Betänkandets framspringande systemsyn	112
Systemen och MTSN	113
Den demokratiska aspekten	116
Den hållbara utvecklingsemfasen växer sig starkare	122

Skola för bildning – sammanfattning	125
Teknik i Lpo 94	127
Teknikens position	128
Talet om tekniska system inom Lpo 94	134
Lpo 94 – sammanfattning	146
Formuleringsarenan – sammanfattning	147
7 Medieringsarenan	149
Projektet Barn och Teknik	150
Projektets systemansats	151
Det borttappade systemperspektivet	154
Läromedel	155
Hur system presenteras	156
Komplexifiering	165
Fascinationen för artefakten	175
Det naturvetenskapliga företrädet	187
Etablerade tal om tekniska system	192
Läromedel – sammanfattning	203
Tävlingar, projekt m.m.	204
Medieringsarenan – sammanfattning	207
Systemen och begreppen	207
System och handlingsberedskap	207
8 Realiseringsarenan	209
Draghögskolan	210
Ove, Ulrika, Cissi och Tekniken på skolan	212
Arbetsområde 1: Bron 1.0 – att lägga till systemperspektiv	218
Arbetsområde 2: Bron 2.0 – Trafiksystem	225
Arbetsområde 3: Bilen	229
Arbetsområde 4: Vardagsteknik – från "Hem ljuva hem" till "Hemmet som system"	231
Arbetsområde 5: Huset som system 1.0	235
Arbetsområde 6: Tekniklego	239
Arbetsområde 7: Huset som system 2.0 – Hemmet, staden, (världen)	242
Realiseringsarenan – sammanfattning	249
Fokus på artefakten – ett hinder som går att undanröja	251
Diskursens materialitet	252
Emfasernas och systemspråkens roller	252

9 Talet om tekniska system	
– en sammanfattande diskussion	255
Artefaktens hegemoni	257
Naturvetenskapens hegemoni	261
Produktionskedjornas starka position	269
Tekniska systemen i historiskt ljus	270
Människans roll i talet om tekniska system	271
Begreppsbristen på tre arenor	275
Reflektioner	276
Vidare forskning	278
English summary	281
Background	281
Purpose and research questions	282
Theoretical and methodological framework	283
Interventionist Phase	284
Textual Analysis Phase	284
Results	285
Categories of companion meanings and their characteristics	285
Discussion of each School Arena	287
Conclusions and discussion	294
Bilagor	297
Bilaga 1	297
Bilaga 2	299
Källor och litteratur	302

1 Bakgrund, syften och frågeställningar

Inledning

Våra moderna västerländska liv och samhällen är djupt beroende av teknik, vår omvärld allt mer teknikimpregnerad och allt mer systemisk till sin karaktär. Vi rör oss ständigt i och mellan de tekniska system vi har byggt upp och förlitar oss på dem. Vi utnyttjar dem och påverkar dem. De mer eller mindre komplexa tekniska artefakter vi använder och de tekniska system vi brukar, är något som de flesta ser som naturliga inslag i vår vardag. Vi står i relation till tekniken, både som brukare, som yrkesverksamma och som medborgare. I det samhälle där vi lever, är de tekniska systemen ägda, kontrollerade och reglerade i intrikata beroendevävar mellan stat, organisationer och företag. Trots systemens ständiga närvaro i våra liv, tar många av oss den teknik de erbjuder för given på ett sätt som gör dem näst intill osynliga. Ett illustrativt exempel är det globala kommunikationssystemet, "världens största maskin", och hur vi använder det.¹ Man kan alltså med fog hävda att de tekniska systemen, oavsett storlek, utgör en viktig del av vår vardag, vårt yrkes- och företagsliv, det politiska Sveriges verksamhet och vårt utbildningsväsende. Systemen är delar av samhällsväven.

Med ovan sagda i åtanke, är det därför inte överraskande att ordet "system" nämns tio gånger i den svenska kursplanen för ämnet Teknik i Lpo 94 och de betygskriterier som finns angivna där. Räknar man med liknande formuleringar, som t.ex. "komplexa anordningar" eller "komplicerade tekniska företeelser", ökar antalet omnämningar. Ord som "komponent", som indirekt pekar mot system, nämns också flera gånger.²

På en allmän nivå verkar det accepterat att grundskolans teknikämne ska innehålla moment som rör tekniska system. Det finns inget annat ämne som så tydligt ges ett ansvar att bereda ungdomarna möjlighet att erövra kunskap om och skapa sig möjligheter att agera i det sömlösa nät som de tekniska systemen utgör.³ Här framträder också ett av skälen till varför denna avhandling intresserar sig för didaktiska aspekter på undervisning kring tekniska system.

1 Karlsson & Stureson, 1995.

2 Skolverket, 2000b, kursplaner och betygskriterier, reviderade 2000.

3 Metaforen *ett sömlöst nät* är inspirerad av T P Hughes. Han fokuserar i sin text på de stora tekniska systemen, vilket är en av flera viktiga och möjliga gränsdragningar, Hughes, 1988.

Under rubriken *Ämnets karaktär och uppbyggnad* innehåller kursplanen för teknikämnet inom Lpo 94 en särskild passage för *Komponenter och system*:

Föremål med teknisk funktion ingår nästan alltid, mer eller mindre nära sammanlänkade, som komponenter i större system. Exempel på stora system är de nät som förmedlar gods, energi eller information medan vagnar, kraftledningar och datorer är komponenter i dessa system. Ibland är det också meningsfullt att definiera delsystem, dvs. mellannivåer i systemhierarkin. Genom att studera enskilda tekniska lösningar och deras infogning i större system kan eleverna få viktiga insikter i teknikens speciella karaktär och villkor.⁴

Detta kan betraktas som en portalparagraf när det gäller systemperspektiv i dagens teknikundervisning. Det betyder att lärare i teknik förväntas inkludera de tekniska systemen och därtill kopplade systemaspekter i sin undervisning. Citatet ovan innehåller flera begrepp som är centrala för denna avhandling. Samtidigt vet vi att nationella kursplaner och deras uttolkningar inte är beständiga, utan förändras över tid.

Teknikundervisning i ett svenskt skolperspektiv

Utvecklingen av det svenska teknikämnet finns beskriven av flera författare.⁵ Jag skulle vilja lyfta fram några speciella aspekter med relevans för denna avhandling. Av särskilt intresse är de motiv som funnits för att ha teknik på schemat liksom karaktären på undervisningsområdet.

Motiven för att utbilda elever i teknik har i läroplanssammanhang skiftat något mellan reformerna, så även formerna. Under Lgr 62 fanns teknikinslag dels inom tillvalsämnet *teknisk orientering* på högstadiet och dels inom en ämnesgrupp inom den *teknisk-praktiska linjen* och linjevalssystemet för den nionde årskursen. Utbildningen hade en tydlig yrkesorienterad inriktning och andelen pojkar dominerade stort bland dem som valde teknik, både som tillval och som linjeval. När Lgr 69 introducerades försvann linjevalet och ersattes med ett rent tillvalssystem. Möjligheten att välja teknik minskade, inte minst timplanemässigt. Fortfarande var det en utbildning för och av pojkar.⁶ Det rena yrkesorienterande syftet kompletterades med syften som angavs i termer som att undervisningen skulle bygga på elevernas vardagsnära kunskaper och en något mer

4 Skolverket, 2000b, kursplaner och betygskriterier reviderade 2000.

5 En framställning görs av teknikdidaktikern Inga-Britt Skogh i hennes avhandling "Teknikens värld – flickors värld". Den sträcker sig från Lgr 62 fram till och med tillkomsten av det obligatoriska teknikämnet inom Lpo 94. Skogh, 2001, kap 2.3.

6 Se t.ex. Riis, 1996, s 42 f.

uttalad inriktning mot teknikens roll i samhällsutvecklingen. Arbetslivsfokuset var dock fortfarande dominerande.

Under 1970-talet uppmärksammade staten dels obalansen i könsfördelningen inom teknikundervisningen och dels att grundskolans yrkesförberedande roll minskade i och med att nästan samtliga elever gick vidare till fortsatta studier. Det öppnade för en diskussion om ett teknikämne ”för alla” – obligatoriskt och mindre yrkesorienterat – för den kommande läroplansrevisionen som ledde fram till Lgr 80.

Teknikämnet fick ingen egen entydig ämnesbeskrivning inom Lgr 80 och ämnet kom att behandlas som en del av de naturvetenskapliga ämnena. Inom de syftesbeskrivningar som ges inom Lgr 80 har statsvetaren Ole Elgström och pedagogen Ulla Riis identifierat sex aspekter, vilka de menar karaktäriserar ämnet:

1. teknik som vardagskunskap
2. teknik som arbetslivsorientering,
3. teknik som kunskap för att möta fritiden på ett meningsfullt sätt
4. teknik som grund för vidare studier
5. förståelse för teknikens roll i samhällsutvecklingen och
6. teknik och det undersökande arbetssättet.⁷

Bakom innehållsmässigt centrala aspekter som dessa ligger argument för ett mer allmänbildande teknikämne. Man kan se att den rörelsen upprätthålls i och med övergången till den i skrivande stund senaste läroplanen, Lpo 94. Thomas Ginner, som var en av de centrala personerna bakom formuleringarna av kursplanen i Teknik inom Lpo 94, beskriver motiven för ämnet såsom varande fyra:

1. En oro ”för en framtida brist på tekniskt och naturvetenskapligt utbildad arbetskraft”.
2. Eleverna behöver en teknisk allmänbildning för att som medborgare kunna delta och ta ansvar i framtidens samhälle.
3. Eleverna behöver kunna identifiera och lösa tekniska problem i sin egen vardag.
4. Skolämnet Teknik skulle vara en plats där eleverna fick möjlighet att ”träna sin förmåga att kombinera teoretisk och praktisk kunskap”,

7 Elgström & Riis, 1990, kap 1.2 och 1.3.

en förståelse för och en förtrogenhet med tekniken, samt att kunna värdera tekniska lösningar.⁸

De skrivningar rörande motiven för teknikämnet som här tydliggörs, bygger på ett brett bildningsideal. Syftet är inte att utbilda specialister, utan att möjliggöra för människan, eleven, att vidga sin förståelse för andra ännu okända världar och värden. Inte minst förstärks detta intryck av en passage i den reviderade kursplanen i teknik från år 2000:

Överhuvudtaget är tekniken en mötesplats för idéer och kunskaper av de mest skiftande ursprung, något som har karakteriserat den sedan äldsta tider.⁹

Tekniken ges därmed en egen kulturell inramning, eller kanske till och med tillmäts ett kulturellt innehåll. Den framstår här inte enbart som tekniska artefakter eller processer som är målrationala lösningar på identifierade behov, utan även som en av många möjliga mänskliga kulturella uttrycksformer.¹⁰

Realiseringen av teknikämnets intentioner i 1994 års läroplansreform lämnades i hög grad åt lärarna själva. Endast ett kortfattat kommentarmaterial utvecklades och det dröjde fram till 1999 innan regeringen startade ett treårigt kompetensutvecklingsprojekt som rörde naturvetenskap, teknik och miljö i skolan.¹¹ På ett nationellt plan utgör även detta en bakgrund för avhandlingen, en del av spänningsfältet mellan t.ex. nationella ambitioner, styrdokumentens utformning, lärares kompetens och förmåga att utveckla och förändra, samt de etablerade traditioner som finns inom svensk skola med avseende på teknikundervisning. Sammanfattningsvis kan sägas att perioden från det tidiga 60-talet

8 Ginner, 1996, s 17 f.

9 Skolverket, 2000b.

10 En kontrasterande uppfattning framfördes av vetenskapsfilosofen Ingemar Nordin, 1983, när han introducerade begreppet *paraprax*. Syftet var att markera att teknikens roll framför allt var att lösa praktiska problem, inte vetenskapliga. Teknik ska bedömas efter sin funktionalitet och inte efter sin vetenskapliga generaliserbarhet, menade Nordin. Därav ändelsen *prax*. Samtidigt byggde han sin analys på en tekniksyn som fokuserar på den tekniska processens upprepbarhet. "Endast sådana handlingar som utföres gång på gång för att ge samma typ av resultat kan kallas teknik", (s 11). Som en konsekvens av sin målrationala maskinliknande tekniksyn, tar han avstånd från konst som en form av teknik.

Svein Sjøberg didaktiker med inriktning mot naturvetenskap, berör teknologi som något som är skilt från naturvetenskapen när han från ett didaktiskt perspektiv resonerar om hur dessa båda, men framför allt naturvetenskap, kan ses som en del av den mänskliga kulturen, Sjøberg, 2005.

11 Från Skolverkets sida finns ingen offentlig utvärdering av denna satsning. Däremot har myndigheten låtit utvärdera den speciella fortbildningsinsats som rörde teknikämnet. Rapporten "Men till hösten så..." studerar utfallet av det nationella projektet "Tekniken lyfter", Hermansson, m.fl., 2004.

fram till idag präglats av en rörelse från en yrkesförberedande ”allmänpraktisk utbildning” till ett mer allmänbildande teknikämne.

Att tillverka produkter – gärna i en problemlösande process – och att lära sig något om de olika konstruktionerna utgör ett dominerande inslag i den svenska grundskolans teknikundervisning. Samtidigt ska eleverna bekanta sig med redskap, material, tillverkningsprocesser och grundläggande tekniska funktioner. Strävan har även varit att bryta den uppdelning som uppenbarligen funnits mellan pojkars och flickors möjligheter att identifiera sig med teknikämnets innehåll. En ytterligare riktning har varit mot att mer tydligt inkludera samhällseliga aspekter inom ämnets ram, samt att hålla fram teknik som ett eget kunskapsområde.

Syfte och frågeställningar

Denna avhandling berör flera aspekter av undervisning om tekniska system i ett grundskolperspektiv. Ett antal frågor av didaktisk karaktär har fungerat som insteg för mig. Hur ser skolans erbjudande ut till eleverna att hjälpa dem att förstå komplexa tekniska samband, så att de kan agera och navigera i sin tekniska omgivning? Vad säger kursplanen i det ämne som har det uttalade ansvaret att behandla teknik? Hur gör lärarna? På vilka sätt presenteras tekniska system i läromedel? Hur talas det om tekniska system i skolan?

På ett annat plan har mitt intresse för de tekniska systemen sprungit fram ur funderingar över hur vi kan göra den konstruerade världen, som framstår som så komplicerad, transparent utan att behöva öppna varenda ”svart låda”. Är det möjligt, utan att behöva förstå hur t.ex. varje dator, router, program och protokoll som omfattas av Internet, fungerar? En ytterligare undran rör människans roll i eller till de tekniska systemen.

I grunden finns ett forskningsproblem som kan sägas beröra teknikutbildning i allmänhet, där det huvudsakliga syftet är att undersöka *hur undervisning om tekniska system tas upp till behandling i skolan*. På vilket sätt tas den tekniska för-tätning och den ökade systemiskhet jag inledningsvis beskrev upp i grundskolan och dess undervisning? Ett eventuellt svar på den frågan har vi redan sett: en portalparagraf kring *komponenter och system* skrevs in som en del av kursplanen för Teknik inom Lpo 94. Men införandet av nytt innehåll i skolan kan på många sätt innebära svårigheter eftersom ämnestraditioner bär på etablerade strukturer – inte bara på kursplanenivå. En huvudfråga är därför:

Hur har den svenska skolan hanterat den didaktiska uppgiften att utveckla ett undervisningsområde om tekniska system?

För att undersöka detta har jag gjort tre delstudier på olika arenor med relevans för undervisningen: formuleringsarenan, medieringsarenan och realiseringsarenan.

Frågor om skolans kunskapsinnehåll tas bland annat upp av forskare som vänder sig till texter så som läromedel och läroplaner. I en del fall tar denna forskning en normativ utgångspunkt i läroplanen som föreskrift och avslutar med att ange ”didaktiska implikationer”, d.v.s. rekommendationer till undervisningen.¹² Risken med sådana studier är att resultaten blir alltför utopiska i relation till lärares vardag. Ytterligare finns andra forskningstraditioner där fokus riktas mot skolans praktik, men dessa riskerar att tappa fokus på kunskapsinnehållet till förmån för ett intresse för praktikens inneboende komplexitet. Hur lärare utvecklar och prövar undervisning om tekniska system, kan i sin tur bidra med en speciell typ av kunskap om *talet om tekniska system*. Denna kunskap bygger på lärarnas professionaliteter och utgångspunkten att de agerar intelligent utifrån de ramar som finns för deras verksamhet.¹³

På dessa tre arenor manifesteras det som reellt kan forma lärares undervisning kring tekniska system med olika uttryck i termer av meningserbudanden. Genom att utgå från den läroplansteoretiska tradition som studerar skolrelaterade texters kunskapsinnehåll och samtidigt inkludera skolans praktik, hoppas jag ha kommit närmare didaktikens frågor. Ytterligare en förhoppning är att jag därigenom också ökat möjligheten att göra tolkningar och dra slutsatser, som är relevanta för lärare, liksom för t.ex. läromedels- och kursplaneförfattare. En första delfråga är därför:

Hur kommer talet om tekniska system till uttryck på olika arenor?

Avsikten har varit att undersöka uttryck, förhållanden, villkor och händelser på tre olika arenor. Vad som karaktäriserar arenornas förutsättningar och hur aktiviteter på dem konstrueras som meningserbudanden inom den huvuddiskurs jag benämner *talet om tekniska system* har härvid varit av intresse.¹⁴

12 Den brittiske professorn i lärandeteori, Ivor Goodson, kritiserar i *Forskning om utbildning: en antologi* den forskning som enbart utgår från läroplanen som föreskrift (Curriculum As Prescription) och det enögdade maktperspektiv som detta innebär. Han menar att CAP-forskningen avkontextualiserar läroplansforskningen och på ett begränsande sätt endast betraktar läroplanen som föreskrift och norm. Genom att systematiskt undersöka hur läroplaners sociala konstruktion förhandlas, samt kombinera detta med studier av realisering och praktik, är det möjligt att finna grundläggande didaktiska relationer, Goodson, 1992, s 148.

13 Jag kommer enbart att tangera de ramfaktorteoretiska modellerna för beskrivningen av villkoren för skolans verksamhet och vill här enbart framhålla att jag finner dem ha stort förklaringsvärde för just de realiteter som påverkar undervisningen. Se t.ex. Lundgren, 1979.

14 Att just välja *talet om tekniska system* som studieobjekt för avhandlingen är hämtat från en specifik forskningstradition där intresset vänds mot skolans diskurser. Owe Lindberg, 2002, utgår i sin avhandling *Talet om lärarutbildning* från att det varken finns en lärarutbildning eller ett sätt

För att synliggöra de traditioner som finns, lagras och integreras med det kunskapsinnehåll som rör tekniska system, har studien behövt en historisk del. Enskilda dokument, som kursplaner eller läromedel, ges ut vid specifika tillfällen. Men dels omfattar arenorna flera aktörer vilka gör inspel och därmed bidrar till diskursens formering, dels betraktar jag dessa inspel som delar av en i tiden utsträckt process. För att ytterligare öka möjligheterna att belysa *talet om tekniska system*, vill jag ta hjälp av ett historiskt komparativt och kontrasterande anslag.¹⁵ Mina frågor till historien söker inte i första hand svaret på *när* en förändring av synen på det kunskapsinnehåll som relaterar till tekniska system sker, utan hur förändringen tar sig uttryck och vad förändringen innebär. Detta leder till en andra delfråga:

Vilka historiskt betingade och begränsande avlagringar kan urskiljas på formulerings- och medieringsarenorna?

Frågorna söker svar på vilka förväntningar som ställs (eller vilka löften som utställs) inom skolan, och hur dessa beskrivs genom hur *talet om tekniska system* formeras. Intresset riktas mot de undervisningstraditioner som framträder på de tre arenorna och som med olika styrka har etablerats inom teknikundervisningen. En tredje delfråga är därför:

Vilka likheter och skillnader finns mellan arenornas tal om tekniska system?

Avgränsningar

Studierna har tagit sin utgångspunkt i grundskolan. En ytterligare avgränsning är att intresset har riktats mot det ämne i grundskolan som tydligt har fått uppdraget att genomföra undervisning om tekniska system, det vill säga teknikämnet, speciellt så som det beskrivits inom Lpo 94.¹⁶

att tala om den som företeelse. Det har dessutom skiftat över tid. I sin diskursiva studie använder Lindberg en pragmatisk funktionell idéanalys och ställer talet om lärarutbildning i relation till, framför allt, tankar om modernitet och internationalisering. Liknande användningar har Lena Öijen, 2005, i sin text *Talet om skolämnet idrott och hälsa i media åren 1992-2002* och Boel Englund, 1997a, i sin avhandling *Skolans tal om litteratur*. Jag kommer härnäst använda *talet om tekniska system* som beteckning för denna huvuddiskurs.

15 Se t.ex. Landahl, 2006. Hans avhandling *Auktoritet och ansvar* har underrubriken *Lärares fostrans- och omsorgsarbete i historisk belysning*.

16 Av de andra ämnen som inom Lpo 94 skulle kunna tänkas ha uttalat teknisknära innehåll av central art i sin kursplan, har endast det naturvetenskapliga blocket ett mål för elever att uppnå under år nio som relaterar till tekniska system. Där förväntas eleverna "ha kunskap om naturliga kretslopp och om energins flöde genom olika naturliga och tekniska system på jorden". I övrigt har naturligtvis såväl ämnena slöjd, hem- och konsumentkunskap samt de samhällsorienterande ämnena oundvikligen länkar till teknisk kunskap – inte minst SO-blocket, där man t.ex. tar upp relationen människa-teknik-samhälle, människans kommunikationsmönster och IT-teknik – men ingenstans talas om tekniska system som en innehållspunkt i sig. Ser man till de systemvetenskapliga metodernas rötter, finner man att även matematik har relevans för systemlösningar.

Tidsmässigt är denna avhandling huvudsakligen förankrad i en förhållandevis snäv tidsperiod. Jag har funnit det rimligt att ha slutet av 1970-talet som en startpunkt för studien av *talet om tekniska system*, eftersom det är en tid då Teknik övergår till att bli ett eget ämne för alla elever i grundskolan.

Jag har även valt att fokusera på lärarna. Eleverna finns naturligtvis med som de tänkta mottagarna för de meningserbudanden som skapas på de tre arenorna, men jag har inte studerat hur eleverna medverkat till formeringen av diskursen.

Teknik eller teknik – skolämne eller fält

När jag skrivit texterna har jag skiljt skolämnen från vetenskapliga fält eller kunskapstraditioner genom att använda stor bokstav i skolämnena, t.ex. Teknik, medan kunskaps- och verksamhetsfälten skrivits med gemener, t.ex. fysik. Jag har även varierat mig i användningen av två kursplanebegrepp: ”De naturorienterande ämnena” respektive ”NO-blocket” eller ”NO-ämnena” och motsvarande på den samhällsorienterande sidan. Dessa två har använts som liktydiga av mig, men de har olika innebörd beroende på inom vilken läroplan de används. Inom Lgr 80 räknas Teknik in i NO-blocket. I Lpo 94 är Teknik ett självständigt ämne. Till den naturvetenskapliga gruppen räknas där Biologi, Fysik och Kemi. Å andra sidan delar Teknik timplaneutrymme med Fysik, Kemi och Biologi.¹⁷

17 Regeringen, 1986, bilaga 3.

2 Teoretiska och analytiska utgångspunkter

Jag har strävat efter att erövra en övergripande förståelse av undervisningsfältet som rör systemundervisning inom teknikämnet och hur det gestaltas genom lärarnas praktiker, andra aktörers uttalade förväntningar och statens utfästelser.

I detta kapitel beskriver jag utgångspunkterna för mitt arbete. Tre avsnitt bygger upp kapitlet. Först ger jag en läroplansteoretisk positionering av mitt arbete, operationaliserar arenabegreppet och preciserar de tre arenor jag arbetat med. Därefter förtydligar jag min diskursiva ansats. Där utgörs kärnan av teorier om *följemeningar*, ett perspektiv i pragmatisk tradition. Studieobjektet för denna avhandling – *talet om tekniska system* – presenteras. Avslutningsvis behandlar jag studiens kunskapsobjekt: tekniska system. Avdelningen mynnar ut i ett antal *systemsiffrkanter* som använts för att identifiera det systemrelevanta i de texter som analyserats.

En diskursiv ansats – från läroplan till arenor

Både svensk och internationell läroplansforskning uppvisar en stor bredd i hur begreppet *läroplan* används. Inom forskningen ryms allt från ett fokus riktat mot själva styrdokumentet, till ett intresse för det som sker i klassrummet. En direkt översättning av "curriculum" till "läroplan" är problematisk. Gunnar Berg, som bl.a. forskar om skolutveckling, framhåller att curriculumforskningen, den internationella läroplansforskningen, är ett oerhört vidsträckt fält med över 120 definitioner på begreppet *curriculum* som utgångspunkt för forskningsintressena. Han utgår då från bland annat Goodlads och Glatthorns typologiseringar av curriculumbegreppet, där de i en matris ställer olika typer av läroplaner mot den skolhierarkiska nivå som utformar dessa. *Läroplanstyperna* anger de som: *Official* – föreskrifter som utgår från skolans huvudman, *Operational* – faktiskt undervisningsinnehåll, *Hidden* – vad eleverna lär sig, *Null* – stoff som inte förekommer i den pedagogiska praktiken, *Extra* – stoff som faller utanför traditionella ämnesgränser, *Supported* – t.ex. läromedel och tidsramar. De skolhierarkiska nivåerna är: *Curriculum planned and developed by the state or nation*, *The policies/priorities of school authorities* respektive *School/teacher-determined programs of practice*.¹⁸

Denna avhandling anknyter till svensk innehållsinriktad läroplansforskning. Läroplansteoretikern Tomas Englund pekar ut tre faser av denna forskning och

18 Berg, 2003a s 102 ff. En annan struktur används av teknikdidaktikern Veronica Bjurulf. Hon utgår från variationsteorier och talar till exempel om den *avsedda*, den *erbjudna* och den *levda* läroplanen i sin studie av teknikämnets gestaltningar. Hon avser huvudsakligen kursplanen för teknikämnet, dess syften, mål och innehåll, Bjurulf, 2008, s. 29. Se även t.ex. Lundgren, 1979.

menar att i den senaste, tredje fasen, får skolans *innehåll* en mer framskjuten roll. Innehållet ses där inte längre som en fastlåst eller oberoende del i skolans reproducerande funktion, utan betraktas som att det är föremål för förhandling och förändring.

Problematiseringen av *hur* innehåll väljs, av hur framträdande skillnader har setts som skillnader möjliga för tolkning genom alla nivåer i hela skolsystemet, är kännetecknande för denna tredje fas. Även historiska förändringar i skolämnenas formering har visats intresse. Just att det är möjligt att betrakta innehållet som *beroende* av olika val och kontextualiseringar, samt att detta därigenom påverkar vilket innehåll och vilka kontexter som erbjuds till eleverna, lyfts också fram av Englund. Han skriver:

The fundamental assumption is that the choices, conscious or unconscious, have crucial implications for teaching and learning. Depending on what content is chosen, what context is given by the textbook and the teacher, the student will be offered different possibilities regarding creating and constructing meanings. In this view, the content of learning can never be confined to unproblematic "facts" or subject content as such, but must be seen as contextualized in a more or less determinate context and thereby given different social meanings or companion meanings.¹⁹

Intresset för innehållet kan i Englunds tappning ske utifrån tre förståelser: en epistemiskt skolämnescnära syn, en som baserar sig på kunskapsinnehållet som en relation mellan till exempel eleven och naturen eller eleven och samhället, samt en tredje som berör socialisationsinnehåll i förhållande till bredare utbildningsdiskurser.²⁰

Min studie berör de två förstnämnda, eftersom jag både behandlar det skolämnescnära innehållet som rör tekniska system och relationen mellan människan och hennes uppfattningar om den komplexa, konstruerade världen. Både läraren och läromedlen nämns här som medskapare i meningsbyggandet av innehållet genom de val som ligger bakom deras uttryck. I detta, tillsammans med de auktoritativa dokument, vilka – på sina villkor – också har inverkan på händelser i skolan, har jag funnit en inramning till mitt intresse för talet om tekniska system. Det har alltså funnits anledning att försöka se på utbildning och dess villkor från fler än ett utsiktstorn. I mitt fall handlar det om att fokusera ansatsen kring tre arenor.

19 Englund, 1998, s 18f.

20 Ibid., s 19f.

Innan jag kommer till bestämningen av arenorna vill jag visa hur de ”uppstår” som begrepp. På sätt och vis är detta en del av en process jag själv har genomgått. Utgångspunkten för mitt resonemang står att finna i Goodsons önskan att forskare inte enbart ska vända intresset mot hur en nationell kursplan som dokument kan betraktas ur ett avsändar-, uttolkar- respektive mottagarperspektiv – vilket varit vanligt inom delar av läroplansforskningen.²¹ Skolans auktoritativa texter är naturligtvis intressanta. I mitt fall är dock avsikten att i Goodsons anda studera auktoritativa texters uttryck som delar av en större helhet, där det auktoritativa elementet snarare är relativt än absolut.

En förskjutning från ett implementeringsperspektiv (ett så kallat ”top/down-perspektiv”) till ett där talet om tekniska system i stället förstås utifrån villkor på de arenor där avsändare, uttolkare eller tänkta mottagare agerar, leder till att dessa själva kan betraktas som medskapare av mening inom talet om tekniska system på sin egen respektive arena. Där spelar den nationella kursplanen bara en roll tillsammans med andra aktörers inspel. Arenorna har det gemensamt, att det där finns aktörer som talar om undervisning om tekniska system. Men det är också tydligt att arenorna skiljer sig åt, bland annat genom sina skilda traditioner och praktiker. I och med detta skifte förskjuts perspektivet. Objektet blir inte en föreskrivande läroplanstext och de möjliga meningar som de olika grupperna kan tillskriva dem, i roller som producenter eller konsumenter av desamma. I stället blir det möjligt att tolka uttalanden om skolans (möjliga) undervisning om tekniska system som händelser på tre arenor. Här kan olika aktörer eller aktörsgrupper på respektive arena ge skilda uttryck avseende innehåll och genomförande i teknikundervisningen.

Objektet för min studie är, i linje med ovanstående resonemang, *talet om tekniska system*. Vad som sagts, eller inte sagts, inom denna övergripande diskurs på tre arenor har varit det jag vänt mitt intresse åt.

Tre utbildningsarenor

De villkor, metoder och uppfattningar som kännetecknar skolans behandling av tekniska system kan sägas ha sitt ursprung och ske på tre inbördes beroende områden. I läroplansforskningen talar man ofta om tre arenor. Dessa arenor är i tidigare forskning inte tydliga i sina konturer och de har under årens lopp ansetts rymma olika aktörer och processer. Några gemensamma drag finns dock och i det följande återfinns en beskrivning av mitt sätt att använda dem.

21 Lindensjö & Lundgren, 2000, skriver att ”mycket av den utbildningsforskning som har bedrivits har utgått från ett centralt perspektiv på skolan. Verksamheten har studerats utifrån de centrala förväntningarna.”, s 178. Se även fotnot 12.

Läroplansforskaren Göran Linde använder de tre arenorna formulerings-, transformerings- respektive realiseringsarenan, med avseende på det förväntade eller realiserade innehållet. I korthet är de, i hans tolkning, följande:

Formuleringsarenan – berör utgivandet av de föreskrivande läroplanerna.

Transformeringsarenan – där är framför allt lärarna huvudaktörer, men även skolledare har stort inflytande. Staten verkar här genom att vara huvudman för lärarutbildningarna. Även föräldrar förväntas bli en viktigare grupp.

Realiseringsarenan – består av händelser i klassrummet, som de gestaltar sig mer eller mindre enligt planerna.²²

Av skäl som framgår nedan kommer jag att låta transformeringsarenan delvis byta skepnad och ersättas av en *medieringsarena*. Trots detta skifte vill jag använda Lindes tredelade modell.

Arenorna är inom forskningen historiskt sett inga slutna rum och flera av de aktörer som befolkar dem rör sig på fler arenor samtidigt. Därför är arenornas syfte att klargöra vem som säger vad och i vilket sammanhang. Man kan inte utgå ifrån att det finns samband mellan arenorna, men det finns studier som tyder på att så är fallet. Till exempel kan kursplanerna i ämnen med stark tradition till vissa delar utgöra en kodifiering av det som redan pågår i skolornas praktiker, det vill säga lärarna på realiseringsarenan har ett visst inflytande på formuleringsarenan.²³

I stället för att betrakta mitt område som en enkelriktad process uppifrån och ner, vill jag se på det som att de tre arenorna förhåller sig till varandra som en enkel väv när det gäller *talet om tekniska system*. Skälen till detta är dels att det inte är hur skolan styrs och regleras som är i fokus här, dels att jag har närmat mig mitt område med en praxisnära didaktisk ambition.

Formuleringsarenan

Vad kännetecknar *formuleringsarenan* som en yta för olika uttryck och uttrycksformer? Arenan har traditionellt ansetts inkludera de institutioner som har samhällets sanktion att ange mål- och regelsystem, att författa och besluta om skollag, läroplaner, kursplaner, timplan och betygssystem.²⁴ På formuleringsarenan

22 Linde, 2000, s 56.

23 Se Ibid., s 57 och 51.

24 Ibid., s 56. Englund, 2005, beskriver hur man i den svenska läroplansforskningen redan på 1970-talet började överskrida den hittills rådande dokumentfokuseringen kring läroplanen, för att söka ett vidgat läroplansbegrepp, mer i linje med internationell syn på begreppet "curriculum", (s 99f). Den formella styrningen av skolan innehåller förutom de dokument som listats ovan en kommunalt fastställd skolplan och en lokalt fastlagd arbetsplan.

är en förväntan manifesterad genom den beställning som grundskolans kursplan för teknikämnet utgör.²⁵ Dessa förväntningar och beställningar förändras och utvecklas över tid genom stegvisa läroplansreformer och är resultat av många inblandades uppfattningar och intentioner.²⁶ Statsvetaren Bo Lindensjö och lärplansteoretikern Ulf P Lundgren gör en uppdelning av formuleringsarenan i två skikt – ett politiskt och ett centralt administrativt. På senare tid, menar de, anses formuleringsarenans beslutsprocesser ha blivit överbefolkade.

Dagordningen har blivit mer omfattande, frågorna allt viktigare för många och parterna därför allt mer aktiva. Offentliga verksamheter möter inte längre individer med olika intressen, utan stabila intressegrupper med betydande resurser.²⁷

En ytterligare slutsats de drar av detta, i enlighet med ovan nämnda decentralisering av skolan, är att även formuleringsarenans administrativa mandat kan anses vara distribuerat och att ”decentralisering innebär en rad lokala formuleringsarenor”.²⁸ Både den nationella och den kommunala skolnivån erbjuder alltså möjligheter till formulering av sådan text som syftar till att styra innehållet, genomförandet och betygssättningen i ämnena.²⁹ Speciellt tydligt är detta efter kommunaliseringsreformen 1991 och införandet av Lpo 94. Formuleringsarenan har därför en stark och nära koppling såväl till de nationella som kommunala institutioner vilkas idéer om utbildning manifesteras i föreskrivande text. På en generell och mer politisk läroplansnivå har detta av olika aktörer setts som en möjlighet för en lokal anpassning och valfrihet, men också som ett problem med avseende på nationellt likformig och likvärdig utbildning.³⁰

25 Med ett annat synsätt kan man också säga att kursplanen utgör det löfte skolan ger till eleverna om vilken teknisk bildning de ska erbjudas utveckla och utvecklas genom.

26 Jag gör här en distinktion mellan samhällets förväntningar, som det tar sig uttryck i utredningar, rapporter, forskning, intervjuer och observationer, och den beställning som genom läroplaner och kursplaner ges till skolorna att följa. Som redan visats är läroplans- och kursplaneformulering, som företeelser, delar av en mer komplicerad struktur, än denna bild ger vid handen.

27 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 173. När det gäller förhandlingarna om ett obligatoriskt teknikämne i grundskolan framträder dessa intressegrupper genom t.ex. lärarnas olika fackförbund och ämneslärarföreningar såsom deras roller framträder i Elgström & Riis, 1990.

28 Lindensjö, m.fl., 2000, s 174.

29 Tomas Englund, 2005, visade i denna nyöversättning av sin avhandling från 1986 intresse för frågan om vad decentraliseringstanken skulle kunna leda till. Inte minst gällde detta den demokratiska konceptionen och man kan ana en viss oro i de retoriska frågor han ställer: ”Vilken plats och betydelse kommer exempelvis det lokala läroplansarbetet att få, och vad kommer decentraliseringen av vissa beslutsstrukturer att innebära för skolan? Kommer sådana tendenser att leda till ett mer segregerat skolsystem?”, s 278.

30 Se t.ex. den studie rörande valfrihetens konsekvenser inom svensk skola som genomförts av Arnman, m.fl., 2004.

Kursplanetexter är en speciell kategori inom det som kallas läroplansteori. De är en del av formuleringsarenans uttrycksformer. Genom att studera auktoritativa texter med inriktning mot teknikämnets mål och innehåll, har jag riktat mitt huvudsakliga intresse mot arenans centralt administrativa skikt – snarare än det politiska – och dessutom låtit de decentraliserade delarna av denna arena bli en del av realiseringsarenan (se nedan). Detta senare ställningstagande har inneburit en svårighet och en balansgång i beslutet hur jag skulle presentera mina resultat. Det var inte helt självklart var jag skulle placera de ”lokala kursplaner” eller ”lokala betygskriterier” som min samverkansskola producerade under vårt gemensamma projekt. Skulle de presenteras som en decentraliserad del av formuleringsarenan, eller som en del av realiseringsarenan? Mitt val föll på den senare varianten. Det övervägande skälet var att de inte är en del av en studie, vars syfte är att klargöra eventuella spänningar inom formuleringsarenan i ett ”top/down-perspektiv”. Min studie rör teknikdidaktiska aspekter av *talet om tekniska system*, där förhållandet inom och *mellan* de tre arenorna är det centrala. Från den utgångspunkten ansåg jag att de ”decentraliserade formuleringsarenornas” uttryck spelade en tydligare roll som en del av realiseringsarenans lokala praktiker. Ett ytterligare skäl är att de dokument som jag behandlat på formuleringsarenan är av den karaktären att de är auktoritativa och tillgängliga för alla, medan motsvarande dokument på realiseringsarenan har en lokal auktoritet och begränsad tillgänglighet.

Så som *formuleringsarenan* används i denna avhandling är det den yta där aktörer verkar i avsikt att bidra med formuleringar i eller medverka till förändringar av de föreskrivande dokument som skolan och dess lärare har att förhålla sig till. Dessa dokument kan röra t.ex. teknikämnets innehåll, syften och mål, och föreslagna eller anvisade arbetsformer för ämnet.

Det empiriska materialet, de auktoritativa dokumenten, som de förstås inom formuleringsarenan, faller enligt Goodlads och Glatthorns indelning (s 16) inom typgruppen *Official/Curriculum planned and developed by the state or nation*. I detta avsnitt utgörs de av de två olika kursplaner som inkluderar teknik inom Lgr80 respektive Lpo 94, kommentar- respektive handledningsmaterial inom läroplanen Lgr 80³¹, regeringens proposition Prop. 1992/93:220 samt betänkandet ”Skola för bildning”. Därutöver används en del sekundärlitteratur, framför allt Elgström och Riis analys av förhandlingsdynamiken i läroplansprocessen kring Teknik inom Lgr80.

31 Av dessa var det enbart kommentarmaterialet *Om undervisningen i orienteringsämnen* och handledningsmaterialet *Skolan och trafiken* som innehöll ett tal om system på ett sätt som jag fann möjligt att analysera, även om kommentarmaterialen *Skola och arbetsliv* respektive *Konsumentfrågor* också undersöktes.

Medieringsarenan

Skolornas och lärarnas verksamhet påverkas inte enbart av kursplanen, utan även av andra aktörers förväntningar och uttryck. Inom läroplansforskningen har *medieringsarenan* varit "den tredje arenan". Denna har oftast benämnts "transformeringsarenan". Till övervägande har det då handlat om läroplansforskning som relaterar transformering till den direkta processen att överföra läroplanens giltiga utbildningsmål, mellan formulering och realisering, om övergången från en text med det föreskrivna innehållet till det som sedan blir det realiserade innehållet, som det tar sig ut i klassrummet.³² Det finns två skäl att byta namn på denna arena. Dels passar det inte mina syften att se på skolprocesser som en linjär händelse mellan formuleringsarena och realiseringsarena. Dels står medieringsarenans aktörer att finna utanför de grupper som direkt omfattas av formuleringsarenans politiska räckvidd.³³ Namnet *medieringsarenan* är därför valt för att markera att det är en arena *in medio* (emellan) formuleringsarenan och realiseringsarenan, samt att det är aktörer med större autonomitet relativt skolan, som *medierar* sin förståelse av hur undervisning om tekniska system kan gå till och på detta sätt bidrar till diskursens formering.

I Lindes modell är lärarna huvudaktörer på en transformeringsarena.³⁴ Annan skolforskning har närmast beskrivit en arena där mediering av utredningar, propositioner och riksdagsbeslut sker. Detta gäller även den information kring utvärderingar, kvalitetssäkring och betygsstatistik, som på ett helt annat sätt än tidigare blir tillgänglig genom medias rapportering och som nyttjas av skolans intressenter och avnämare.³⁵ Ytterligare dimensioner i detta, men som jag inte riktar större intresse åt, är att staten också utövar kontroll på skolan genom den tillsyn som sker, att staten är huvudman för den lärarutbildning som genomförs genom den högre utbildningens försorg, samt olika typer av kompetenshöjande åtgärder riktat till lärare.³⁶ Även tidningar, radio, TV och andra informations-

32 Linde, 1993, refererar till Bernstein, 1971.

33 Även den administrativa räckvidden hos de statliga myndigheterna är numera begränsad. Granskning av läromedel har t.ex. varit ett viktigt inslag i styrningen av skolans innehåll under mer än 100 år. 1991 upphörde i princip statlig granskning av läromedel i Sverige. Se även Johnson Harrie, 2005.

34 Linde, 1993.

35 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 175.

36 Exempel på kompetenshöjande satsning för teknikundervisningens del utgörs bl.a. av "Tekniken lyfter"-projektet 1999-2001, där ca 2500 lärare deltog i en teknikdidaktisk kurs om 5 poäng. Medel för detta avsattes genom dåvarande Skolverket och kursen genomfördes vid ett flertal lärarutbildningssäten.

kanaler medierar tolkningar av formuleringar som har sin grund i politiska beslut eller utredningar och värderingar av varierande slag.³⁷

Läromedel utgör en stomme inom denna arena, men emprin är vidare än så. Jag vill dock påstå att de har en särställning, eftersom de utgör en länk mellan gamla traditioner och nya föreskrifter. Läromedlen bär på skiftande sätt olika uppfattningar om vad undervisning skall fokusera på och med vilka syften detta ska ske. De är även de delar från medieringsarenan som lärare och elever oftast möter i de flesta ämnen. Läromedlens uttryck är dock föränderliga. Till exempel har läromedelsproducenter anpassat matematikläromedel för olika typer av nivågrupperingar inom såväl klassens som skolans ram.³⁸ Genom att erbjuda särskilda läromedel för fysik, kemi och biologi som ett alternativ till läromedel med ett samlat ämnesövergripande NO-innehåll, alternativt NO-läromedel indelade efter olika naturvetenskapligt inriktade undervisningsteman, har förlagen anpassat sin utgivning till skolans åldersstruktur och till såväl formuleringsarenans som realiseringsarenans frirum i hur undervisning i naturvetenskap kunnat organiseras över tid. Hur lärare, i sin tur, förhållit sig till detta, vilka läromedel de i realiteten använt etc., är en empirisk fråga, som också handlar om hur de tolkat ett *frirum*.³⁹ Det finns tecken som tyder på att kopplingen är svag även mellan medieringsarenans läromedel och realiseringsarenans praktik.⁴⁰

För analysen har jag valt ut material från tre delvis överlappande aktörsgrupper. Dessa innefattar några av de stora läromedelsförlagen och deras författare av läromedel för NO/Teknik respektive Teknik, men även offentliga myndigheter och organ genom deras icke-auktoritativa dokument, samt ett antal organisationer och företagsgrupper som vänder sig med undervisningsmaterial till

37 Se t.ex. Wiklund, 2006, där hon i sin avhandling *Kunskapens fanbärare – den goda läraren som diskursiv konstruktion*, på en mediearena beskriver hur en speciell bild av den svenska lärarrollen konstruerats på tidningars debattsidor. Även dokumentärfilmen *Förgrymmade ungar*, Sandberg, 2008, tar upp hur bilden av en svensk skola med ordningsproblem, har drivits fram och fått fotfäste.

38 Bjerneby Häll, 2006, s 115f, beskriver hur övergången från matematikundervisningens organisatoriska alternativkurser allmän respektive särskild kurs, samt den formella upplösningen av dessa på formuleringsarenan inom Lpo94, ledde till ett krav på individualisering inom undervisningsgruppens ram. Hon skriver visserligen inte explicit hur läromedlen anpassat sig till denna förändring, men påpekar matematiklärares starka bundenhet till just läromedlen.

39 Begreppet *frirum* har inom forskning om skolutveckling använts för att beskriva hur både den explicita och implicita styrningen av skolan kan ses som en gränsdragningsproblematik, nödvändig att identifiera för att bedöma vad som är möjligt att genomföra. Det kan inom en skola finnas olika typer av frirum att förhålla sig till. För vidare läsning, se Berg, 2003b, framför allt s 74 ff. Kopplingen mellan läroplaner och läromedel spelar en stor roll i Hultén, 2008b.

40 Linde, 1993, s 35.

skolorna. En redovisning av det undersökta materialet på medieringsarenan finns i bilaga 2.

Realiseringsarenan

Realiseringsarenan inkluderar i ett organisationsperspektiv framför allt lärarna. De är de tjänstemän som på det lokala planet ska förverkliga samhällets utbildningsintentioner och de har att följa skollag och läroplan. Det är i den lokala skolan, i egenskap av institution, som undervisningen slutligen formas. Realiseringsarenan kan ses som den praktik där undervisningstankar om tekniska system omsätts i handling. Hit kan även t.ex. rektorer räknas. I beslut om tjänstefördelning, schema, lokal timplan och resurstilldelning reproduceras ofta fastlagda föreställningar om hur teknikundervisning bör gå till.

Lindensjö och Lundgren framhåller att de två vanligaste strategierna för att uppnå verkställighet för offentliga planer, program eller reformer – ”guideline-writing” respektive ”field-implementation” – alltför sällan medfört att dessa har nått ut till och fått fotfäste hos just lärarna. Implementeringsprocessen kan vara mer eller mindre aktivt stimulerad av de statliga myndigheterna eller de kommunala huvudmännen. Det är dock långt ifrån alltid som styrdokumentens texter är de som huvudsakligen vägleder lärarna i hur de till sist utformar sin undervisning. Hargreaves menar att stora parollburna förändringsförsök, som proklamerats från myndigheters sida, ofta slutar i någon typ av projektinfarkt. De överlever inte från den temporära fasen och får inte fotfäste i skolans permanenta organisation. ”Resultatet blir inte mer än triviala förändringar i praxis”, menar han och fortsätter:

Om förändringar i skolan ska lyckas, måste lärarna involveras, framför allt när det rör sig om komplexa förändringar som griper in i många områden under en längre tid.⁴¹

Detta ger en för mina syften passande bild av problematiken som belyser glappet mellan formuleringsarena och realiseringsarena och att ”de villkor som gäller vid genomförandet av beslut om reformer i väsentliga avseenden skiljer sig från de villkor som gäller för utformandet av reformer”.⁴² Jag ser detta som ett argument för varför det, från min utgångspunkt, inte är fruktbart att tolka och söka förstå styrdokumentens texter enbart utifrån en tänkt mottagares eller avsändares position. Ett ytterligare argument finns: Samma text – till exempel en nationellt utformad kursplan – kan tolkas och beskrivas ur de tänkta mottagarnas (till exempel lärarnas) position. Det är inte orimligt att tänka att

41 Hargreaves, 1998, s 26. Se även Lieberman, 1995.

42 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 176 f.

den mening som mottagarna ger till läroplans- eller kursplanetexter är det som faktiskt har inflytande över hur undervisningen genomförs, snarare än avsändarnas mening. Här finns ett socialt, kognitivt och rent fysiskt avstånd mellan de parter som är inblandade i den textburna kommunikationen. Den möjlighet som samtalet erbjuder – att samtänka – är därmed begränsad. ”Metaforiskt uttryckt kan man påstå att texten som kommunikationsform skiljer budskapet från avsändaren”.⁴³ Nya läro- och kursplaners intentioner når längs olika kanaler den enskilde läraren. I studier av skolan är det därför viktigt att ”göra åtskillnad mellan den politiska och den pedagogiska processen”.⁴⁴

Därför blir det för mig viktigt att undersöka realiseringsarenans händelser och uttryck kring teknikundervisning på denna arenas egna villkor och inte utifrån ett intresse som ensidigt fokuserar sig på lärarnas mottagande av ett auktoritativt dokument. Lärare ska inte enbart ses som de som levererar och därmed realiserar läroplanens innehåll till eleverna, de är även de som rekonstruerar läroplanen i form av en egen lokal läroplan för teknikämnet. Ibland tar sig denna läroplan endast muntliga uttrycksformer, ibland manifesterar den sig i skrift som arbetsområdesplaner eller lokala betygskriterier, och hela tiden formar den och formas av sin kontext. Dessa dokument är i vissa delar att beteckna som auktoritativa. Lärarnas arbete är i det hänseendet en del av den decentraliserade skolans uppdrag. Med hänvisning till Goodlads och Glatthorns typologi för läroplansnivåer och de olika tolkningar av curriculumbegreppet som är möjliga, kan man understryka det ovan sagda. På realiseringsarenan faller de särskilda delar av *talet om tekniska system* som har sin uttrycksform i vad som kan karaktäriseras som lokala styrdokument, in i gränslandet mellan *Official* och *The policies/priorities of school authorities* respektive *School/teacher-determined programs of practice*.

Rent konkret utgörs *realiseringsarenan* i mitt fall av ett arbetslag med ansvar för Teknik. Allt som dessa lärare uttryckt om teknikundervisningen och som relaterat till tekniska system, går inte att hänföra till en officiell men lokal läroplansnivå, enligt typologin ovan. Mycket av det värdefulla som de sagt har varit bakgrundsresonemang, idéer, diskussionsinlägg och reflektioner etc. Dessutom innefattar jag i *realiseringsarenan* även de förhållanden, såväl sociala som materiella, som utgör diskursernas kontext, dessas materialitet. Tekniskalens utformning och utrustning kan utgöra exempel på detta.

Följemeningar – ett teoretiskt perspektiv i pragmatisk tradition

Jag behövde ett koncept som kunde användas för att analysera områden som berör undervisning om tekniska system inom flera områden – de tre arenorna.

43 Olson, 1977.

44 Richardson, m.fl., 1984, s 246.

Här vill jag visa hur teorin om *följemeningar* har varit mitt redskap i tolkningsarbetet rörande *talet om tekniska system*, samt på vilket sätt den använts som grund för analysen.

Om den poststrukturalistiska analysen av *läroplanskoderna* till huvuddelen har genomförts i ett gränsland mellan läroplaners allmänna delar, skolreformer och dessas förhållande till idéströmningar i samhället på en, antingen ganska filosofisk och samhällsrelaterad nivå, eller en allmänpedagogisk nivå, har analysen av *följemeningarna* en tydligare *innehållsdidaktisk* ambition. De är relaterade till skolans ämnen, deras gestalt i kursplaner, deras undervisningsmetoder, deras läromedel – och deras kunskapsinnehåll.⁴⁵

Inom skolforskningen riktar pragmatister ofta sitt intresse mot det som uttalas, och den mening som erbjuds till personer som verkar inom skolsystemet – elever, lärare, läroboksförfattare, lärarutbildare, myndighetsrepresentanter etc. – och den eller de meningar som ges till utbildningsinnehållet.⁴⁶ Hur språkbruket styr diskursers formering och med vilka kännetecken detta sker, är denna forskningstraditions intressefält.⁴⁷ I slutänden är det konsekvenserna, elevernas väl och ve och deras socialisering in i samhället som är det främsta målet för den forskning som söker förstå utbildningens villkor och effekter.⁴⁸ Varför ska eleverna lära sig just om tekniska system? Hur tar sig de idéer uttryck som ger mening åt svaren på en sådan fråga? Hur talar man om undervisning om tekniska system i skolan, i läromedlen, i kursplanetexterna?

Den kanadensiske naturvetenskapsdidaktikern, Douglas A. Robert har under drygt tre decennier arbetat fram en modell för att tolka det som uttrycks om och i undervisning. Det grundläggande begrepp som Roberts utgått från och arbetat vidare med är ”curriculum emphasis” - kunskapsemfas.⁴⁹ Med det avses att de sätt man talar om undervisningens innehåll bär på budskap till elever och lärare – budskap som sträcker sig längre än till de kunskaper, till exempel tekniska principer, förmågor och teorier om tekniska system, som explicit förmedlas i kursplaner, läromedel och lektionssammanhang. Ett till synes likartat lektionsupplägg i två lärares praktiker eller ett kapitel med en snarlik rubrik i

45 Vare sig det är ett planerat, i klassrummet behandlat eller av eleverna inlärt kunskapsinnehåll.

46 Se t.ex. Sund, 2008.

47 Detta sker med en stor variation inom de diskursiva ansatserna. Till exempel använder Britt Jakobson, 2008, wittgensteinska språkspel och Magnus Hultén, 2008b, talar om kanoniska diskurser.

48 Se t.ex. Dewey, 1999, eller Cherryholmes, 1988, s. 172 ff, som lyfter fram den kritiska pragmatismen som ett redskap inte bara för att klargöra förhållanden, utan också för att denna genom ständig reflektion över och debatt kring vad som kännetecknar god utbildning, kan stärka den mänskliga värdigheten.

49 Roberts, 1982, Roberts & Orpwood, 1982, Roberts & Östman, 1998.

två läromedel kan behandla det avsedda kunskapsområdet med olika mål och skiftande intentioner.⁵⁰ Dessa mål och intentioner är inte alltid explicita, utan de kan även vara implicita – men de svarar på frågan ”Varför ska eleven lära sig detta?”. Det handlar om en överlagrad kunskap, något som följer med ”på köpet” och som kännetecknar de diskurser som är aktuella där och då, eftersom dessa är kontextuellt, kulturellt och tidsmässigt typiska. John Dewey har tidigare nämnt dessa möjliga meningserbudanden som ”collateral learning” och J J Schwab benämnde det ”meta-learning”.⁵¹ De menar att det finns budskap i undervisningen som är implicita och därmed inte blir uppmärksammade, men ändå lärs av eleverna, som en del i deras socialisationsprocess. Delar av dessa budskap utgörs även av det som *inte* sägs. Vissa aspekter undertrycks omedvetet eller ignoreras av skäl som inte alltid är transparenta.

Roberts teori om kunskapsemfaser som medföljande meningserbudanden har utvidgats till att omfatta ytterligare kategorier. Dessa har med ett gemensamt begrepp kommit att benämnas *följemeningar*.⁵² Roberts och speciellt Leif Östman, forskare i naturvetenskapens didaktik, har även utvecklat och använt kategorierna ämnesfokus och *naturspråk*.⁵³ Teorin om följemeningar har använts i skiftande sammanhang i olika forskningsarbeten. Där jag kombinerar denna teori med systemteoretiska perspektiv, har andra gjort det med till exempel naturmoraliska, feministiska, omsorgsetiska, politiska eller demokratiska förståelsegrunder.⁵⁴ Följemeningar kan beskrivas som diskursiva analytiska kategorier, där de betecknar den typ av extra budskap som implicit följer med ”på köpet” i de händelser och uttryck som befunnit sig i centrum för denna avhandling.⁵⁵

50 För att illustrera hur detta kan uppfattas använder sig Roberts & Orpwood, 1982 och Östman, 1995 (s. 44f) av vinjetter med konstruerade klassrumssituationer där två olika lärare tänks undervisa på olika sätt kring samma innehåll. Ett annat sätt använder Fensham, 1998, när han i australiensisk utbildningsdebatt söker identifiera de av Roberts funna kunskapsemfaserna med hjälp av tre fallstudier.

51 Dewey, 1998 (i original 1938), s 49, Schwab, 1962.

52 Se t.ex. Roberts & Östman, 1994 och Roberts, 1998, s 11.

53 Östman, 1995.

54 Teorin om följemeningar lämpar sig just för att kombinera med olika andra perspektiv och frågeställningar. T.ex. utnyttjar Margareta Svennbeck, 2003, pragmatisk läroplansteori och Östmans följemeningsskategorier för att granska naturvetenskapligt undervisningsinnehåll i ett feministiskt omsorgsetiskt perspektiv i sin avhandling ”Omsorg om naturen”. Anders Westlin, 2000, använder också *companion meanings* i sin avhandling ”Teknik och politiskt handlande” när han studerar hur politiska aspekter på teknik och teknikanvändning ges mening i samhällsorienterande ämnens läromedel.

55 Jag använder i den här passagen *budskap* i linje med Roberts, 1982. Andra sätt att uttrycka ungefär samma sak är att, som Östman, 1995, tala om *erbjudanden av mening*. Gemensamt är att båda begreppen avser den mening som skapas inom en diskurs.

Roberts påpekar att det finns en anseelig mängd möjliga följemeningar, varav endast några ännu har blivit ordentligt undersökta och belysta.⁵⁶

I sin avhandling *Socialisation och mening* belyser Östman hur diskursiva regler anger innehållsliga dimensioner för de valmöjligheter som finns för undervisningen. Detta, menar han, skall ses som att diskursen konstitueras av både det sagda och de regler som styr språkbruket.⁵⁷ De tre analyskategorier av regler för diskursiv mening som Östman använder benämner han *ämnesfokus*, *naturspråk* respektive *kunskapsfokus*.⁵⁸ Med hjälp av dessa söker han de diskursiva följemeningar inom NO-undervisningen som berör syn på naturvetenskapen, syn på naturen och till relationen mellan människa och natur. Östmans analyser har en inriktning mot ett naturmoraliskt perspektiv och görs på en nivå som relaterar till *hela* naturen och till *hela* naturvetenskapen.⁵⁹ Mitt syfte är i första hand att undersöka det utsnitt av den konstruerade världen som berör tekniska system och förståelsen av tekniska system.⁶⁰ Det gör att jag inte kan luta mig mot Östmans följemeningar på samma sätt och nyttja deras innebörder. Bland annat är människans förhållande till teknik, teknisk verksamhet och teknisk kunskap annorlunda än det förhållande som människan har till naturen och naturvetenskapen. Naturen är given, medan tekniken och teknikens verkningar är människogjorda konstruktioner – både som kunskap och som föremål – om än såväl begränsade av naturens förutsättningar och villkor, som möjliggjorda av de resurser som vi tillskansar oss från naturen. Definitioner och gränsdragningar är här svåra att etablera, inte minst på grund av att teknik och naturvetenskap i vissa fall går hand i hand och stöttar varandra, på samma sätt som den kunskap som människan har erövrat inom olika kunskapsfält utgör möjliga resurser för vidare förståelse.

När aktörer på de tre arenorna uttalar något om undervisning om tekniska system, kommer det också finnas möjlighet att uppfatta ytterligare meningserbjudanden. Man kan säga att jag använder Östmans modell och metod på ett förenklat sätt, som ligger närmare det som Roberts utgick från kring ”curriculum emphasis”. Eftersom de följemeningar jag söker ligger nära de didaktiska

56 Roberts, 1998, s 11.

57 Östman, 1995, s 72f. Reglerna anger diskursens krav, t.ex. på vad som får sägas, vilka krav på begriplighet som eftersträvas eller hur aktörer hävdar sina påståenden.

58 Ibid. s 79, 177. Jag har inte använt dessa tre analyskategorier för följemeningar riktigt på samma sätt som Östman avser, eftersom han söker en annan diskursiv förståelse, men det finns ändå en likhet i att det är innehålls- och undervisningsrelaterade texter som är den huvudsakliga källan: det är dessa texters funktionella mening med avseende på undervisningsinnehåll som söks. Det går att finna beskrivningar av dessa regler för följemeningarnas formering på flera ställen i Östmans avhandling (Östman, 1995), t.ex. på s. 28, 41ff, 72, 177.

59 Östman, 1998, s 55. Se även kap 2 i denna avhandling.

60 Uttrycket *den konstruerade världen* kan t.ex. jämföras med engelskans *the made world*.

kärnfrågorna vad, hur och varför, vänder jag mitt intresse mot det epistemiskt skolämnescnära innehållet och fokuserar på kunskapsinnehållet som en erbjuden relation mellan den potentielle eleven och den konstruerade världen. De regelkategorier jag kommer att använda är *undervisningsfokus*, *systemspråk* respektive *bildningsemfas*. Följemeningarna kan ses som svaren på frågorna:

Vad erbjuds eleverna att lära sig om tekniska system?

Hur framträder de tekniska systemen?

Varför ska eleverna lära sig om tekniska system?

Syftet är att i en teknikdidaktisk kontext klargöra följemeningar inom den övergripande diskursen *talet om tekniska system*. Regelkategorierna har följande inriktning i studien:

Undervisningsfokus är den regelkategori som har den starkaste kopplingen till det inomtekniska innehåll som rör tekniska system. Den bärande idén är att all undervisning har ett mål och att dessa kan undersökas. Undervisningsfokus berör således *vad* som ska läras om tekniska system, åt vilket håll man vill att eleverna skall vända sitt intresse.⁶¹ De beskriver de olika sätt på vilka tekniska system behandlas som en del av de uttalanden om undervisningens innehåll som görs på samtliga tre arenor. Beroende på vad som speciellt fokuseras kommer skilda följemeningar att skapas.

Systemspråk: anger de sätt på vilka till exempel den tekniska vokabulären i arenornas texter används för att skapa en språklig begriplighet när det gäller definition, konstruktion, undersökning och beskrivning av tekniska system. *Hur* framställs de tekniska systemen? Vilken *systemsyn* kommer att skapas och erbjudas? Centrala begrepp, men också ordval och språklig kontext, säger något om de bakomliggande idéer som formar sättet att behandla tekniska system på arenorna. Texter, frågor, övningar, problem eller utmaningar, som elever kan ställas inför, liksom olika strategier för att lösa tekniska problem från ett systemperspektiv packas in i skiftande kontexter i arenornas olika praktiker och ger inflöde till de speciella systemspråken.

Bildningsemfaser inriktas mot *varför* eleverna förväntas lära sig något om tekniska system. Teknikundervisningen som föreslås på arenorna har mer eller mindre tydliga syften för elevernas lärande i teknik med avseende på system. Den svenska översättningen av "curriculum emphasis" har hittills varit "kunskapsemfas", men jag har valt benämningen *bildningsemfas*. Jag anser att det ansluter bättre till den diskussion om

61 Roberts & Östman, 1994, s 5.

teknisk bildning som är aktuell inom teknikdidaktiken. Det finns inget utrymme här för ett utvidgat resonemang om vare sig kunskaps- eller bildningsbegreppet. För de flesta av oss har "kunskap" förmodligen en teoretisk och faktarelaterad boklig konnotation som delvis exkluderar andra former av förmågor, färdigheter och förtroenheter.⁶² Visserligen är bildningsbegreppet minst lika svårfångat, men det pekar åt en vidare förståelse av omvärlden, erövrade även genom handling. Hantering av tekniska artefakter kan exemplifiera denna "tysta" bildningsväg, liksom ett teknikkritiskt förhållningssätt. Bildning leder tankarna till att vara bildad i denna bemärkelse, men också till att "bildas som människa". Det är en personlighetsdanande dimension i detta.⁶³ Att ha kunskap och att vara bildad är inte riktigt samma sak.⁶⁴ Det är motiven och argumenten för att eleverna ska bli tekniskt bildade med avseende på tekniska system som står i centrum här, snarare än för vilken specifik kunskap som är eftersträfvansvärd. Till den debatten hoppas jag insikter om *talet om tekniska system* kan bidra.

Det ska sägas att de tre regelkategorierna har överlappningar vad gäller vissa aspekter. Samtliga berör till exempel hur människans, naturens eller samhällets förhållande till tekniska system kan beskrivas som en förväntad eller erbjuden kunskapsrelation, till exempel genom de begrepp man menar att eleverna ska erövra eller vad och varför eleverna ska lära sig om tekniska system. Även frågan om hur tekniska system definieras och presenteras, har en gemensam beröringspunkt, framför allt mellan undervisningsfokus och systemspråk.

Jag vill undvika en alltför mekanistisk syn på relationen mellan de regelkategorier som möjliggör olika följemeningar. De är analysresultat och ska, i min tolkning, ses som *möjliga* element inom *talet om tekniska system*. De är beroende av varandra och tillsammans påverkar de meningsskapandet. Alla tre analyskategorier bidrar till den samlade diskursen, och ifall någon del föregår en annan är det snarare en empirisk fråga, än en teoretisk, och heller inget jag har strävat efter att undersöka.⁶⁵ Trots diskursanalysens bredd, uppfattar jag den sällan kausal som i bemärkelsen ovan, men att man brukar mena att diskurserna styr

62 Jag väljer här avsiktligt att lägga mig nära den behandling av kunskapsbegreppet som skrevs fram inom läroplanskommitténs betänkande *Skola för bildning*, kap. 2.2. (Läroplanskommittén, 1992).

63 Jämför Englund, 2005.

64 Två bra översikter kring bildningsbegreppet finner man i Ginner, 1988, s 15 ff och Lindström, 2006.

65 I sin modell argumenterar Östman, 1995, s 182, för att det finns en hierarki mellan de kategorier han undersöker. "Ämnesfokus är den mest primära kategorin. Under ämnesfokus återfinns kunskapsemfas och naturspråk. När en ämnesfokus väljs kommer valet av naturspråk och kunskapsemfaser att vara begränsat."

vad som till exempel är inneslutet/uteslutet, möjligt/omöjligt respektive tillåtet/förbjudet.⁶⁶ Tänker man sig att det är lärarnas praktik och elevernas möjliga lärande som står i centrum, så finner jag det möjligtvis rimligare att anta att formeringen av *talet om tekniska system* kan ta sin utgångspunkt i det didaktiska valet av vilken som helst av ett undervisningsfokus, ett systemspråk eller en bildningsemfas.⁶⁷

Ett exempel på ett liknade sätt att resonera finner man i didaktikern Per Sunds avhandling om miljöundervisningen inom gymnasieskolan. Hans arbete följer också en pragmatisk tradition med följemeningar som bärande analytisk struktur. Det Sund menar är, till exempel, att det överlagrade innehåll som eleverna kan möta, skapas och bärs fram i ett växelspel mellan följemeningarnas vad- och hur-dimensioner. Det är, som Sunds fall visar, när läraren fattar sina beslut i undervisningen, som denne "lever följemeningarna" genom sina handlingar. Han anser också att det pragmatiska angreppssättet öppnar för att närma sig innehållet på andra sätt än från ämnestraditionerna, genom att ställa frågan om vilka syften som finns, vad man vill uppnå med undervisningen.⁶⁸

Genom valet av arenor vill jag också visa att jag är intresserad av sådant som ligger "bortom texten" – diskursens materialitet.⁶⁹ Speciellt gäller detta på realiseringsarenan. Kritiken mot diskursanalysen har bl.a. rört att den genom sitt tidiga ganska strikta förhållande till text, det skrivna mediet, har varit alltför kontextlös, vilket inneburit att diskursernas materialitet – liksom diskursernas aktörer – kommit att uppmärksammas i ringa omfattning. Den har saknat "kött och blod". I senare diskursanalys har begreppet "text" även omfattat andra typer av medieringar av budskap och materialiteten har där visats större intresse.⁷⁰ Språketaren Norman Fairclough vidgar diskursbegreppet till att även ta hänsyn till de sociala praktiker där handlingar äger rum. Dessa diskursiva handlingar kan både anses forma och formas av de ramar som situationen kän-

66 Winther Jørgensen & Phillips, 2000.

67 Östman fördjupar analysen ytterligare genom att titta på konstellationer av kategorier och hur detta ger andra följemeningar, Östman, 1995.

68 Sund, 2008, s II:5 och s 32. Sund använder den engelska termen "extras" för att beteckna det övergripande socialisationsinnehåll som följemeningarna pekar mot.

69 Neumann & Dükler, 2003, skriver t.ex.: "...det finns också en materialitet, och språket i sig har en materiell uttrycksform. Diskurser utgörs bland annat av institutioner: symbolbaserade regler som bestämmer den sociala interaktionen och därmed också har en materiell aspekt. Den materiella världen gör motstånd när man försöker förändra den Människan skapar sin historia, men inte under betingelser som hon själv har valt.", (s 75). Jag menar att detta har speciell relevans för just talet om tekniska system, eftersom detta är diskurser som står med ena benet i den konstuerade världen. Människans intentioner är inskrivna i artefakterna. De är aktanter, för att tala med Latour.

70 Se t.ex. Bergström & Boréus, 2005, kap 8.

netecknas av.⁷¹ På så vis blir *talet om tekniska system* en mångfacetterad diskurs, som får bedömas i relation till de praktiker där den verkar. Samtliga de tre arenor som används inom denna avhandling har sina respektive villkor och traditioner. Det som sker inom arenorna påverkar elevernas möjligheter att lära sig om teknik. I mitt fall är det väsentligt för analysen att även andra uttryck än de som står att finna i skriven text, kan förstås som grundläggande enheter, både för hur diskursen skapas och hur dessa formas av diskursen.

På de tre arenorna skapas mening om systemundervisning genom att inkludera eller exkludera uppfattningar i *talet om tekniska system*. Genom att undersöka vilka undervisningsfokus, systemspråk och bildningsemfaser som finns representerade kan följemeningar klargöras. Samtidigt som jag tar stöd i ett tekniskt systemperspektiv, betraktar jag aktörer (såväl personer som institutioner) som meningsskapande subjekt, vilka kan verka på flera av arenorna parallellt. Aktörerna på arenorna ska inte ses som fångar inom diskursen, utan som medskapare av den. I vilken mån *talet om tekniska system* visar på variationer över tid inom arenorna, samt hur detta kan tolkas och beskrivas utifrån respektive arena, är en av avhandlingens avsikter att ta reda på.

Diskursens kunskapsobjekt: tekniska system

Tekniska system är ett centralt begrepp för denna avhandling. Att en gång för alla nagla fast vad som är eller kännetecknar ett tekniskt system, låter sig inte enkelt göras – om ens alls. När man som lärare ska undervisa om tekniska system, eller när man som läromedels- eller kursplaneförfattare tänker på undervisning om tekniska system, leder det till att man både för egen del och för de tänkta mottagarna, måste förhålla sig till de tekniska systemen som kunskapsobjekt.

En beskrivning av några aspekter av tekniska system kan underlätta läsningen. Min egen förståelse av systembegreppet – speciellt i relation till människans tekniska verksamhet – sammanfattar jag i ett antal *systems signifikanter*.⁷² Dessa har utgjort mina linser när jag försökt att fokusera inläsningen av styrdokument, transkript och andra texter för att skilja ut när det talas om system eller relateras till sådant som kan inkluderas i talet om system.

Jag vill inte bidra till att de tekniska systemen framstår som något ogripbart som ”bara finns”, en osynlig samling odefinierade beroenden mellan ett antal komponenter. Tekniska system är i hög grad materiella, men man bör vara

71 “Discourse is socially constitutive as well as socially shaped: it constitutes situations, objects and knowledge, and the social identities between people and groups of people.”, skriver Fairclough i *Critical Discourse Analysis*. (Fairclough & Wodak, 1997, s 258)

72 Termen ”signifikant” är hämtad från diskursanalytikerna Ernesto Laclau och Chantal Mouffes ”flytande signifikanter” med vilket de menar element inom diskursen som är särskilt öppna för olika betydelser. Se Bergström & Boréus, 2005, s 318.

vaksam på hur man talar om dem. Det finns en skillnad mellan att använda en *benämning* för ett tekniskt system och att ge en *beskrivning* av ett system. Det sätt vi benämner system, med en underförstådd men något diffus hänvisning till dess materiella utbredning, som t.ex. järnvägsnätet, avloppssystemet eller livsmedelssystemet, är något annat än att ge dem en mer utförlig beskrivning. En sådan beskrivning är beroende av de definitioner som görs av de enskilda systemen, hur de gränsas av mot någon typ av omgivning och därmed vilka komponenter de innehåller. Beroende på hur vi definierar systemen, kan såväl brukare och yrkesutövare, ägare och lagstiftare, föras samman med de rent tekniska produkter som bygger upp systemen.

Hur kan man tänka om system?

Ordet ”system” kommer från grekiskans *synhistanai* (att lägga samman). De tidiga systemtänkarna i slutet på 1800-talet ansåg att det finns olika nivåer av komplexitet, och att det för varje nivå kan användas särskilda lagar och tilldelas särskilda begrepp. Men det är speciellt under 1900-talets senare del systemteorierna har utvecklats. De kännetecknas bland annat av att de behandlar begrepp som t.ex. emergenta egenskaper, hierarkier, svart låda, equifinalitet, homeostas och feedback.⁷³ Några av dessa begrepp kommer att belysas mer ingående nedan. Många vetenskapliga grenar har använt och bidragit till systemteoriernas framväxt och de har spridits in i och fått fotfäste i än fler.⁷⁴ Det finns även tecken på att begreppet *system* numera används på ett sätt att det inte förpliktigar till något och nästan töms på betydelse.⁷⁵

Systemteorierna har vuxit fram som ett alternativ till, eller en utmaning av, den atomism och reduktionism som präglat framför allt fysik- och kemigrenarna av naturvetenskapen och som bygger på idén, är att det är möjligt att förutsäga händelser på en högre systemnivå genom att skaffa kunskap om kvalitéer på en lägre nivå.^{76, 77} Den något slitna meningen ”helheten är mer än summan av de ingående delarna” är signifikant för mycket inom systemteorierna och kan

73 Se t.ex. Buckley, 1967 och Ingelstam, 2002.

74 Till exempel har biologin, matematiken, termodynamiken, gestaltpsykologin, filosofin liksom flera samhällsvetenskapliga grenar, bidragit. För utförligare beskrivningar av systemteoriernas framväxt se t.ex. Ingelstam, 2002, Lagerroth, 1999 eller Bertalanffy, 1973.

75 Ingelstam, 2009, s 82.

76 Biologin intar en särställning bland naturvetenskaperna, menar Mayr, 1982. Han skriver att ”the physical sciences are not an appropriate yard stick of science” (s 35) och att “The scientific revolution in the physical sciences had left the biological sciences virtually untouched.” (s 36). De följande 30 sidorna ägnar han åt att beskriva systemteoriernas plats inom biologin.

77 Denna atomism har även kallats för förklaringsreduktionism och är ett av de reduktionistiska drag som har kommit att kritiserats hårdast i de tidiga beskrivningarna av systemtänkande. Se t.ex. Ibid. och Losee, 1972.

behöva ges en tydligare innebörd. Genom att göra åtskillnad på summativa och konstitutiva egenskaper för komplex, där komplex ska förstås som en analytisk enhet bestående av ett antal definierade element.⁷⁸ De konstitutiva egenskaperna hos komplexet utgörs av relationer eller beroenden, till skillnad från de summativa, som kan beskrivas utifrån kännedom om de ingående elementens egenskaper i isolation. De konstitutiva karaktäristika som kännetecknar komplexet, går inte att förstå eller förklara genom att enbart känna till elementens egenskaper, utan man måste till detta även föga kunskap om deras inbördes relationer. Här framträder alltså, på en högre nivå, nya egenskaper som kan tilldelas status som begrepp och infogas i teorier.⁷⁹ Förändringar av de systemiska egenskaperna och funktionerna kan påverka de ingående elementen, men det kan också tänkas att element är utbytbara ("black box"), utan att det förändrar systemets funktion eller dess egenskaper som komplex. De nya helheter som uppstår kan i sin tur utgöra delar av andra system på högre nivå. von Bertalanffy menar att det mekanistiska paradigmat linjära kausalitet nu ersätts med slutna kedjor av händelser med återkopplingar.⁸⁰ Kausaliteten får på detta vis en annan formulering. Den får ett cirkulärt eller vävliknande utseende, vilket är vanliga modellbeskrivningar. Jämvikt av olika slag, liksom målsökande processer tas upp inom olika systemteorier.⁸¹

Psykologen och skolforskaren Oscar Öquist refererar i sin bok *Systemteori i praktiken* till senare systemforskare som Gregory Bateson och Peter Checkland. Dessa menar att den grundläggande idén när det gäller sätt att tänka om system, är att dessa är mentala konstruktioner, de är ett sätt att betrakta världen.⁸² På så vis hör de mera hemma i epistemologin än i ontologin. Ur ett vetenskapsfilosofiskt perspektiv påpekar Öquist att systemtänkandet handlar om just att se helheter och sammanhang, funktioner och mönster, och han menar att detta står i kontrast till, framför allt, fysikens kausalitetstänkande om krafter som verkar på ting. En utgångspunkt för Öquists behandling är att det är skillnad på att betrakta och att beskriva världen. Systemperspektivet blir redskap för ett

78 Ludwig von Bertalanffy, som fick sin första professur i biologi, sammanfattade samtidens systemtänkande, och mycket mer, i sin bok *General Systems Theory* från 1973. Hans ansats var bl.a. att argumentera för en övert teori där begrepp som användes på ett liknande sätt i flera systemteoretiska bildningar inom skilda vetenskapliga grenar kunde föras samman under isomorfa lagar och teorier som därmed besatt en generell förklaringskraft. Bertalanffy, 1973.

79 Se t.ex. Emmeche, m.fl., 1997, som diskuterar frågan om emergens och olika ontologiska nivåer.

80 von Bertalanffy, s 46. Se även Ingelstam, 2002.

81 Hit kan t.ex. diskussioner om teleologiskt uppträdande, sökandet efter ett mål, föras. Homeostas och elektronisk rundgång kan vara exempel på detta.

82 Öquist, 2003. Se t.ex. Checkland, 1981; Checkland, 1999; Checkland & Scholes, 1990 och Bateson, m.fl., 1998.

sätt att tänka om och beskriva världen som om den hängde ihop på ett speciellt sätt, men att detta inte är något absolut, rationalistiskt eller kausalt.⁸³

Kunskapen om hur delarna samverkar i systemet och hur information, energi och materia flödar inom och genom systemet är väsentlig. System har andra strukturella karaktäristika och fyller, på en högre analytisk och hierarkisk nivå, en eller flera funktioner. Dessa kan inte direkt härledas från en underliggande nivå. Det är, med en kanske alltför förenklad analogi, omöjligt att förutsäga utvecklingen av vägtransportsystemet eller uttala sig om systemets funktioner genom att skaffa detaljerad kunskap om en bil – än mindre om dess bränslesystem etc. Detta som ett komplement till de, i och för sig, framgångsrika naturvetenskapliga förklaringsmodellerna, där till exempel bensins förbränningsreaktion med luft kan beskrivas. Men motorns effekt går inte att förutsäga genom att genom att betrakta den enskilda bensinmolekylens energiinnehåll. Motorns funktioner är kvaliteter på en högre systemnivå, och i än högre grad gäller alltså detta hela bilens funktion. Ibland är det varken meningsfullt eller tankeeffektivt att känna till mer om ett delsystem eller en komponent än dess funktion – man kan behandla dem som en ”svart låda”.⁸⁴ För att tänka över biltransportnätet ur ett drivmedelsperspektiv, kan allt vi behöver veta om bilens funktion vara, att den släpper ut si och så mycket koldioxid per körd mil. Andra komponenter i systemet och deras funktioner står i beroende till bilens funktion.

Vad kännetecknar tekniska system?

Hur kan man bestämma ett tekniskt system? Enligt systemvetaren Lars Ingelstam, består ett system av två slags storheter – *komponenter* och *samband* dem emellan. Dessa komponenter och samband har valts ut för att tillsammans definiera systemet – de bildar någon form av *helhet*. Detta medför i sin tur att systemet måste gå att skilja ut från resten av världen – det måste finnas en *systemgräns*. Den del av världen som inte hör till systemet, men på något sätt har betydelse för det, kallas *omgivning*. Systemet och omgivningen bör definieras så att systemet har kontroll över sina delar, men inte över omgivningen. Det finns ofta utbyte med omgivningen över systemgränsen. Ett system kan även betraktas som isolerat. Det är då ett idealiserat tillstånd, eftersom systemet inte har något utbyte med omgivningen, varken av materia, energi eller information. I andra fall kan systemet betraktas som slutet. Då är materieutbyte vanligt.

83 Öquist, 2003, s 14f. Jämför även Luhmann, 1989.

84 Lars-Erik Björklund, 2008, ger i sin avhandling *Från novis till expert* en översikt av systembeskrivningars syften och möjligheter. Han ställer detta i relation till naturvetenskapens ständiga sökande efter förklaringar allt längre ner i en hierarkisk modell av världen. Han refererar till Polanyi, 1967, och skriver ”I ett komplext verkligt system har varje systemnivå sina egna regler, lagar och modeller och det är normalt omöjligt att dra slutsatser om dessa genom de regler och lagar som finns på en lägre systemnivå.”.

I öppna system kan såväl materia som information och energi flöda genom det, och systemet behåller sin struktur och funktion. Många system är beroende av att det finns en stabil omgivning.⁸⁵

Systemets främsta egenskaper utgörs av dess övergripande funktion eller funktioner, liksom komponenternas motsvarande funktioner och samband dem emellan. Ett samband kan utgöras av att t.ex. två individer utnyttjar samma energikälla. De är då delar av ett energitransportsystem, där den tekniska kärnan utgörs av sådant som generatorer, ledningar och ställverk. Cybernetikens grundare, matematikern Norbert Wiener, menar att det fundamentala kännetecknet på sambanden mellan komponenterna och det som håller ihop ett system är *information*.⁸⁶ Informationsbärare kan vara allt från elektriska signaler till en stor grupp människors gemensamma, men kanske ”tysta” agerande när de ”röstar med fötterna”. Centrala begrepp inom cybernetiken är till exempel återkoppling och kontroll. Föraren i en bil kan anses ingå som ett delsystem inom bilens drivningssystem, när hon ger återkoppling via gaspedal och ratt. Ett annat klassiskt exempel utgörs av James Watts ångregulator. Ingelstam exemplifierar med hissens mekaniska samband:

I VA-systemet har vi kranar, tvättställ och toaletter medan sambanden dem emellan utgörs av rörledningar. I en hissanordning finns det i allmänhet de två komponenterna hisskorg och motor, samt som samband ett system av linor och block.⁸⁷

Om man vill kunna beskriva hissens övergripande funktioner, eller om man vill kunna styra hissen, är det naturligtvis också nödvändigt att inkludera det elektroniska subsystemet, där informationen flödar mellan knappar för val av våning, dörrstängning, korgpassager etc, i hissystemet.

Ingelstam resonerar också om de tekniska systemens *komplexitetsdimension*, genom att tala om förhållandet mellan antalet komponenter i systemet och graden av komplexitet hos sambanden dem emellan – från enkla samband mellan få komponenter till komplicerade samband mellan många sådana. Det handlar i hans fall om att beskriva vilka typer av system som är vetenskapligt intressanta för systemanalysen som akademisk gren.⁸⁸

En annan tankestruktur redovisas av systemteoretikern Anders Karlqvist. Genom att referera till tekniksociologen Lewis Mumford och dennes uppdelning

85 Se t.ex. Ingelstam s 19-25 och Karlqvist s 10.

86 Wiener, 1954.

87 Ingelstam, 2002 s 20 f.

88 Ibid., s 25.

av tekniken-som-objekt, visar Karlqvist bland annat att den fysiska *storleken* eller *skalan* på ett tekniskt system, är en viktig faktor. I uppdelningen framstår tekniken på två sätt i förhållande till människan.

Ett passivt förhållande till människan som nyttjare, kategoriserat som:

Utensilier – t.ex. behållare

Apparater – såsom ugnar, provrör etc.

Infrastruktur – exempelvis vägar, kraftledningar

Ett aktivt förhållande till människan som producent, kategoriserat som:

Verktyg – manuellt hanterade redskap

Maskiner – manuellt styrda, men med externa kraftkällor

Automater – endast manuell övervakning, t ex en termostad

De senare vill visa en vandring från traditionell till modern, från primitiv till avancerad teknik. I båda fallen återfinns en tendens att gå mot ökad systemisering, längs tidspilens riktning.⁸⁹

Ett system är en *mental* representation av något fysiskt. System ”finns inte” på det påtagliga viset. Även om vi tycker att det är naturligt att säga att järnvägsloket är ett tekniskt system bara för att det är fysiskt avgränsat, så måste vi ändå, utifrån en specifik undran, precisera denna gräns för att tänka över loket som ett system. Ekosystem upplevs som väldigt verkliga, när vi till exempel sätter dem i obalans med föroreningar, men de är inte objekt som vi kan erfara i direkt observation – *de är konceptuella konstruktioner*.⁹⁰

Hur ska man bestämma om det är ett tekniskt system eller ett socialt, juridiskt, ekonomiskt eller politiskt system?⁹¹ Eller andra kategorier som till exempel icke-materiella klassificeringssystem? Systemanalytiker engagerar sig i olika grad för alla dessa systemtyper.

Ett tekniskt system karaktäriseras av att det innehåller en *teknisk kärna* – det fysiskt konstruerade, det som i sin ofta komplexa konstruktion bär med sig det vi vill kunna se som det tekniskt intentionella och det som representerar det vi vill kunna säga är det tekniskt karaktäristiska för systemet – en bil, en klocka,

89 Karlqvist, 1983 Kap 4. Jämför också Kenneth Bouldings, 1956, (Ref i Ingelstam, 2002) inledande tre systemnivåer i hans systematisering av systemvetenskapen, vilka beskrivs som ramverk, urverk respektive återkopplade (cybernetiska) system.

90 Bertalanffy, 1973, s xxii.

91 Systemteorier används i många skilda verksamhetsgrenar, t.ex. inom sociologi och ledarskap/management. För vidare läsning inom dessa områden se t.ex. Buckley, 1967, Öquist, 2003 eller Senge, 1995.

ett bröd eller en musik-cd. Även räls, städer och vatten- eller elledningar är vanliga tekniska kärnor. Det finns andra, kompletterande sätt att gå tillväga. Teknikhistorikern Thomas P Hughes följer "*systembyggarna*", innovatörerna, när han beskriver de stora tekniska systemens framväxt – och i vissa fall uppgång och död. Däremot spelar konsumenterna en mindre framträdande roll i hans socioekonomiska och teknikhistoriska framställningar av t.ex. elsystemen. De begrepp som han använde i beskrivningen – och som därefter fått fotfäste i vetenskapen – var t.ex. radikal och konservativ uppfinning, momentum, kritiska problem och "reverse salients".⁹² Ingelstam lutar åt att, istället för att enbart fokusera på systemets tekniska kärna, låta systemens *funktion* vara den avgörande faktor som systemdefinitionen utgår från. Utifrån det perspektivet kan man försöka sätta gränser för beskrivningen, menar Ingelstam.⁹³

Inom det amerikanska skolprojektet *Technology for all Americans* används en uppdelning efter *Vetenskapliga principer* (elektriska, hydrauliska, mekaniska, kemiska); *Funktion* (syfte: transport, kommunikation, produktion); *Generell uppbyggnad* (fysiskt, biologiskt, informationsinriktat).⁹⁴ Det är intressant att lägga märke till att biologiska system – som man kan tänka sig tillhöra "den naturliga världen" – räknas in i de tekniska. Man ska här förstå de biologiska systemen utifrån det tekniska perspektiv, där människan manipulerar med naturen. De använder bl.a. begreppet "artificiellt ekosystem".⁹⁵

Ett annat alternativ är att följa någon naturlig *resurs*, som t ex veteaxet, genom en serie händelser.⁹⁶ Systemet finns manifesterat som en *idé* eller *process* (design på systemnivå) och de komponenter som bidrar till processen finns i systemets "svarta låda". Veteaxet levereras som en input från systemets omgivning. Energi, kunskap och materiella resurser tillförs systemet, vars output kan tänkas vara det färdiga mjölet, eller något mer vidgat det bakade brödet. Teknikhistorikern Bo Sundin skriver i boken *Den kupade handen* om hur han uppfattar att människan för första gången i historien skapar tekniska system. Det sker, menar han, i kölvattnet efter den neolitiska revolutionen, när människan övergick från jägare/samlare till odlare.

92 Se t.ex. Hughes, 1987 och Hughes, 1988. Jag går här inte närmare in på beskrivningen av begreppen.

93 Ingelstam, 2002, s 248.

94 Technology for All Americans Project. & ITEA, 1996.

95 Technology for All Americans Project. & ITEA, 2000.

96 I den teknikdidaktiska debatten används detta exempel för att illustrera systemtanken från ett ekocentriskt perspektiv och argumentera för att teknikundervisningen ansvarsfullt ska rikta in sig mot hållbar utveckling. Se Petrina, 2000a s 208, 226.

[Det är] viktigt att inse att jordbrukarsamhällena inte bara byggde på några få upptäckter eller ”uppfinningar” i form av kulturväxter och husdjur. Då, som vid senare perioder av stor teknisk förändring, var det mera fråga om införandet och anpassningen av ett omfattande tekniskt system med många samverkande delar. På samma sätt som en modern ko kan vara en del av ett stort tekniskt system med ensilage, kraftfoder och veterinärmedicin, mjölkningsmaskin, tankbil, mejeri, tetrapak, Konsums kyldisk och hemmets kylskåp, kan de första odlingsväxterna och boskapen sägas ha varit en del av ett tekniskt system.⁹⁷

Sundin ger här en bild av tekniska system som ett *produktionstekniskt* sammanhang, vars tekniska kärna består i omvandlingen av naturliga resurser till förädlade produkter. Systemet har inte bara förmedlat något, utan även tillfört mervärde. I sådana system blir transporter komponentsamband.

Tekniska system och sociala aspekter

Det generella systemtänkandet har slagit rot, men också tagit delvis nya vägar t.ex. inom samhällsvetenskaperna. Churchman utgår från konkreta analys exempel från skilda system av social karaktär. I den systemsyn han företräder, framgår det att samhällseliga system har en mening och att meningen är skapad. Bakom varje system, eller inom varje system – tekniskt eller socialt – finns mänskliga, medvetna handlingar. Systemens syften och mål är dock inte alltid transparenta, de kan vara emergenta och det är upp till analytikern att locka fram dessa ur empirin. Den temporala prediktionen är omöjlig, eftersom ”Framtiden är alltid mindre viss än nuet.”⁹⁸ Churchman har en teleonomisk syn på system, som verkar framställd oberoende av systemens karaktär: ”Systemen är sammansatta av komponenter som samverkar för det helas övergripande målsättning.”⁹⁹ Systemtänkande är helt enkelt ett sätt att tänka över dessa totala system och deras komponenter.

Mot denna syn finns det kritik. Bland andra har Langdon Winner och Jacques Ellul båda formulerat ett mer deterministiskt sätt att betrakta komplex teknik. De är inte lika hoppfulla när det gäller människans förmåga att styra teknik – speciellt inte när det gäller stora samhällseligt omdanande processer – och att få tekniken, människan och hennes system att sträva mot förutbestämda mål.¹⁰⁰

97 Sundin, 1991, s 36.

98 Churchman, 2002, s 128.

99 Ibid, s 20.Ibid.

100 T.ex. Ellul, 1965, Winner, 1977.

En annan inriktning hålls av aktörsnätverksteoretikerna, med företrädare som Bruno Latour eller Michel Callon och John Law. Där forskningsgemenskapen kring The Social Construction of Technology (SCOT) betonar sociala gruppers historia och dynamik, riktar företrädare för aktörsnätverksteori sitt intresse mot ingenjörers och entreprenörers strategier och ageranden. Aktörerna manipulerar, litar sig, skaffar företräden, förhandlar och övertalar för att vinna makt och tvinga andra aktörer in i den fälla man byggt.¹⁰¹ Ingelstam menar att de forskare som de senaste decennierna ägnat sig åt sociala system ännu inte fullt ut har räknat med teknikens medverkan i processerna.¹⁰² De har heller inte svarat upp mot de, ofta internt, högt ställda förhoppningarna på att knyta kvalificerade systemteorier till sin forskning.¹⁰³ Det fanns en motsvarande tidslucka, kanske något kortare, där de tekniska systemforskarna inte vägrade in de sociala aspekterna. Men i.o.m. etableringen av SCOT, där t.ex. forskning om stora sociotekniska system som energisystem och produktionssystem ryms, har en mötesplats uppenbarats. SCOT-perspektiven berör t.ex. *sociohistoriska* processer och frågor om "technological transfer" och teknikens evolutionära karaktär.¹⁰⁴

Miljöforskningens område är ytterligare ett exempel där såväl kunskap om naturens villkor och begränsningar, människans och mänsklighetens sociala, ekonomiska och etiska roller möter teknikens frågor på ett tydligt sätt. Frågeställningarna är i grunden tekniska – t ex hur ska vi konstruera ett hållbart samhälle? – men frågan kan inte få ett uttömmande svar på någon nivå utan att dessa vetenskapsfälts samlade kunskaper får mötas.

Framtidsstudier är ett exempel på ett fält som innehåller flera stora frågor och är därmed intressant ur ett systemperspektiv. Prognoser har en framskjuten roll här, vilket jag ser som en möjlig sammanbindande länk mellan de olika grenarna. Ingelstam nämner några områden:

Tillförselsfrågor

Hit räknas t ex frågor om vår energi- och livsmedelsframtid.

101 Summerton, 1998, redogör övergripande för detta. Se även Callon, 1987, och hans studie av hur den franska satsningen på elbilar misslyckas just för att aktörerna inte byggt tillräckligt robusta sociala nätverk.

102 I en central programskrift för etableringen av *Tema teknik och social förändring* vid Linköpings universitet i decennieskiftet mellan 1970/80-talen tar Ingelstam & Schiller, 1981, upp hur den samhälleliga debatten i kölvattnet av Romklubbens *Tillväxtens gränser*, energikrisen och kärnkraftsdebatten påverkat tillkomsten av detta tvärvetenskapliga tema. Den grundläggande synen är att tekniken och samhället står i ett växelverkande förhållande till varandra och att "... den samhällsdebatt som uppstått kring teknik och tekniska system leder in mot frågeställningar som är – och länge har varit – grundläggande i vetenskapligt studium av människan och samhället" (s 8).

103 Ingelstam, 2002, s 93.

104 Se t.ex Bijker, m.fl., 1987 och

Strukturfrågor

Till denna grupp frågor hör t ex infrastrukturella frågor om transport, men också ekonomiska systemframtider.

Användningsfrågor

Hur optimeras teknik och hur använder människor den? Förändringar och samspel mellan dessa båda frågor är här av intresse. Användning, nytta, behov, tillgång och efterfrågan, styrning etc, är centrala begrepp.¹⁰⁵

Aktanter

Tekniksociologen Bruno Latour går vidare från sin definition av aktörer (ovan), och säger att en *aktant* är vem eller vad som helst som agerar i en händelsekedja.¹⁰⁶ Då kan även fysiska tekniska objekt inkluderas bland dem som talar för en sak, som bär på en idé. Den intentionella aspekten av tekniska konstruktioner leder till att idéer och värderingar etc. ”skrivs in i” artefakterna, som en del av deras funktioner. I Latours värld av aktörsnätverk, sammanbundna av sociala relationer, ges även aktanterna möjlighet att framföra sina versioner av historien. Ett exempel som Latour själv använder är hotellnyckeln. Genom sin konstruktion med en stor och klumpig vidhängande nyckelhållare talar hotellrumsnyckeln (*aktanten*) till gästen: *Tag inte med mig i din ficka ut från hotellet!* Detta budskap uttalar nyckeln med hotelldirektörens röst. Direktören slipper därmed stå vid receptionsdisken och påminna gästerna om att lämna in nycken innan de går ut.

Detta sätt att tänka över teknik har stora likheter med att beskriva system i termer av *emergenta funktioner*. Biltransportsystemet har flera funktioner än att transportera människor och gods. Vi kan tänka över det systemet, definiera det på ett sätt som ger oss möjligheter att se att det specifika systemet har andra funktioner, och att även biltransportsystemet ”talar till oss”, påverkar oss. Ett kanske triviale exempel är att en av biltransportsystemets funktioner är att styra vårt resande. Gränslandet mellan den mer fysiska och till storlek begränsade artefakten och det konceptuella systemet, har förbindelse.

Tekniska system, kunskap och språk

Det är uppenbart att det inte enbart är de tekniska konstruktionerna som avgör hur vi förhåller oss till dem. Språkets roll i tekniska sammanhang är obestridlig. När det gäller hur vi tänker och talar om teknik finns det glidande skalor för olika nivåer, storlek eller komplexitet. Tekniska artefakter, i bemärkelsen nå-

105 Ingelstam, 2002, kap 8.4-8.7. Till hans tankar har jag fört några egna.

106 Latours själv använder termen ”plot” (plan, intrig, sammansvärjning, komplott eller handling) där jag använder ”händelsekedja”. Kanske har jag genom detta ett alltför undanfallande förhållningssätt till maktkamperna som ligger bakom diskursformering, samt ger en lite för linjär bild.

got fysiskt och människotillverkat föremål av inte alltför stor komplexitet eller storlek, är liksom system intressanta för såväl cybernetiker, kognitionsforskare, psykologer, sociologer, ekonomer som pedagoger. De *medierande artefakterna* har länge varit intressanta för pedagogerna, men inlån från teknikfilosofin, har ännu varit svag. Bruno Latour har visat hur de tekniska apparaterna har påverkat framväxten av den moderna naturvetenskapen och den starka koppling som detta har till teknik, värderingsfrågor och sociala investeringar.¹⁰⁷

Ett annat perspektiv på förståelse genom teknik beskrivs av pedagogen Roger Säljö. Han har visat intresse för de tekniska artefakternas medierande karaktär i utvecklandet av kunskap.¹⁰⁸ Utgångspunkten för hans sociokulturella resonemang är texten och språket, dess budskap och yttranden. Men utöver det talade och skrivna språkets redskap, vilket är vår "vehicle of thought" (här citerar Säljö Wittgenstein), påpekar han att även de fysiska, tekniska, artefakterna är redskap för vårt lärande och vår förståelse om världen. "Mellan de intellektuella och de fysiska redskapen finns en nära släktskap.", skriver Säljö.¹⁰⁹ I en sociokulturell förståelse bildar individen, den sociokulturella praktiken och redskapen en odelbar beskrivningsenhet. Säljö låter oss följa människans kunskapsutveckling "från handens insikt till ordens praktik" genom vår intuitiva förståelse för hävstången, via blindkäppen som en förmedlare av intryck från omgivningen och hur den synskadade "blir ett" med sitt redskap, till användningen av miniräknarens tangenter, bakom vilka för många av oss fördolda operationer inom decimalsystemet ligger.¹¹⁰ Hammaren kan betraktas som den förstärkta handen, bilen den snabbare foten, kläderna den förstärkta huden, telefonen den starkare rösten etc.¹¹¹ En annan typ av förlängning belyser Jane Summerton när hon påpekar att man som bilägare inte enbart blir "förare" när man sätter sig bakom ratten, utan att man också "köper in sig i" flera tekniska system, allt från registreringssystemet till vägtransportsystemet i stort.¹¹²

Om än framsprungna ur, eller använda i olika vetenskapliga genrer, finns här en slående närhet mellan de medierande artefakterna, aktanterna, mediering, medier och det som kallas teknik. Försöken att definiera teknik är många. Här

107 Latour, 1987.

108 Se även Polanyi, 1967.

109 Säljö, 2000, s 233. Man kan naturligtvis föra en diskussion om huruvida alla föremål, naturliga fysiska föremål respektive intentionellt skapade tekniska artefakter, hör till kategorin medierande redskap. Jag avstår här för en sådan exkurs.

110 Ibid., i inledningen till kapitel fyra, s 74-82. Se även McLuhan, 2001.

111 Jämför även Heidegger, 2003 (1977).

112 Summerton, 1998, s 22. I ett tidigare och även av SCOT-tänkandet präglad arbete om *The meaning of the automobile* tar Hagman & Tengström, 1991, upp bilens sociala funktioner och de meningserbjudanden den ger och har gett som en del av ett humanteknologiskt forskningsprojekt.

väljer jag Thomas Ginnners variant, eftersom den passar väl in med ovanstående framställning om tekniska system som kunskapsobjekt:

Teknik är allt som människan sätter mellan sig själv och sin omgivning för att uppfylla olika behov samt de kunskaper och färdigheter hon utvecklar och förvaltar i denna problemlösande process.¹¹³

Människans förhållande till tekniken kan ses som länken mellan t.ex. Ingelstams kritik av den sociologiska forskningens ointresse för de tekniska artefakterna och systemen, och de sociokulturella lärandeteoretikernas intresse för medierande tekniska artefakter. Det är inte någon principiell skillnad mellan systemen människa/blindkäpp respektive människa/Internet. Graden av komplexitet och dynamik skiljer sig naturligtvis åt, inte minst när man inkluderar människan i systemet. Men inte förrän vi har definierat systemet, klargjort dess komponenter och *samband*, kan vi låta det tala till oss och, genom det språk vi skapar för detta ändamål, mediera andra föreställningar om vår omvärld. Först då kan vi tala om systemens funktioner, deras historia och förändrande kraft.

Systemsignifikanter

Utifrån den systemteoretiska och teknikfilosofiska litteratur jag läst och till stora delar refererat till i avsnitten ovan, har ett antal sammanfattade begreppsgrupper lyfts fram, vilka jag benämner *systemsifikanter*.¹¹⁴ Dessa har mejslats fram för att operationalisera min förståelse av detta fält. Syftet har varit att genom denna kategorisering åstadkomma ett både transparent och hanterbart redskap för att kunna behandla det empiriska materialet. Signifikanterna är resultatet av denna process.

Systemsignifikanterna är framtagna utifrån kriteriet att de skall utgöra eller representera centrala begrepp och tankelinjer som kännetecknar sätt att tänka över och beskriva världen som system, liksom för att utveckla förståelse av komplex teknik. Sammanställningen har därför ett eklektiskt drag. Signifikanterna är element som i diskursen kan vara öppna för olika betydelser. Eftersom signifikanterna utgörs av vida begrepp är de inte exkluderande, utan de har överlappar och kopplingar sinsemellan. Det finns dessutom kritik mot och emellan en del systemteoretiska ansatser. Jag är medveten om flera av dessa, men har valt

113 Ginner, 1996, s 22.

114 Begreppsklustren av systemsifikanter är framtagna efter läsning av bl a Ingelstam, 2002; Bertalanffy, 1973; Karlqvist, 1983; Öquist, 2003; Bijker, m.fl., 1987; Bugliarello & Doner, 1979; Capra, 1996; Churchman, 2002; Ellul, 1980; Blomkvist & Kaijser, 1998; Wiener, 1954; Waring, 1996; O'Connor & McDermott, 1997; Gustafsson, m.fl., 1982.

att inte skriva fram dessa exkurser.¹¹⁵ Jag menar att systemsignifikanterna dels befinner sig på en mer inkluderande basal nivå och dels är operationaliserade så att de kan rymma kritiska tankar.

Detta har mynnat ut i följande systemsignifikanter:

- **Systemens tekniska kärna**
Av människan konstruerad teknik eller tekniska processer, står i centrum.
- **Komponenter, delsystem och hierarkier**
Systemens komponenter är de element som bygger upp dem. Tillsammans med delsystem inskrivs de i hierarkier med avseende på komplexitet, fysisk utbredning och/eller i relation till besluts- eller funktionsnivå.
- **Samband och helhet**
Ofta uttrycks systemnära tankar i en form som signalerar att den av människan konstruerade och använda tekniken, till exempel de vardagens artefakter som vi omger oss med, ingår i ett större sammanhang eller helhet, att det finns någon form av beroende mellan artefakterna och något annat tekniskt.
- **Systemgräns och omgivning**
System kan bland annat avgränsas av att de har möjlighet till informationsutbyte mellan sina komponenter och därmed kontroll över dessa, men inte över omgivningen.
- **Isolerade, slutna eller öppna mot omgivningen**
Till denna grupp signifikanter räknar jag in uttryck som avser hur flödet av energi, materia eller information passerar genom en mer eller mindre komplex teknisk väv av systemkaraktär.
- **Informationsflöde, kontroll och återkoppling**
Ytterligare signifikanter behandlar processer med begrepp som återkoppling, styrning, sensor, input respektive output. Här finns utrymme för att uppfatta såväl mer ”hård” styr- och regler teknisk kontroll av ett förhållandevis tydligt fysiskt definierat och väl sammanhållet system, till mer ”mjuka” system med tidsmässigt utsträckta återkopplingsförlopp, där människans roll i förhållande till systemet beaktas. Ofta kläs detta i

115 Sådan kritik rör t.ex. att man inom studierna av stora tekniska system har varit alltför hjältefixerad och missat ”de osynliga” – användarna, de av systemet utnyttjade, eller kvinnorna. Annan kritik rör att det finns risk med en alltför stark metodmedvetenhet i löningen av systemiska problem i att man tappar problemmedvetenheten. Lägg därtill kritik mot systemteoriens förklaringsanspråk på världen eller systemteoriens förmåga att determinera händelser, att göra prognoser.

matematiska eller logiska termer, men kan även utgöras av rent verbala beskrivningar.

- **Systemets funktioner, dess beteenden och modeller för att beskriva detta**
När komplexa eller stora tekniska lösningar beskrivs i systemtermer, där systemens övergripande funktioner lyfts fram, eller när man talar om systemmodeller, inkluderas de i denna grupp. Här ryms också resonemang om simulering av tekniska system, liksom ”den svarta lådan”. Att ”systemet är mer än summan av sina komponenter”, hör till standardfraserna när det gäller att beskriva de tekniska systemens karaktär.
- **Storlek och komplexitet hos system**
Hit räknas dels när tekniken beskrivs som rumsmässigt utsträckt på ett sätt som vi inte kan överblicka, dels när den talas om som en del i det allt mer komplexa tekniska samhället. Det komplexa i detta behöver inte innebära att det är stort. En dator med kringutrustning kan exemplifiera detta.
- **Dynamik**
Uttryck som rör systemens förändring räknas hit, men även när optimering av systemen berörs. Systemens eventuella målsökande och dess beroende av tidigare förlopp i systemet, är delar av dynamiska faktorer. Beskrivningar av systemens historiska framväxt kan även ingå.
- **Sociokonstruktivistiska och sociotekniska perspektiv**
En speciell inriktning rör relationen mellan människan och tekniken. Här avses uttryck för hur de tekniska systemen har vuxit fram i en växelverkan mellan olika aktörers intentioner och handlingar i förhållande till olika villkor av teknisk eller naturgiven karaktär.
- **Produktionsvillkor och innovationssystem**
Teknik utvecklas och produceras ofta i komplexa miljöer. Råvaruförädling, tillverkningsindustri eller tillhandahållande av tjänster som baserar sig på avancerad teknisk utrustning ingår i detta.

Dessa *systemsifikanter* har utgjort sorterande kategorier i min läsning, när jag analyserat och tolkat nationella kursplaner, transkriberade intervjuer, läromedel liksom andra texter och material.

3 Tidigare forskning

Läroplansforskning

Utbildningsforskning, som den bedrivits både i Sverige och utomlands, har bland annat lyft fram vilka funktioner skolans olika delar har i förhållande till helhetens övergripande funktioner – en kulturellt reproduktiv funktion, en förvaringsfunktion, en sorteringsfunktion etc.¹¹⁶ Men mestadels har den skett utifrån ett intresse att se varför, i vilken mån och utifrån vilka idéer centralt ställda förväntningar fått genomslag i skilda delar av skolan. Inom den traditionen har utbildningsforskningen betraktat skolan som en institution formad av i samhället dominerande strukturer. Dessa strukturer bärs fram av en eller flera idéer, regelsystem eller värdebaser, och det är dessa som utgör institutionens grund.¹¹⁷ Men, som Bo Lindensjö och Ulf P Lundgren gemensamt konstaterar:

Om vi ser klyftan mellan beslutsspel och genomförandespel från den konkreta verksamhetens utgångspunkt är det uppenbart att varje försök att överbrygga den måste utgå från ett accepterande av skolans organisation och lärarnas professionella legitimitet. Att bara tolka motstånd mot reformer som uttryck för konservativa reaktioner och allmänt motstånd mot förändring, är inte särskilt meningsfullt.¹¹⁸

Lundgren menar att läroplansteorier kan betraktas som systematiserade översikter kring två huvudspår: vad undervisningen ska innehålla och hur den ska genomföras, samt de rationella argument som motiverar detta.¹¹⁹ Den svenska läroplansforskningen har dock strävat efter att frigöra sig från den snävare ”dokumentsynen” och närma sig den vidare ”curriculumsynen”.¹²⁰ De ”beslutsspel och genomförandespel”, som Lindensjö och Lundgren refererar till, har varit en ingång för mitt intresse för att se hur *talet om tekniska system* har formerats i olika delar av skolan.

I Sverige är läroplanen – inte minst i ett praxisnära perspektiv – inte längre ett specifikt nationellt dokument. I ett allt mer decentraliserat skolsystem kan skolans administration reproduceras på flera nivåer. I och med kommunaliseringsreformen 1991 är det möjligt att betrakta den kommunala nivån som

116 Berg, 2003a, s 79 f.

117 Ibid., s 79 ff.

118 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 178.

119 Lundgren, 1972 s 29.

120 Se t.ex. Englund, 2005, s 99.

både konsument och producent av styrdokument. Ingrid Carlgren och Ference Marton beskriver flera aspekter av detta skifte. De påpekar bland annat att det i gränslandet mellan visioner och realiteter, mellan traditioner och nytänkande, inneburit en sorts ”omedveten reformförvridning” och en förändring av ”relationerna mellan läroplanen, skolpraktiken och lärarens arbete”.¹²¹ De beskriver även en motsägelsefullhet som finns inom både formuleringsarenan respektive realiseringsarenan. Denna relaterar till tidigare logiker och praxis på respektive arena. Under övergången till ett målstyrt skolsystem inom Lpo94, blev detta tydligt när byråkrater på samtliga nivåer kom att luta sig mot tidigare traditioner, när nya anvisningar och måldokument skulle formuleras. Det är således inte längre enbart *ett* dokument, *en* läro- eller kursplan som ska implementeras. Det är i stället flera delar som ska *konstrueras* och *samverka* på olika nivåer, lokalt och nationellt.

De tre arenorna har på olika sätt varit närvarande inom läroplansforskningen. Studier av relationen mellan *formuleringsarena* och *realiseringsarena* kan närmast sägas vara en svensk paradgren med arbeten av Urban Dahllöf, Ulf P Lundgren, Gunilla Svingby, Tomas Englund, Ingrid Carlgren, Ference Marton med flera. Dahllöfs och Lundgrens studier av undervisningens gränser ledde vidare till en läroplansteori som talade om skolans värdebaser i termer av delvis kronologiskt och skolformsmässigt överlappande koder – en moralisk, en klassisk, en realistisk och en rationell kod.¹²² Teorierna har tolkats, utvecklats och använts på flera sätt och har bland annat kommit att knytas tättare till didaktisk forskning. De har även kritiserats av till exempel Tomas Englund.¹²³

Användningen av *arenor* har också skett i syfte att förstå och klargöra processer i skolsystemet. Bo Lindensjö och Ulf P Lundgren beskriver den reproduktionsparadox som uppstod efter övergången från en syn på utbildning som ett instrument för en reaktiv politik, till ett instrument för en aktiv, progressiv politik. I den senare rymdes förväntningar på såväl *public* som *private good* och därmed även en ökad samhällslig efterfrågan av utbildning.¹²⁴ Paradoxens konsekvenser beskrev författarna som ”en klyfta mellan formuleringsarenan och realiseringsarenan” och ”en klyfta mellan den politiska och den administrativa

121 Carlgren & Marton, 2000, s 78-81.

122 Se Dahllöf, 1967, Lundgren, 1972 och Lundgren, 1979.

123 Se t.ex. Englund, 1986. Han breddar där perspektivet för ramteorierna genom att ge dem en mer medborgerlig dimension och öppna upp för ”det tredje stadiet” av mer sociologiskt inriktad läroplansforskning.

124 Se t.ex. Englund, 1993, där han belyser skiften i hur skolan förhållit sig till relationen mellan public och private good.

delen av realiseringsarenan”.¹²⁵ Lindensjö och Lundgrens intresse för skolsystemet utgick detta fall från frågor om skolans styrning.

Av den teoribildning som uppstått kring dessa arenor är det främst vad Englund kallar ”det tredje stadiet av läroplansteorins utveckling”, som kommit att utgöra en bas för mitt arbete. Det han avser är ett perspektiv som inte betraktar skolans innehåll som fastslaget och som en del av en social maktutövning med ett syfte att elever ska insocialiseras till en bestämd kultur och därmed reproducera de värden, egenskaper och kunskaper som samhället anser väsentliga. I det ”tredje stadiets” perspektiv ses skolans innehåll som beroende och utsatt för omförhandling i en pågående maktkampprocess.¹²⁶ Även läroplanens politiska och administrativa decentralisering efter skolreformerna under det tidiga 1990-talet påverkar forskningens inriktning.¹²⁷ Så har till exempel flera studier genomförts som behandlar lokala betygskriterier, lokala arbetsplaner etc. i kölvattnet av dessa reformer.¹²⁸ *Medierings- eller transformeringsarenan* har framför allt beforskats på läromedelsidan. Här finns också en förhållandevis stark svensk tradition med namn som Boel Englund, Kjell Härenstam och Staffan Selander. Liksom inom den allmänna läroplansforskningen kan man även här finna stadier av motsvarande slag. Det är huvudsakligen inom ämnen av ”boklig karaktär” – svenska, historia, samhällskunskap och religion, samt språk – som studier bedrivits.¹²⁹ I och med att det är läromedel i olika ämnen som legat till grund för forskningen, har den innehållsliga delen funnits naturligt närvarande. Stora genomgående teman i läromedelsforskningen är exempelvis genus, etnicitet, identitetsbildning, men här finns även gott om forskning som berör (skol-)ämnenas epistemiska innehåll. I de tidiga forskningsstadierna var läromedelsstudier intressanta som en del av det intresse man visade för skolans styrning.¹³⁰ Senare dominerades området av demokrati- och samhällsfrågor – nationalism, rasism, könsroller, jämställdhet etc.¹³¹ Under det sena 1990-talet

125 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 171f. Lärargruppen på realiseringsarenan beskrivs av författarna som ”street-level-bureaucrats” för att markera deras legala status.

126 Englund, 1997b, se 129 ff.

127 Här betraktar Ulf P Lundgren, 2006, läroplansforskningen i retrospektiv och påpekar just hur underlaget, spelplanen, förändrats under 1990-talet och han argumenterar för att forskningen måste vara följsam i detta. Om man vill kunna fortsätta att studera skolans styrning i en föränderlig, privatiserad, decentraliserad och samtidigt globaliserad utbildningsvärld, så måste forskningen skifta fokus från att studera utbildningspolitik som en aktiv företeelse, till att allt mer betrakta dess reaktiva karaktär.

128 Se t.ex.: Alexandersson, 1998; Tholin, 2003; Larsson, 2004; Tholin, 2006

129 Reichenberg, 2007.

130 Exempelvis Wallin, m.fl., 1969.

131 Se t.ex. Behre, 1991 eller Härenstam, 1993.

började de diskursanalytiska ansatserna öka i antal. Somligt av detta har inkluderat frågor kring epistemiskt ämnesinnehåll.¹³²

Den tidigare läroplansforskning som, i all sin bredd, genomförts på *realiseringsarenan* har antingen berört klassrumsstudier med avsikt att studera praktiken utifrån något speciellt analytiskt perspektiv, eller har den utgjorts av skolutvecklingsforskning med olika grad av interaktivitet och skiftande normativa drag.¹³³

Teknikdidaktisk forskning

Man kan först konstatera att det ännu så länge endast finns ett fåtal svenska avhandlingar som kan anses ha teknikdidaktiskt innehåll. Bilden av det svenska teknikämnet är därför otydlig och ännu så länge endast grovt tecknad. Teknikdidaktikernas Jan-Erik Hagberg och Magnus Hultén forskningsöversikt *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik – svensk forskning i internationell kontext* från 2005 sträcker sig bakåt till tidigt 1980-tal och visar på ett forskningsfält i vardande. Allt fler universitets- och högskolemiljöer engagerar sig i teknikdidaktiska frågor. Hagberg och Hultén lyfter även fram flera svenska science centers intresse för teknikfältet. Samtidigt pekar de på att den svenska representationen i internationella teknikdidaktiska tidskrifter är låg, trots att den svenska forskningen verkar ha god anknytning till den internationella.

Forskningen har behandlat ett antal frågeställningar som rör t ex hur lärare, lärarstudenter och/eller elever ser på teknik som verksamhets- och undervisningsområde, samt även hur elever uppfattar olika tekniska artefakter. De avhandlingar som finns har bl a anlagt genus-, utvecklings-, undervisnings- eller kunskapsperspektiv. Ett händelselogiskt perspektiv har i tekniksammanhang använts av Inga-Britt Skogh i hennes avhandling *Teknikens värld – flickors värld*.¹³⁴ Ett fåtal andra bidrag av svenska forskare har publicerats i tidskrifter och uppsatser.¹³⁵ Efter Hagberg och Hulténs genomgång har ytterligare bidrag publicerats, varav några med relevans för denna avhandling nämns nedan.

När det gäller den teknikdidaktiska forskningen har läroplansnivån givits stor uppmärksamhet internationellt. I den forskningsöversikt som gjordes av Karen F Zuga 1994, framgår det att mer än hälften av studierna berörde "curriculum"-frågor. De få som hade en systemrelaterad ansats omfattade industri- och pro-

132 Lena Molin, 2006, tar i sin avhandling *Rum, firum och moral* upp geografiämnets kunskapsinnehåll i förhållande till olika värdegrundsfrågor som solidaritet, jämlikhet, rättvisa och etnicitet. Studien berör både lärares uttalanden och textanalys av läromedel.

133 T.ex. Axelsson, 1997 och Vikström, 2002.

134 Skogh, 2001.

135 Hagberg & Hultén, 2005.

duktionsinriktade utbildningsfrågor med inriktning mot yrkesförberedande program. Teknikundervisning är ett fält i utveckling, som söker sina gränser, sitt innehåll och sin legitimitet. I sin avslutande kommentar är dock Zuga kritisk och menar att forskningen fram till dess innehållit få överraskningar. Den är också normativ och befäster snarare befintliga traditioner än utvecklar något nytt.¹³⁶ Vid en uppföljning 2004 menar Zuga att flera av den teknikdidaktiska forskningens tillkortakommanden består.¹³⁷ I den senare internationella forskningen finns exempel på ansatser där systemrelaterat undervisningsinnehåll länkas till industriell produktion. De studier som gjorts har ofta haft en inriktning mot elever i gymnasieålder eller i högre utbildning. Ofta är också systemanslaget inriktat mot användningen av IT i undervisningen. Några artiklar har även publicerats som berör olika läroplansaspekter, där tekniska system lyfts fram.¹³⁸ Theuerkauf och Wiener, beskriver en modell av en bilfabrik i ett sex-steps löpande band och hur detta har använts för att träna verklighetsnära systemanvändning och – styrning med dator, som en del i ett kunskapsprojekt, där sambandet människa-maskin tas upp. Det går inte att utröna vilken ålderskategori kursdeltagarna har haft, men det bör vara minst gymnasieålder.¹³⁹ I en israelisk studie av studenter i lärarutbildning och nykomlingar i ingenjörsutbildning från 2005 drar forskaren slutsatsen att en undervisning som bygger på problembaserat lärande (PBL) och ett fokus på systemtänkande är gynnsamt för de studenter som tidigare enbart har ringa erfarenheter av teknik och teknikundervisning. Den tekniska bildningen utvecklas då på ett bättre sätt. PBL-uppdragen inom kurserna handlar om att tillverka något materiellt, som till exempel en modell av en soldriven bil, ett fjärrkontrollerat system för att testa hjärtan, ett automatiskt bevattningssystem, ett varmluftsballongsystem, ett automatiskt reningssystem för ett akvarium, en modellbro av pappersrör eller en tevagn. Kursens syfte är att bryta med den traditionella ”bottom-up”-modellen inom teknikutbildning. Det vill säga att man som student alltid förväntas lära sig grunderna i matematik, elektrisk baslära, fysik, elektroniska komponenter, linjära kretsar etc. I stället bör man finna vägar för att

[...] teach technology and instill technological literacy without first teaching the details. [...] The central idea is that complete systems can be handled, conceptually and functionally, without needing to know their details.¹⁴⁰

136 Zuga, 1994.

137 Zuga, 2004.

138 Barak & Williams, 2007, Seeman, 2003.

139 Theuerkauf & Weiner, 1995.

140 Frank, 2006.

Det är de blivande ingenjörernas perspektiv som man anlägger och man menar att studenterna ska lära sig se ”den stora bilden”, helheten, och hur delarna i dessa system samverkar. Målsättningen, menar Frank är bland annat att studenterna ska fundera över kostnad/nytta, olika bortval, användningen av IT och över managementmetoder. Inom det läroplansdidaktiska fältet kring teknik har Nya Zeeland baserat sin senaste kursplanerevision på forskning om undervisning i Teknik.¹⁴¹ I en beskrivning av de utgångspunkter man haft för detta arbete, skriver Alistair Jones att: ”The understanding of systems is essential in developing knowledge in technology.”¹⁴² Även i Australien diskuterar man hur teknikundervisningen ska kunna utvecklas. P. John Williams beskriver läget genom att framhålla att undervisningen hittills har haft en stark tonvikt på att tillverka saker, men att detta erbjuder ett för snävt sätt att se på de procedurala kunskaper som elever behöver utveckla. Han anför bland annat demokratiska och medborgerliga argument för att bredda synen på teknik. Det huvudsakliga perspektivet i hans framställning är fortfarande förenat med studier av produktion och av tillverkning av produkter, men avsikten är att förstärka designprocessens inslag och miljömedvetande. Ett redskap för att nå detta är att anlägga ”a systems approach” – ett systemtänkande. Han skriver:

A systems approach (input-process-output) is often placed in a problem solving context. [...] A systems approach may be either analytical, and thereby used as a way of viewing the world or a specific context or object, or functional in that a systems process is followed for diagnostics or production purposes.¹⁴³

Anslaget är industriellt och Williams räknar upp ett antal övergripande områden där tekniska system inkluderas – kommunikation, transport, elektronik, biotekniska system eller mekaniska och strukturella system.

Statsvetarens Anders Westlin avhandling *Teknik och politiskt handlande* från år 2000 bör nämnas här. Genom att undersöka relationerna mellan makt, värde och teknik i förhållande till hur just teknik tas upp i ett antal läromedel mellan 1960 och 1995 inom den samhällsorienterande undervisningen i grundskolan, identifierar han i avhandlingens inledande del sex diskurser. Tre av dem har ett epistemologiskt särdrag – *Teknik som modernisering*, *Teknik som strukturellt hot*, *Expertfokuserad teknik*. *Koloniserande teknik* är i detta också en egen diskursiv praktik, medan två diskurspraktiker ses som transformativa – *Teknik inom en*

141 Compton & France, 2007.

142 Jones, 2003, s 90.

143 Williams, 2000, s 53 f.

sambörighet respektive *Mångtydig teknik*. Alla dessa tre kategorier baserar sig på olika rationaliteter och erbjuder på så sätt skiftande möjligheter för de studerande att genom undervisningen forma sina sociala identiteter.¹⁴⁴

Av uppenbara skäl definierar inte Westlin *teknik* som företeelse i sig. Hans intresse ligger i att redogöra för olika tolkningar av relationen mellan teknik och individ. Människans förhållningssätt till sin konstruerade omvärld öppnas och problematiseras som innehåll i sociokulturellt konstituerande processer. Som Westlin förankrar sitt intresse i teknikens sociologiska dimensioner, blir det ”rent tekniska” därför sällan själva utgångspunkten för hans behandling.¹⁴⁵ Dessutom leder hans demokratiskt-politiska och delvis historiska perspektiv till tankar om tekniska system. Dessa formuleras i termer som teknikens mångtydighet för olika aktörer (producent/användare); symmetriska aktörsnätverk mellan teknik och människor, där de sociala systemen och de tekniska konstitueras tillsammans; sociotekniska systems utvecklingsprocesser där [den tekniska] problemlösningen också har ekonomiska eller politiska förtecken; teknikdeterministiska överväganden där t.ex. forskningsfältet STS (Science, Technology and Society) lett kritiken mot ett deterministiskt synsätt, där teknik framstår som autonom; samt de gränsdragningar som krävs för att definiera ett tekniskt system.¹⁴⁶ I det sista fallet lyfter Westlin fram de problem som kan uppstå kring

144 Westlin, 2000.

145 Jämför t.ex. Carl Mitchams redogörelse för tänkandet över tekniken i *Thinking through Technology*. I inledningen (kap 1 och 2) gör han en uppdelande beskrivning mellan EPT (Engineering Philosophy of Technology) och HPT (Humanities Philosophy of Technology) för att påvisa arten hos dessa båda inriktningar. Skillnaden finns att söka i utgångspunkten för deras intressen. EPT startar i det som av många kallar en teknisk kärna – t.ex. en artefakt, ett produktionssystem, en transformering av ett råmaterial – och tankarna strålar ut från dessa för att göra överläggningar om de delar av mänsklig verksamhet som står i beröring med dessa. HPT försöker på motsvarande sätt utgå från annan mänsklig verksamhet – konst, litteratur, etik, politik, religion etc. – och se hur tekniken passar in eller bidrar till förståelse. Det vanliga i den icke-tekniska starten är att det tekniska tolkas som t.ex. en myt (Mumford), en dimension av den mänskliga självbilden (Ortega), ställer ontologiska frågor (Heidegger) eller undersöks som en riskfaktor för totaliserande kontroll (Ellul) (a.a. s 63). Mitchams bedömning är att teknikfilosofi i sin bredaste bemärkelse är ett svårdefinierat område, där en stor bredd av frågor behandlas med kontrasterande syften och metoder. Han menar att målet med att tänka över teknik inte kan vara att tjäna tekniken – fastmer kanske tvärtom. ”... to question the questioning of technology is to remain with and immerse oneself in philosophy.” (a.a. s 112, 113).

146 Westlin sammanfattar från Thomas P Hughes, John Dewey och Emmanuel G Mesthene: ”Genom den tekniska utvecklingen, bland annat av stora tekniska system, har samhället blivit så komplicerat att konsekvenserna av människors handlande kommit att ligga långt in i framtiden och därför ofta dolda”. Det handlar alltså här inte enbart om komplexiteten i själva tekniken, dess funktion, utan om svåröverblickbara processer i dess sociala sammanhang och framtid. Han menar vidare att det i deras tankar finns en dominerande målrationaltet som bygger på att tekniken ses som instrumentell och värdeneutral, vilket leder till överlämnande av beslut till en teknokratisk expertis och en passivisering av den övriga befolkningen. Denna hållning har också fått motta mycket kritik, från bl.a. Weber, Westlin, 2000, s 108 f.

oklarheter om individerna ska inkluderas i systemet eller inte. Om dessa ska rymmas inom systemet, menar Westlin att en nätverksmetafor kan användas "... eftersom den placerar in systemen i en större och lösare sammanfogad social kontext där flera olika, även systemiska, projekt kan rymmas samtidigt."¹⁴⁷

Inom det teknikdidaktiska fältet finns bland annat Eva Blomdahls avhandling *Teknik i skolan* och Veronica Bjurulfs avhandling *Teknikämnets gestaltningar*¹⁴⁸. Båda två berör hur Teknik uppfattas och gestaltas inom klassrummets ram, men ingen berör i något större utsträckning systeminslag. Den som ligger närmast ett mer traditionellt systemperspektiv i sin behandling av teknikämnet, är Jan Sjögren. I sin avhandling "Teknik – genomskinlig eller svart låda" används begreppet *svart låda* på ett sätt som ligger nära den systemteoretiska tanken. Undersökningarna i avhandlingen kretsar runt barns och vuxnas möte med, och förståelse av, två tekniska artefakter – saxen och datorn. Saxen står för det enkla redskapet och datorn representerar steget in i en alltmer komplex, teknisk värld, vilken kräver en annan typ av teknisk förståelse. Båda artefakterna tänks vara en del av den moderna människans vardag. Resultatet, menar Sjögren, pekar mot en alltmer framträdande hållning, där "att förstå" en teknik innebär att man ska kunna förklara eller beskriva den in i minsta detalj. Samtidigt fylls vår omvärld av så komplicerad teknik att vi inte kan förstå den och därmed minskar teknikens genomskinlighet.

... vi kan notera en ogenomskinlighet, exempelvis då vi rör oss med system, så stora att våra sinnen inte räcker för att gripa dem. Dessutom når de en komplexitet som vi kan ha svårt att gripa med förnuftet.¹⁴⁹

Sjögren pekar också på ett kunskapsavstånd till de komplexa artefakterna

Beroende på vår kunskap eller vårt sätt att använda vår uppmärksamhet uppträder denna teknik vi umgås med – som svart eller genomskinlig. Det är teknikbrukaren som avgör med sin kunskap och sin vilja – eller brist på densamma.¹⁵⁰

Hans beskrivning av en svart låda rör sig alltså längs axlarna storlek/komplexitet, och den definition av svart låda som används i avhandlingen fokuserar på upp-

147 Ibid. s 130. Se även s 117, s 127 f, s 108, s 27 f, s 92 ff, s 129 f.

148 Blomdahl, 2007, respektive Bjurulf, 2008.

149 Sjögren, 1997, s 332.

150 Ibid., s 333.

märksamheten ”till ingångsdata och utgående effekt, input och output...”¹⁵¹ Ett exempel där realiseringsarenans aktörer har en central roll och där relationen till formuleringsarenan är stark, finner man i didaktikern Berit Bungums avhandling *Perceptions of Technology education*. I hennes avhandling är det inte styrning av, eller implementering på, realiseringsarenan som är huvudnumret, utan de idéer som formar undervisningens innehåll och möjligheter. Kunskapen om hur lärarna ser på sin egen verksamhet är viktig. I sin studie följer Bungum lärare som reser från Norge till England för att inspireras av innehåll och metoder och föra teknikundervisning till hemlandet. Den *transfereringen* av idéer om teknikundervisning från ett land till ett annat som hon förväntade sig, visade sig ha flera dimensioner. Ganska snart stod det klart att idéer inte bara överfördes, utan även *transformerades* när de skulle omsättas i handling på hemmaplan.

...ideas have been significantly transformed with regards to the fundamental aims of the subject and its role in the school curriculum.¹⁵²

Transformeringen av idéer, beskriver Bungum, sker på två plan – dels som förändringar i föreställningar om teknikundervisningens syfte, och dels som förändringar i föreställningar om hur dessa syften ska realiseras i undervisning. Hon framhåller att lärarna är ”active agents” i denna förändringsprocess.¹⁵³

151 Sjögren refererar till Burrhus Frederic Skinner som menar att vi aldrig kan komma att se insidan av ett levande väsen så att vi kan uppfatta lärande och kunskap i dessa. Detta avståndstagande är radikalt, och han anser att vi bör begränsa vår uppmärksamhet till ytan, gränssnittet. Ibid., s 331.

152 Bungum, 2006, s 32.

153 Bungum, 2003.

4 Metoder

Val av empiriskt material och metoder

För att kunna beskriva *hur undervisning om tekniska system tas upp till behandling i skolan*, har jag utgått från tre positioner. Rent konkret betyder detta att empiriskt material från tre olika arenor har genererat data och resultat. Mikael Alexandersson beskriver en sådan process utifrån lantmäteritermen triangulering:

Triangulering, som brukar beskrivas såsom ett metodologiskt tillvägagångssätt när två eller flera metoder används, syftar till att inom det beteendevetenskapliga området på ett mera grundläggande sätt beskriva eller förklara komplexa sammanhang. En företeelse eller ett skeende kan studeras från mer än ett perspektiv eller med hjälp av olika metoder.¹⁵⁴

Materialet har samlats in utifrån arenornas olika karaktärer. Formuleringsarenan innehåller i princip enbart text, t.ex. i form av styrdokument. Medieringsarenan kännetecknas av en ganska bred flora av uttrycksformer där text är den dominerande. Men här finns även bilder, modeller, anvisningar och schematiska beskrivningar av förlopp. Läromedel utgör den dominerande empirin. Realiseringsarenans primära material har varit de bandade möten och intervjuer som genomförts inom arbetet tillsammans med en skolas arbetslag kring teknikämnet. Här har även de medverkande lärarnas skrivna reflektioner spelat en roll tillsammans med mina egna fältanteckningar och nedskrivna intryck av den miljö där verksamheten bedrivits, samt insamlat skriftligt material. Om materialet inte redan från början var i textform, så är det överfört till en sådan form innan den huvudsakliga analysen.

Genomförande och analys

Forskningsprocessen har dominerats av tre metoder. Den grundläggande metoden är textanalys, vilken har använts på alla tre arenorna. Som ett komplement

154 Alexandersson, 1994, s 88. Min användning av trianguleringsbegreppet är kanske något oortodox. Oftast brukar det syfta till en metodologisk teknik för att studera ett fenomen på fler än ett sätt i syfte att stärka tolkningens trovärdighet. I mitt fall handlar det om att undersöka en diskurs med både olika metoder och på tre skilda arenor. I och med att arenorna inte går att jämföra i det hänseendet Alexandersson menar med "företeelse", kan jag inte hävda att det är samma fenomen som trianguleras. Däremot vill jag se det som att trianguleringen inom denna avhandling underlättar beskrivningen av det "komplexa sammanhang" som skolans undervisning om tekniska system utgör. Se även Bryman, 2002, s 260, som tar upp triangulering i en mer generell betydelse.

till den textanalytiska metoden har även en historiskt kontrasterande metod använts. Realiseringsarenan har undersökts med en interaktiv forskningsmetod över en tidsperiod på cirka två år.

Min forskning knyter an till en pragmatisk läroplansforskningstradition, med en *inläsning* och en *utläsning* av texterna för att kunna tolka de meningsskapande diskursiva elementen.¹⁵⁵ Jag har strävat efter att redovisa i en form där *talet om tekniska system* framträder både i förhållande till vad som sagts och till vad som hade kunnat sägas.¹⁵⁶ Tolkningen av *text* har gjorts i en vid bemärkelse. Texten själv och den kontext där den produceras eller konsumeras är centrala element, speciellt om man ser texter som objekt vars mening skapas i sociala sammanhang.¹⁵⁷ Under arbetets gång har jag hela tiden förhållit mig till de auktoritativa texterna, till läromedelstexterna och till lärarnas utsagor, samtidigt som jag har läst dem i ljuset av de *systemsifikanter* som jag tidigare identifierat. Det är även utifrån dessa systemsifikanter som den tolkande delen av resultatredovisningen har sprungit fram, i en ständig fram- och tillbakagående rörelse mellan ursprungsdokument och möjliga tolkningar. Min egen förståelse av tekniska system, som något som inte finns *per se*, utan som ständigt måste konstrueras, har varit central för de tolkningar som gjorts.

Tolkande och kritisk diskursanalys, där kärnaktiviteten ofta anges som dekonstruktion, söker identifiera hur olika uppfattningar, värden, sanningar etc. förhandlas, etableras och omförhandlas i kamp mellan flera möjliga rivaliserande ställningar, vilka tillsammans formar diskursen.

Diskursanalysens huvudpoäng är att analysera mening som en del av det generellt sociala, det vill säga där mening skapas [- -] ...diskursanalys innebär bland annat studiet av förutsättningarna för att handlingar ska kunna äga rum.¹⁵⁸

I linje med detta ses sanningsvärdet i den mening som erbjuds i ett uttalande som vill säga något om omvärlden som relationell. Meningen bör bedömas i förhållande till vad man önskar uppnå och vilka konsekvenser det kan få. Sanningsbegreppet är ett av de mest omdiskuterade inom filosofin. Här menar pragmatister att "sanning" inte är mer intressant än andra egenskaper ett

155 Säfsström, 1999, s 241f, Säfsström, 1994, kap. 7.

156 Jmf Säfsström & Östman, 1999, som använder sig av en identifierande inläsning av två eller tre textdelar följt av en klargörande utläsning.

157 Kring detta meningsskapande skriver Bergström & Boréus, 2005, s 24.

158 Neumann & Dükler, 2003, s 37.

uttalande kan kännetecknas av, eller den mening som uttalandet kan erbjuda – ” ’truth’ is just a property that all true statements share”.¹⁵⁹ Hur användbara olika utsagor eller diskurser är i samhället, avgör deras styrkeförhållande snarare än deras sanningsvärde. Att därför ständigt förhålla sig kritisk till, att ifrågasätta och problematisera, de föreställningar som vi verkar vara överens om, är en central aktivitet i den pragmatiska traditionen, och man värjer sig för att ställa uttalandens och föreställningars sanningshalt i relation till en förment fundamental korrespondens med en oberoende värld.

Det finns anledning att klargöra användningen av de *systemsifikanter* jag använt mig av. Jag har strävat efter att låta dem ha en inkluderande innebörd i två bemärkelser. För det första har jag betraktat olika systemfilosofier eller teori-bildningar inom systemvetenskaperna som komplementära, snarare än konkurrerande. För det andra anser jag det nödvändigt med en inkluderande hållning ur ett praxisnära, didaktiskt perspektiv. Därför har även ännu outvecklade eller mer trevande sätt att tänka över och i system, som aktörerna på arenorna ger uttryck för i förhållande till den tänkta undervisningen, beaktats. Skälet för detta är uppenbart. Vi rör oss på arenor som vänder sig till elever i framför allt åldersgrupperna 10-16 år och där dessa elever ofta för första gången möter tekniska system i undervisningssammanhang. Hur, och med vilka, meningserbjudanden detta sker, är en av de saker jag har intresserat mig för.

Systemsifikanterna har använts för att hitta de ställen i empirins texter, intervjuer, transkript och andra dokument, som jag har ansett signalera att ”här talas det om, eller relateras till, undervisning om tekniska system”.

I sin allra enklaste form är de rena signalord av typen system, komponent, delsystem, tekniska komplex, nätverk etc. Denna typ av termer har ofta förekommit i sammansättningar som exempelvis telefonsystemet, järnvägsnätet, produktionssystemet eller elektroniska komponenter.

Ytterligare signifikanter har behandlat processer inom systemteorier. Här finner man begrepp som återkoppling, styrning, sensor, input respektive output. Mera svårgripbara är de signifikanter som relaterar till det tänkta systemets gräns och rör sig längs axlarna från okomplex till komplex, från liten till stor eller från okomplicerade samband till komplicerade samband mellan komponenter. Dessa kräver att man får överväga det systemrelevanta i den text man läser i förhållande till det *sammanhang* där den är skriven. Vanligt förekommande är uttryck som berör förhållandet mellan system och omgivning. Uttrycken är av typen teknikens påverkan på miljön eller samhällets behov av allt mer komplex teknik. Tolkningen av empirins texter, t.ex. formuleringar kring hur tekniken

159 Rorty, 1987, s 26, som i det angivna kapitlet vidareutvecklar de filosofiska aspekterna av pragmatisternas syn och, framför allt, språkets roll i förhållande till andra ansatser.

växelverkar med omgivningen, kan antingen göras utifrån den förståelse som medieras i vårt personliga möte med artefakterna. Eller kan det göras med utgångspunkt från att det är möjligt att tänka över teknikens växelverkan med omgivningen i termer av *tekniska system* på någon vald systemnivå.¹⁶⁰

Utläsningen av meningsskapandet inom talet om tekniska system, har inneburit en pendling mellan vad som uttrycks och vad som hade kunnat uttryckas, kompletterat med tolkningar där ambitionen är att klargöra varför det är så och inte så.¹⁶¹ T.ex. vad som sker i mötet mellan en diskurs i utveckling och en hegemonisk diskurs.¹⁶²

En ytterligare utgångspunkt har varit att använda en historiskt komparativ och kontrasterande metod för att kunna ge perspektiv på nuet.¹⁶³ Därför har jag valt att låta den diskursiva arkeologin för formuleringsarenan och medieringsarenan att sträcka sig tillbaka till det sena 1970-talet, medan nuet är allra tydligast representerat på den begränsade del av realiseringsarenan jag undersökt. Den sistnämnda studien spänner över en mycket kortare tidsperiod än de båda andra arenorna. Detta har inneburit svårigheter med en symmetrisk jämförelse mellan de tre arenorna, men har öppnat för att tänka över de förskjutningar som diskurserna uppvisar över tid, och varför vissa diskursiva element inte längre finns kvar eller har förändrats på arenorna. Realiseringsarenan, som jag studerat den här, bär på spåren från sin egen historia. Dess diskurser bärs även fram av en materialitet och av lärarnas egna minnen från tidigare års undervisning.

Arbetet med att ta fram de följemeningar som presenteras i kapitel 5, kan sägas ha genomförts i en analytiskt abduktiv process över alla tre arenorna som en helhet.¹⁶⁴ Den abduktiva metoden skiljer sig mot både den deduktiva och den induktiva metoden genom att ha ett mer utpräglat itererande förlopp – en pendling mellan olika ”hypoteser” och en induktiv förståelse av materialet. Detta innebär att jag inte startat med en hypotes i klassiskt deduktiv mening

160 Ingelstam, m.fl., 1991, gör en hierarkisk uppdelning av systemen i tekniska system, sociotekniska system respektive samhällssystem, vilket antyder att den komplexa teknikens koppling till den enskilda människan och till människan som en del av samhället kan problematiseras på olika sätt. Några gemensamma drag för studiet av tekniska system är att det intresserar sig just för det komplexa och det dynamiska.

161 Se t.ex. Östman, 1998, s 55. ”...to understand or clarify the production of companion meanings, it is necessary to switch constantly between what is included and what is excluded.”

162 Diskursiv slutenhet där ”vissa diskurser privilegieras och andra marginaliseras” beskrivs liksom hegemonibegreppet bl.a. i Alvesson & Deetz, 2000, s 197 f resp s 101 f.

163 ”Det handlar om att synliggöra nuet (Y) med hjälp av den kontrast som historien (X) ger.”, Landahl, 2006, s 20.

164 Begreppet *abduktiv* är introducerat av C S Pierce, vilket refereras och utvecklas i Kirkeby, 1994.

och samlat empiri för att testa min hypotes. Inte heller har jag samlat empiri för att inducera en förståelse ur det empiriska materialet. I stället har jag under hela processen ständigt prövat nya tolkningar för att se om de kan skänka klarhet till talet om undervisning om tekniska system. Eftersom insamlingen av empirin, speciellt på realiseringsarenan, genomförts inom interaktiva forskningsprojekt, har jag varken kunnat eller velat vara helt oberoende. Det har dessutom inneburit en fram- och tillbakagående rörelse mellan de tre arenornas data.

Min analysprocess av det empiriska materialet baserade sig först inte på teorin om följemeningar. När jag sedan började använda dem som en teoretisk resurs i tolkningen, blev de successivt mer instrumentella – jag började ”se” empirin genom följemeningarna. De antog en allt mer stabil form, även om de var föremål för ständig omprövning. Det går att jämföra med den ”mättnad” som eftersträvas vid hermeneutisk tolkning av ett material.¹⁶⁵

Interaktiv forskning beskrivs ibland som en linjär process med faser som löper efter varandra, i andra fall som en eller flera sammanhängande loopar, där olika interaktiva element rör sig i förhållande till varandra. Genom att t.ex. kontinuerligt genomföra aktiviteter som t.ex. kontextuella intervjuer i en mikroloop kan man generera kunskap som kan införas i en större och mer tidsutsträckt makroloop.¹⁶⁶

I avhandlingsarbetet har en skola, Draghedaskolan, deltagit i ett interaktivt utvecklingsprojekt. Skolan valdes utifrån deras önskan att förbättra teknikundervisningen, speciellt med inriktning på tekniska system. Mitt val att redovisa realiseringsarenan genom ett arbetslags förändringsprojekt, gjorde det möjligt att som en sammanhängande berättelse beskriva hur följemeningar erbjöds i en kontext.¹⁶⁷ Jag har deltagit i träffar med skolans arbetslag i Teknik under drygt två läsår.

På Draghedaskolan, som är en högstadieskola, genomfördes tretton arbetslagsträffar där totalt fem lärare deltog under perioden 050526 – 071116. Tre av dessa lärare utgjorde den mer fasta delen av arbetslaget. Dessa har jag även intervjuat och i viss mån följt i deras praktik.¹⁶⁸ Antalet lärare som deltog varierade under perioden. Detta berodde på tjänstledigheter, sjukskrivningar,

165 Bryman, 2002, s 376, vars exempel på analys av kvalitativ data i detta fall rör grounded theory.

166 Hultman, 2001b, s 56 ff.

167 Jämför t.ex. Vikström, 2002, som redovisar aktionsforskningscykler i olika skolor.

168 Intervjuerna har huvudsakligen genomförts som kontextuella intervjuer, d.v.s i detta fall i eller i anslutning till den undervisningslokal där teknikundervisningen genomfördes på skolorna. Se t.ex. Kvale, 1997, och Kvale, 1999.

föräldraledigheter, vikariat, tjänstefördelningar, omorgansiationer etc. Kontinuiteten i träffarna blev därmed lidande, men *talet om tekniska system* fördes också därmed utifrån de villkor som rent konkret råder på realiseringsarenan. Utöver dokumentationen från dessa tretton träffar, som varade mellan en hel till en och en halv timme och som transkriberats till fullo av mig, har det förekommit epostkorrespondens med reflektioner över vårt gemensamma projekt från lärarna på skolorna till mig och vice versa. Även träffarna har innefattat sådan typ av återföring, bl.a. av de forskningsresultat som framkommit under den gemensamma processen, liksom annan form av återkopplande analys och kompetenshöjande insatser. Lärarnas egna reflektioner över hur deras undervisning utvecklas har utgjort en viktig kunskapskälla. Här har de olika lärarna varit aktiva i skiftande grad. Textmaterial som lärarna själva producerat för undervisningen har samlats in. Sådant material har varit exempelvis arbetsområdesplaneringar, lokala betygskriterier, bedömningsmatriser eller elevuppgifter.

Syftet med det interaktiva forskningsprojektet på realiseringsarenan har varit att, utifrån den lokala praktikens horisont, fördjupa förståelsen för det som formar systemundervisningen. Interaktiva forskning betonar delaktighet, dialog och samspel.¹⁶⁹ Det är en iterativ metod i det avseendet att man reflekterar över sina handlingar, skapar sig kunskap och förståelse, prövar nya varianter och återför ny kunskap in i handlingarna. Carr & Kemmis menar att denna typ av undervisningsforskning bör genomföras av praktiker för praktiker i syfte att förändra praxis, och att undervisning måste ses som historiskt, socialt och politiskt beroende handlingar.¹⁷⁰ Omfattande forskning visar att lärare inte är kontinuerliga konsumenter av aktuell didaktisk forskning, de bedriver sällan egen forskning och i den mån de reflekterar över sin praktik, så sker det i det tysta.¹⁷¹ Lärare upplever sällan ett behov av forskningsstöd.¹⁷² Det sätt på vilket ”skolans minsta enhet” – läraren eller lärarlaget och dess elever – engageras, är avgörande för om en förändring ska få fotfäste i skolans undervisningspraxis.¹⁷³ Undervisningsforskning som tar sin utgångspunkt i praktikernas väl och ve, och som engagerar dem som medforskare i en kritiskt granskande och utvecklande händelse- och kunskapsprocess, blir en forskning för och med – inte enbart om

169 Se t ex Hultman, 2001b, s 56 och Hultman, 2004, s 13. Jmf också Sandberg, 1992.

170 Carr & Kemmis, 1986., s 35-41, s 134-144. Se även McTaggart, 1997, s 13.

171 Över huvud taget finns en begränsad koppling mellan lärare och skola till forskning. Se t ex Hultman, 2001a.

172 ”Ofta används forskningen bekräftande, ibland som bidrag till det egna tänkandet, men det verkar alltid vara den egna situationen som reglerar samspelet med forskningen”, Ibid., s 41

173 Skolans minsta operativa enhet beskrivs bl .a. av McLaughlin, 1998, Miles, 1998 och Hultman, 2001b.

– undervisning. Hultman beskriver tre viktiga aspekter av forskarrollen:

- Forskaren ska stödja sig på lärarnas villkor och samtidigt ha mandat att ifrågasätta dessa.
- Forskaren ska själv kunna välja strategi (vara normativ), samtidigt som denne tillåter sig själv att medvetet ifrågasätta denna strategi.
- Forskaren ska bygga sitt arbete på aktuell teori inom området, samtidigt som denne strävar efter ny förståelse och därigenom utvecklar ny teori.¹⁷⁴

Teorier har en viktig roll i praxisnära forskning: som stödstrukturer för att konstruera sätt att se på det studerade fenomenet, för att analysera och skriva fram fenomenet, samt för att tolka och förstå resultaten.¹⁷⁵

Det har varit angeläget att minimera riskerna för att jag själv, i de medverkande lärarnas ögon, skulle betraktas som alltför hårt bunden av min egen historik och ses som någon som kom till dem med egna dolda agendor från mina tidigare roller som lärarutbildare i teknik eller som representant för CETIS.¹⁷⁶ I mitt fall handlar det att undvika att ses som en agent för förändring i den bemärkelsen att jag skulle komma utifrån och bära med mig färdigtänkta förändringsplaner, målsättningar etc in i skolornas verksamheter.¹⁷⁷ Mitt val har inneburit att jag redan från första stund har påpekat att mitt syfte med min forskarroll har varit att närma mig de deltagande lärarnas situationer, förstå deras historia, sätt att tänka, resonera och handla, för att vi tillsammans ska kunna utveckla teknikundervisningen. Till exempel presenterade jag de teorier om följemeningar kopplade till undervisning om tekniska system, som jag utvecklade för lärarna på realiseringsarenan.

En praxisnära didaktisk ambition

En utgångspunkt som relaterar till min egen roll som skolforskare är att jag har en *praxisnära didaktisk ambition*. Denna ambition ska uppfattas som ett *metodologiskt grepp* i förhållande till det som kommer till uttryck på de tre arenorna. Ambitionens syfte är att fokusera och ge en ram för avhandlingens huvudsakliga studieobjekt: skolans tal om undervisning om tekniska system.

174 Hultman, 2004, s 14. Se även Tiller, 1999, s 70, s 59.

175 Liberg, 2005, s 83.

176 CETIS, Centrum för tekniken i skolan, är ett nationellt resurscentrum som på regeringens uppdrag har att stödja och utveckla teknikämnet i grundskolan.

177 I de fall där forskning om förändring mer följer metoder i case study-tradition är det vanligare att forskaren intar en icke-participatorisk och en mer observerande och distanserad roll, men här finns en glidande skala för argumentationen. Se t ex Gross, m.fl., 1971, som i sin klassiska Cambire School-studie följer en planerad implementationsprocess som deltagande observatör.

Egna erfarenheter av hur teknikundervisning kan gå till, öppnar för möjligheter att tolka materialet och aktiviteterna i skolorna på ett sätt där kunskaper om lärares praktik får betydelse i processen och tankearbetet. Å andra sidan kan detta utgöra en begränsning som medför att något väsentligt bortses från, och som skulle ha kunnat upptäckas av en person utan tidigare erfarenhet av teknikundervisning, eller med andra intressen. Jag har försökt att förhålla mig till båda dessa synsätt – dels betraktat min egen erfarenhet som en styrka, dels strävat åt att tänka annorlunda över materialet.¹⁷⁸

En samlande punkt för såväl lärare som didaktiska forskare är de centrala didaktiska frågorna vad, varför, hur, när och för vem.¹⁷⁹ Utifrån dessa frågor brukar forskningen identifiera sina frågeställningar och söka sina objekt för didaktiska studier.¹⁸⁰ Ett sätt att förhålla sig till detta är att säga att praxisnära didaktiska studier av skolan bör innehålla delar som berör samtliga de didaktiska grundfrågorna. Praxisnära didaktisk forskning med lärares och elevers verksamhet i fokus kan naturligtvis bedrivas oberoende av ämnesinnehåll. Men inom denna forskning finns en rörelse mot vad-frågan. Det klassiska argumentet i förhållande till relevanta forskningsfokus är att undervisning måste handla om något, den måste ha ett innehåll.¹⁸¹ Historiedidaktikern Bengt Schüllerqvist lånar en metafor för det ämnesdidaktiska förhållningssättet, och menar att det kan ses som en bro mellan ämnesinnehåll och pedagogik. Han beskriver det som att "...så fort man i någon mån är "uppe på bron," dvs arbetar med en fråga som i någon mån har både en innehållsaspekt och en undervisningsaspekt, sysslar man med ämnesdidaktik.¹⁸² Englund uttrycker den didaktiska ambitionen som "ett perspektiv som analyserar dessa skolämnens plats och karaktär i skolans undervisning, kriterier för val av innehåll samt i förlängningen en uppfattning av hur undervisningen bör ske och vad den syftar till".¹⁸³ Språkvetaren Jan Anward beskriver det praxisnära inom didaktisk forskning i tre punkter. Det bör, för det första, handla om det som är "konkret social praxis, alltså "naturligt" förekommande samhälleliga verksamheter". I den andra punkten berör han möjligheten

178 Tekniksociologen Boel Berner ger en spegelvänd men samstämmig beskrivning av denna problematik när hon som sociologiskt intresserad forskare studerade utbildningen på verkstadsteknisk linje, Berner, 1989.

179 Se t.ex Unenge & Wyndhamn, 1986.

180 Jank & Meyer, 1997, s 18, vilka även här problematiserar det didaktiska frågebatteriet.

181 Detta argument framförde redan professor Ference Marton, 1986, i *Fackdidaktik*. Se även t ex Jankins artikel i Behrendt, 2001.

182 Schüllerqvist, 2005, s 9. Han avser här ämnesdidaktisk forskning.

183 Englund, 2005, s 291. Jag finner att Englunds didaktiska ansats – som han själv benämner "broad didactics" – har en huvudsaklig inriktning mot det som uttrycks på formuleringsarenan. Fler aspekter på begreppet *didaktik* och dess utveckling går att få i t.ex. Uljens, 1997 eller Säfström & Svedner, 2000.

att också utgå från andra problem, än de som forskarna har. Här nämner han ”problem som är problem för deltagarna i den verksamhet man studerar”, till exempel utbildarna eller eleverna. Ett tredje sätt att vara praxisnära är, som han ser det, att ”ytterligare vidareutveckla sådana teoretiska redskap, så att deltagarna i den verksamhet man studerar kan använda dem för att bättre förstå sin egen praktik”.¹⁸⁴ Det är i första hand den tredje av Anwards punkter som jag anser mig ligga närmast.

Etisk granskning

I mitt avhandlingsarbete har jag strävat efter att följa de forskningsetiska principer för det humanistiskt-samhällsvetenskapliga fältet som Vetenskapsrådet fastställt år 2002.¹⁸⁵ De etiska principerna sätter starkt fokus på individskyddskravet. Detta konkretiseras i fyra huvudkrav – informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet samt nyttjandekravet – varav de tre förstnämnda har haft tydligast bäring mot mitt projekt, framför allt vad gäller de interaktiva forskningsprojekten.

Vad gäller informationskravet har de parter som varit inblandade i projekten hållits informerade om projektens syften. Vid varje tillfälle när nya personer kom in i processen informerades dessa. De blev även, precis som alla andra, uppmärksammade på att de hade möjlighet att välja att inte delta. Den interaktiva forskningsprocessen innebär ett öppet hanterande av, i första hand, skrivet eller transkriberat material mellan de medverkande. Jag har använt en försiktighetsprincip såväl för hantering av arbetsmaterial som vid publicering. Informanter/medverkande och skolor som ingått i projektet har oidentifierats vid publiceringen.

184 Anward, 2003, s 9f.

185 Vetenskapsrådet, 2002.

5 Följemeningar inom talet om tekniska system

Detta kapitel innehåller en redogörelse för de regelkategorier för skapande av följemeningar som identifierats inom den undersökta periodens samlade empiriska material från de tre arenorna.¹⁸⁶ Till detta kan fogas att jag i en tidigare studie delvis fann samma eller liknande följemeningar i fem andra länders nationella styrdokument.¹⁸⁷ Syftet med detta kapitel är att presentera de regler som framträtt under analysen av det samlade empiriska materialet tillsammans med följemeningarnas huvudsakliga karaktäristika. Det är alltså frågan om de diskursiva inneslutningar och uteslutningar som denna del av analysen av *talet av tekniska system* har gett vid handen. Ett alternativ hade varit att placera detta kapitel efter redovisningen av de tre arenorna, men jag hoppas att läsvärdet ökar i och med denna placering. Resultaten är sprungna ur uttryck som berör undervisningens inriktning och det elever erbjuds att lära sig om tekniska system som en del av teknikämnets innehåll. I kapitel 6-8 är syftet att synliggöra hur dessa regler formar de följemeningar som jag här presenterar. Kapitel 6-8 innehåller därför täta hänvisningar till detta kapitelns resultat. Dessutom används där regelrubrikerna för att visa på de likheter och skillnader som framkommit i analysen av de tre arenorna, liksom de historiska avlagringar som påverkat hur skolan hanterat den didaktiska utmaningen att inkorporera ett undervisningsinnehåll kring tekniska system.

Tolkningen av *följemeningarna* som *funktionella idéer* och analysen av dessa idéer, har gjorts i ett försök att dekonstruera dem, att finna hur arenornas diskurser formerat *talet om tekniska system*. Centralt för resonemangen om *följemeningar* är att de behandlar frågan om undervisningsinnehåll.¹⁸⁸ Men *talet om tekniska system*, betraktat som en uppsättning diskurser, har inte enbart formerats i en relation till systeminnehåll. Följemeningarna relaterar visserligen till de klassiska didaktiska frågorna om vad, hur och varför, men inom följemeningsskategorierna finns länkar till sådant som sträcker sig utanför det som vi kanske i förstone skulle betrakta som en ren teknikämnesdiskurs. Även om syftet för denna avhandling inte har varit att avtäcka diskursiva maktkamper i talet om

186 Den engelskspråkiga termen *companion meaning* är något tydligare kring vilken karaktär följemeningar har. Det är alltså budskap som slår följe och kommer med "på köpet", snarare än mening som följer på något annat.

187 Klasander, 2007. I denna artikel studerades sex olika länders styrdokument för ämnen motsvarande Teknik och den riktade främst in sig mot de undervisningsfokus som kunde identifieras.

188 Jmf Marton, 1986, hur hans forskningsgrupp på ett annat sätt har utvecklat det variationsteoretiska perspektivet avseende innehåll som en form av kunskapserbjudanden. Bjurulf, 2008, använde variationsteori i sin studie av tekniklärares undervisning.

system, har det ofrånkomligen varit så att talet om teknikämnets systeminnehåll har fått analyseras i förhållande till, exempelvis, andra skolämnena eftersom dessa haft en koppling till Teknik på ett eller annat sätt. En ytterligare faktor som spelar in är att begreppet *system*, och hur det används inom teknikens kunskapskultur, leder till frågeställningar som rör samhällsutveckling och naturutnyttjande. Därmed öppnas möjligheter för tvärvetenskapliga överväganden, såväl på ett akademiskt som på ett skoldidaktiskt plan. För att tala med systemtermer om diskurser, så är det svårt att på ett alldeles entydigt sätt att avgränsa en strikt systemdidaktisk diskurs. Jag har i stället valt att med hjälp av de olika följemeningarnas karaktärer visa hur *talet om tekniska system* har flera diskursiva teman och hur dessa har en position på respektive arena.

Först beskrivs fyra olika *undervisningsfokus*. Vart och ett av dessa innehåller beskrivningar av tänkt undervisning med inriktning mot *vad* som anses angeläget att lära sig om tekniska system. Därefter följer redogörelsen för de fyra *systemspråk* jag funnit. De visar *hur* begreppet tekniskt system används för att erbjuda en språklig begriplighet när det gäller undersökning, konstruktion och beskrivning av dessa. Språkets terminologi, dess användning av begrepp, hänvisningar och kontexter m.m. är centralt. Avslutningsvis tas de fem *bildningsemfaser* upp vilka kännetecknas av att de ger anvisningar till *varför* det är angeläget att inkludera tekniska system som en del av teknikinnehållet. De olika följemeningskategorierna är tydliga till sin karaktär, men har samband med varandra. Ett exempel på detta är att olika *systemspråk* kan bidra till skilda erbjudanden inom kategorin *undervisningsfokus*.

Undervisningsfokus

Ett undervisningsfokus berör det som den tänkta undervisningen kretsar kring – *vad* eleverna erbjuds eller föreslås lära sig om tekniska system. De är huvudkategorier inom det uttalade undervisningsinnehåll som eleverna kan möta.¹⁸⁹ Några av dem har även underkategorier.

Eftersom de har sin grund i anvisningar och tankar om undervisningens innehåll och genomförande, speglar kategorierna även i viss mån vad för typer av aktiviteter man tänker sig att undervisningen ska innehålla. Redovisningen av de olika undervisningsfokus som framträtt genomförs här i en ordning som inte innefattar någon tanke om ordningspreferens eller kunskapsprogression. Alla delrubriker ska i detta avsnitt läsas med inledningen ”Undervisning som fokuserar på...”.

189 Jämför t.ex. Berg, 2003a, s 104, för en diskussion om innehållets klassificering.

Storlek/komplexitet

Detta undervisningsfokus inriktar sig på relationen mellan storlek och komplexitet. Undervisningsfokuset leder tankarna åt tre håll – systemets fysiska utbredning, antalet komponenter och dess komplexitet. Betraktar vi de tre skalorna

finner man att den huvudsakliga följemeningen är att tekniska system är *stora*. Storlek dominerar över komplexitet, grader av komplexitet diskuteras sällan och storlek sammanförs därför med komplexitet. Ju större system, desto mer komplext anses det vara. I viss mån kan man se att ett system beskrivs som mer komplext om det ges sociotekniska förtecken, det vill säga när olika aktörer framträder som en del av systemet. I övrigt visas inga framträdande likheter avseende var på skalorna man väljer att ge sina exempel. Variationen är i stället stor.

Även språkbruket bidrar till hur man beskriver systemen inom detta fokus. Grundinställningen är att systemen *finns*, vilket också tydliggörs genom hur begreppet *system* kontextualiseras i exempel från skilda teknikområden. Tekniska system framstår som något annat, något speciellt, jämfört med andra typer av tekniska konstruktioner – trots en ofta förekommande vaghet i beskrivningen av dem. Till exempel framstår gränslandet mellan produkt och system vara flytande – ett system kan vara en produkt och vice versa. Man nämner även *infrastrukturer* som något stort, vilket betjänar många människor.¹⁹⁰

System som samlade komponenter

Utgångspunkten tas här från komponenternas horisont, snarare än systemet i sig. Undervisningsfokuset behandlar system på ett sätt som kan uppfattas som att det inte är mer än, utan precis summan av sina komponenter. Det pekar mot en undervisning där högre systemnivåer riskerar bli otydliga eller lämnas obehandlade. Man talar om systemets ingående delar, men man positionerar inte komponenterna i förhållande till varandra (se nästa fo-

¹⁹⁰ Jämför t.ex. Kaijser, 1994, som på s 15 ff beskriver infrastrukturer utifrån dess grundbetydelse av samhälleliga *underbyggnader* vars sociotekniska funktioner spelat avgörande roll för samhällsutvecklingen.

kus). Systemet är språkligt överenskommet, eller vagt definierat – man tittar på bilens eller energisystemets delar var för sig, men undrar inget om bilen eller energisystemet och inte heller över de ingående delarnas samband. Introduktionen av begreppen komponent eller delsystem sker ofta med detta undervisningsfokus. De framträder som isolerade öar med det underförstådda påståendet att de har något gemensamt.

Relationen mellan komponenterna

I jämförelse med föregående undervisningsfokus kan det påpekas att systemteoretiker ofta lyfter fram skillnaden mellan ett *system* av komponenter och en *samling* av komponenter. Delar man på systemet upphör det att fungera. Delar man på en samling komponenter får man två mindre samlingar. Placeringen av och relationerna mellan komponenterna är irrelevant i en samling.¹⁹¹ När man på arenorna fokuserar på komponenternas samband, riktar man huvudsakligen in sig på systemets struktur. Däremot talar man sällan om sambandens karaktär, på vilket sätt och i vilken form komponenterna och delsystemen utbyter information. Jag tolkar detta som att begrepp för att beskriva *beroendenas* karaktär saknas på arenorna. Ett undantag rör de begrepp som används för styrning av system. Framför allt appliceras dessa begrepp på mindre och förhållandevis okomplexa tekniska konstruktioner och man finner inga exempel på att sådana begrepp som återkoppling används för t.ex. sociotekniska system. Styr- och reglerområdet präglas av elektronik och data. Systemen presenteras som statiska, d.v.s. deras inneboende dynamik, beroende stabilitet, tröghet eller flexibilitet, behandlas inte. Man visar att och hur systemets komponenter och delsystem står i förbindelse med varandra. Med detta fokus tenderar man att utesluta högre systemnivåer genom att ensidigt intressera sig för komponenter eller delsystem – trots att man talar om större eller mer komplexa system. Fyra modeller för beskrivningen av karaktären hos relationer mellan komponenterna har identifierats. De berör hur systemets struktur beskrivs.

Linjär modell

Den vanligaste är en linjär modell där *energi* eller en *naturlig råvaruresurs* följs i en "Från... till..."-modell. Även kommunikationssystem beskrivs med en linjär modell i det man följer signalen, *information*en, det som levereras, från en punkt till en annan. Ett kännetecken på den linjära systembeskrivningen är att den fokuserar på systemets *materiella skikt*. Optimering och produktionsekonomi framträder som viktiga inslag. Miljöperspektiv är undertryckta, men framträder i bakgrunden. Styrningen av systemet osynliggörs, systemgränsen blir otydlig och övriga typer av inputs och outputs behandlas sparsamt.

191 Se t.ex. O'Connor & McDermott, 1997.

Cirkulär modell

En andra modell som används på arenorna är en *cirkulär* kretsloppsmodell, vilken kan betraktas som en variant på den första. När den används framstår den som linjär till sin karaktär.

Hierarkisk modell

En tredje modell är den *hierarkiska*. Man använder begrepp som komponent, element, maskindel, delsystem och subsystem för att beskriva systemets uppbyggnad. Mest intresse visas för systemets *materiella skikt*, i mindre grad det organisatoriska skiktet och mer sällan det reglerande skiktet.

Nätmodell

Metaforerna *nät* eller *väv* används i systembeskrivningarna både på en språklig nivå – järnvägsnätet, telefonnätet etc. I några specifika fall nämner man även bussnät, stjärnnät och kaskadnät. Ofta används nätmetaforen på ett icke förpliktigande sätt, eftersom den vanligtvis kombineras med en linjär beskrivningsmodell. Man kan säga att det här uppstår motsägelsefulla budskap.

Systemets relation till omgivningen

Accepterar man tanken att teknik är, eller har blivit alltmer, systemisk till sin karaktär, leder det till att formuleringar av typen ”teknikens förhållande till samhället” bör inkluderas i tolkningen av arenornas uttryck. Om de andra undervisningsfokuserna har kännetecknats av en frånvaro av resonemang om någon form av omgivning till systemet, så är det tvärtom här. Systemets inre egenskaper (delsystem, funktioner, strukturer, processer) visas mindre intresse. I stället fokuseras ett systems växelverkan med omgivningen. Systemavgränsningen sker oftast genom en språklig överenskommelse, eftersom systemet i sig i förstone inte är det intressanta här. Ett typexempel är att man talar om energisystemet och dess påverkan på miljön. Både det system man talar om, och den omgivning man relaterar till, är vaga i sina konturer. *Omgivning* framstår som ett komplicerat begrepp som kan relatera till den fysiska miljön – världen, naturen, samhället – eller något icke namngivet, men ändå utanför systemet. Vanligast är att man refererar till den omgivande naturen, medan man sällan ser den konstruerade världen som en omgivning. I flera fall går det att i sin bredaste betydelse tolka samhället som den omgivning man avser till en systemisk teknik. En effekt av detta är att man låser för möjligheter att ge systemet en socioteknisk karaktär, systemet blir inomtekniskt.

Det utkristalliserar sig två olika delar inom det ämnesfokus som riktar undervisningen mot systemens relation till sin omgivning.

Enkelriktad påverkan

Den första delen här berör hur man riktar undervisningen mot teknikens påverkan på omgivningen. Det är dock inte alltid som denna förändrande kraft beskrivs i systemiska termer, utan man använder just ordet ”tekniken”. De exempel man tar, omfattar antingen att utvecklingen av mycket storskalig teknik med systemisk karaktär, eller att införandet av (systemberoende) artefakter har spelat en avgörande roll för hur samhället utvecklats eller hur naturen påverkas. Samhällsutvecklingen beskrivs överlag som positivt teknikberoende, medan det omvända gäller för relationen till naturen. Avsikten är att visa teknikens och de tekniska systemens outputs mer som funktioner än som produkter – välstånd mer än antal kilometer räls, miljöförstöring mer än avgaser.

Utbyte över gränsen

Även när undervisningen riktar sitt fokus mot systemens interaktiva förhållande till omgivningen ses den senare oftast som samhället eller naturen och mer sällan som tekniken själv. Teknikutvecklingen framställs som ett ömsesidigt beroende, där människans behov och intentioner växelverkar med omgivande villkor och tekniska landvinningar. Systemen framträder i sin sociala kontext.

Systemets relation till omgivningen har en icke-deterministisk grundton. De bilder man ger av teknikutveckling och teknisk verksamhet får konsekvenser för de erbjudanden som elever kan möta. De ska lära sig att människan har möjlighet att påverka teknikutvecklingen genom sin användning av teknik, sitt utnyttjande av tekniska system, de val hon gör och de åsikter hon framför. Men här finns också en ambivalens i detta undervisningsfokus: Människan ses både som varandes utanför systemen och som en viktig komponent inom systemen. Arenornas uttryck kan i vissa passager ge ett holistiskt intryck av att systemet man avser omfattar hela samhället eller hela världen. Ibland ses människan direkt och tydligt kopplad till systemet (medicinsystem, bilen vi åker i etc), och samtidigt ändå inte som en del i det.

Detta undervisningsfokus är både ambitiöst och krävande. Eleverna förväntas peka ut fundamentala tekniska framsteg, matcha med samhällsutveckling och förklara hur ny teknik uppstår som en konsekvens av människors förväntan liksom av andra omständigheter. Samtidigt som man på arenorna nämner dessa frågor i termer av tekniska system, omgärdas de sällan av systembegrepp som skulle kunna utgöra ett stöd för elevernas resonemang. De sociotekniska perspektiven i undervisningsfokuset tar inte stöd i sociotekniska teoribildningar och begrepp. Inte heller ser man spår av andra analysmetoder eller olika modeller för att t.ex. göra systemdiagram. Otydligheten i gränsdragningen mellan system och omgivning bidrar också till detta.

Systemspråk

Systemspråken har en funktionell roll genom att de möjliggör vissa sätt att betrakta tekniska system, eller snarare metoder att bygga upp dessa. De innefattar ett antal varianter att tala om system – vad tekniska system är eller kan tänkas vara – ofta genom att på olika sätt betrakta just komponenterna, systemgränsen och förhållandet till omgivningen.¹⁹² Som följemeningar visar systemspråken inte enbart *att* relationen mellan systemsyn och språk är tydlig, utan *hur* denna relation framträder och vilka effekter det ger. Detta sker genom användning av terminologi, begrepp, hänvisningar och kontexter. De säger något om de bakomliggande idéer som formar språket för hur man talar om tekniska system och vilka konsekvenser det får för hur system behandlas i undervisningen. Därmed ligger de närmast den didaktiska hur-frågan.

Sammantaget har jag funnit fyra specifika varianter på systemspråk – det ontologiska systemspråket, det epistemologiska systemspråket, miljöspråket respektive styr- och reglersystemspråket. De är specifika till sin idé, men har ändå gemensamma beröringspunkter och löper in i varandra, genom att en del systemnära begrepp återfinns i alla fyra.

Det ontologiska systemspråket

Det ontologiska systemspråket använder sig av en syn på det tekniska systemet där frågan om dess existens kan anses avgjord – systemet existerar. På ett förhållandevis oproblematiserat sätt tar detta systemspråk sin utgångspunkt i en gemensam språkligturen överenskommelse av att systemen *finns* och att det i den bemärkelsen likställs med en artefakt.¹⁹³ Spår av detta språk finns på alla tre arenorna. Man använder både *system* och *nät* på ett sätt som innebär ett förgivettagande av vad dessa betyder och kännetecknas av. Inte heller skiljer man på hur man talar om systemen mellan när man utgår från att en artefakt visas tillhörighet i ett system, eller när man utgår från ett system och tilldelar artefakter positioner i systemet. Systemet *finns* i relation till båda dessa utgångspunkter och det verkar alltid gå att hitta artefakter som kan relateras till de överenskomna systemen.

Det ontologiska systemspråket intresserar sig därför mest för systemets *materialitet*, de komponenter som ingår, medan de organisatoriska eller kontrollerande

192 Här uppstår alltså en möjlighet till ett fördjupat resonemang kring ontologi, vilket av utrymmesskäl lämnas därhän. Studien vilar i de systemsignifikanter som mejslats ut ovan, som en utgångspunkt i sökandet efter följemeningar, se kap 2. Däremot uppmärksammar studien de didaktiska implikationerna av själva grundfrågan kring systemens existens.

193 I en jämförbar tolkning benämner Ingelstam, 2002, s 237, detta en "retorisk slutning" av sättet att betrakta systemet, som en del av SCOT-perspektivet (The Social Construction of Technology).

systemskikten inte får samma uppmärksamhet. Som en konsekvens av detta framhålls inte komponenternas samband (t.ex. återkopplingsmekanismer) och systemens dynamik reduceras till historiska fakta kring hur systemet såg ut vid skilda tillfällen – i parallellitet med hur man presenterar artefaktens förändring över tid. Relativt ofta utgår man från att det system man talar om är något stort och komplicerat, men det finns även tillfällen när små och förhållandevis okomplicerade artefakter används för att exemplifiera systembegreppet.

De system man håller fram är i underförstådd överensstämmelse med det gängse språkbruket för den samlade mottagargruppen, just när det gäller ordet *system*. Ordledet *system* är ofta inbyggt i definitionen. Man talar helt enkelt om t.ex. energisystemet eller transportsystemet på ett sätt som om det var oproblematiskt vad som räknades till systemet. Skilda kategorier av mer eller mindre komplexa konstruktioner och hierarkiska systemnivåer (komponent, system, omgivning) behandlas på ett okomplicerat sätt och löser därmed delvis upp dessa nivåer. Gränsdragningsproblematiken är således av underordnad betydelse inom detta systemspråk. Därmed undertrycks diskussionen om gränsdragning och förhållandet till systemets omgivning trivialiseras. I linje med beskrivningen ovan använder man därför ofta detta systemspråk, när man talar om det överenskomna systemets påverkan på omgivningen.

En ytterligare konsekvens av användandet av ett ontologiskt systemspråk är att människans position, relativt system och omgivning, blir oklar. Vanligast är att människan ges ett distanserat förhållande till systemet, ibland så distanserat att hon inte räknas med i systemets omgivning. En förklaring kan vara att det ontologiska systemspråkets tecnocentrism, dess intresse för det strukturella och materiella.

Rent konkret tenderar det ontologiska systemspråket att ta sina exempel från bilder som appellerar till en linjär systembeskrivning, där man följer ett *flöde* av en naturresurs, information eller energi. Man uttrycker vad för slags tekniska system man vill kunna studera i teknikundervisningen tillsammans med eleverna, ibland också hur detta ska gå till.

Det epistemologiska systemspråket

Jag har valt att kalla ett av systemspråken för det epistemologiska systemspråket, eftersom det *inte* på ett självklart sätt bygger på en tankefigur som utgår från att det tekniska systemet *finns*. I stället baserar det sig på frågorna om *vad vi kan veta om tekniska system* och *hur denna kunskap etableras*. Det epistemologiska systemspråket närmar sig frågorna: Vilket är det system som vi har ringat in? I vilket syfte vill vi undersöka och beskriva dess funktion, struktur eller process?

Den följemening som det epistemologiska systemspråket erbjuder rör i högre grad gränsdragningsproblematiken och frågan om det tekniska systemets funktioner än dess struktur. En avgörande skillnad mot det ontologiska systemspråket är att systemgränsen är förhandlingsbar, och därmed även de komponenter som kan anses ingå. Genom att ställa frågan om varför man vill veta något om hur en komplicerad del av den konstruerade världen är beskaffad, samtidigt som man signalerar avsikten att använda sig av ett systemtänkande, öppnar det epistemologiska systemspråket både för frågan om denna kunskaps väsen och för hur denna kunskap kan konstrueras. Det är alltså genom vad-, hur- och varför-frågor som systemet, dess komponenter, relationer, processer etc., kan ringas in och beskrivas. Kopplingen till frågan om systemets funktion och de tekniska grundfunktionerna (lagra, omvandla, transportera, kontrollera) är stark. Frågorna relaterar även till de tre systemskikt Ingelstam nämner – det fysiska, det organisatoriska och det kontrollerande.¹⁹⁴

Förhållandet till det ontologiska systemspråket är inte trivialt. På det sätt jag i kapitel 2 har presenterat systemtänkandets signifikanter, vill jag hävda att systemteorierna bryter med den traditionella naturvetenskapliga synen på vad som kan sägas om världen. En avgörande skillnad finner vi i att sättet att tänka över system, fjärrar sig från ett positivistiskt perspektiv, d.v.s. ett antagande att vår kunskap om systemen kan tänkas korrespondera med en verklighet. På samma sätt finns ett avståndstagande från ett empiristiskt perspektiv, där systemen kan tänkas korrespondera med vår upplevelse av världen. Systemteoriernas epistemologi är sociokonstruktivistisk till sin karaktär. Följemeningen här är att systemen måste konstrueras på en konceptuell nivå. De måste *avgränsas* och avgränsningen bör bygga på en fråga. Först genom att identifiera de komponenter vi finner intressanta, kan systemen träda fram för oss. Först då kan vi säga något om hur vi uppfattar deras funktion, beteende, struktur eller komponenternas inbördes beroenden, och beskriva dem. Detta systemspråk finner man sparsamt representerat på de undersökta arenorna.

Miljöspråket

På många håll används uttryck som helhetssyn och holism inom såväl skolans värld som de akademiska disciplinerna. Att tänka i system är en metod för att underlätta förståelsen av världen, att göra den begriplig, genom att t.ex. analysera beroenden mellan en stor mängd komponenter.¹⁹⁵

194 Ingelstam, 1996, s 133.

195 Risken finns att man hamnar i en situation där allt anses hänga ihop eftersom den verklighet vi lever i är så komplex och både sannolik och osannolik på en gång att prediktioner blir omöjliga, men prognoser troliga. Kausala samband har inom systemteorierna snarare en hög sannolikhet

Följemeningskategorin *miljöspråk*, kan sägas vara omgivningens språk, eftersom systemen framträder med omgivningen som bakgrund. Det innefattar dels en koppling till holismens inkluderande gränsdragning när det gäller systemens skala – hela vår planet kan bli både omgivning och systemgräns – dels domineras miljöspråket av en omsorg om just naturen och de människor som lever och ska leva här.¹⁹⁶ Miljöspråket är *biocentriskt* till sin karaktär. I arenornas uttryck kan människan uppfattas både som utanför och som tillhörig systemen, men genom hennes användning av teknik står hennes relation till naturen, till världen, här i första rummet.¹⁹⁷ De tekniska systemens beskrivning ges en övervägande negativ bild på arenorna när miljöspråket används, men det finns också inslag där utvecklingen av ny teknik, bättre system, framstår som lösningen på miljöproblem i den omgivning man tagit som utgångspunkt för sin undran.

Problemställningarna identifieras i omgivningen, utanför systemet. Därför blir gränsdragningsfrågan av stor vikt. En konsekvens av att de centrala frågor man ställer om teknikanvändning och teknikutveckling utifrån ett miljöperspektiv positioneras i teknikens omgivning, verkar också leda till att miljöspråket riktar talet om tekniska system mot komponenterna. De systemiska effekter man har som utgångspunkt för frågorna söker svaren på en lägre systemnivå.

Genom att miljöspråket fokuserar på omgivningen, påverkas möjligheterna i hur man kan uppfatta systemen och dessas förändrande kraft. Människans roller i denna dynamik är inte alltid tydlig på arenorna. Där finns en kontrast mellan den ofta teknikpositiva bild som ges kring de tekniska systemens framväxt och den tekniknegativa bild som ges av teknikens påverkan på miljön. På arenorna används *tekniska system* och de begrepp som associerar till detta oftast som redskap för att beskriva just de tekniska systemens framväxt och karaktär. I några få fall tas miljöproblem upp på ett sätt som relaterar till de tekniska systemens gränsdragning. Systemtänkandet används då inte som ett redskap för att beskriva eller analysera lösningar till miljöproblemen, utan man utgår från systemens skala eller dess linearitet för att peka på problemet. Kontentan är, återigen, att de tekniska systemen framträder mot fonden av en kritisk teknikdebatt med miljöfrågor i centrum. Begreppet *omgivning* är ett mångtydigt begrepp, nästan av samma oklarhets-

än en total överensstämmelse. Världen är verkligheten oförutsägbar och man behöver ofta idealisera förhållanden för att kunna presentera teorier för hur vi ska förstå den. Se t.ex. Karlqvist, 1983, s 6.

196 Se t.ex. den typ av world systems analysis som Gregory Bateson, m.fl., 1998, visar i antologin *Mönstret som förbinder: eko-cybernetiska texter*.

197 Miljöspråket dominerar därför av en koppling till de mer mjuka systemen, de sociotekniska. Dessa kännetecknas av högre grad av oförutsägbarhet genom att de t.ex. innefattar människans handlingar – kvalitéer som är svårare att kvantifiera, menar t.ex. Waring, 1996, s 27.

grad som *miljö*.¹⁹⁸ Miljöspråkets glidande övergångar mellan *system* och *omgivning* gör att det inte alltid är enkelt att avgöra om det är systemiska egenskaper som avses, inte ens om man försöker se det som sammanhängande med ett ontologiskt systemspråk. Förmodligen är det inte en fråga om vad som räknas som omgivning och vad som räknas som system utifrån en systemvetenskaplig definitions horisont, utan stället en glidning i ordens betydelser inom systemspråket. Det finns en spänning inbyggd i miljöspråket mellan omsorgen om den naturliga miljön (som omgivning) och människans förändrande förmågor att utnyttja *den naturliga världen* och skapa *artificiella omgivningar* (som system). Värdeladdningen är stark och den öppnar för konsekvensetiska resonemang kring människors skapande och användande av tekniska system. I relation till frågor om tekniska system är miljöspråket framtidsinriktat. Det manar till eftertanke kring hur vi och våra barn vill ha det framöver.

Styr och reglerspråket (S&R)

Präglat av en ingenjörsmässig terminologi, uttrycker detta systemspråk att tekniska system utgår från en tydlig teknisk kärna. Här finns ett antideterministiskt och teknocentriskt drag som säger att tekniken kan och ska styras, att vi kan och ska påverka omgivningen. Det rymmer även insikter om att system kan vara dynamiska och trögstyrd. En grundläggande inställning i detta språk är att tekniken kan vara god, den är räddningen.¹⁹⁹ Människans närvaro finner man i egenskapen som operatör. Att *Styr- och reglersystemspråkets* (*S&R*) systemsyn inte överförs och kommer till användning i relation till sociotekniska system, kan vara en konsekvens av detta.

Det mest frekventa exemplet på arenorna utgår från dator- eller kontrollsystem. *S&R-språket* kännetecknas av att det i varierande grad omfattar cybernetiska begrepp som *återkoppling*, *input*, *output* och *process* och oftare leder tankarna till mer fysiskt avgränsade system och system med större möjligheter till prediktion, s.k. hårda system.²⁰⁰ På samma sätt är det dominerat av de grafiska modeller för systembeskrivning som tillhör denna tradition, vilket medför att de bilder som förmedlas till eleverna av de tekniska systemens karaktär är präglade

198 Jämför t.ex. hur vi i språket konstruerar värdeladdningar genom hur begreppet miljö positioneras som suffix eller prefix: Med miljö som suffix (arbetsmiljö, stadsmiljö, cafémiljö) träder miljöns tekniska dimension fram, miljön får en koppling till den konstruerade världen. Med miljö som prefix (miljöfrågor, miljödebatt, miljöundervisning) blir kopplingen till naturen det som gemene man uppfattar som undertonen. Miljöproblem rör havet eller atmosfären. Miljöundervisning behandlar växthuseffekt och ozonlager. Den ytterligare undertonen av problem förstärks.

199 SAAB's dåvarande VD Åke Svensson uttryckte detta på motsvarande vis i sitt anförande vid teknikkonferensen *Tekniken i skolan* i Norrköping, 060320: "Lösningen på tekniska problem är och har alltid varit mer teknik, fler ingenjörer."

200 Waring, 1996. s 27.

av detta. Kopplingsscheman är det tydligaste exemplet, men man finner även mer storskaliga bilder, flödesscheman och systemkartor.

Språkbruket använder sig av begrepp och metaforer som hämtat sitt inflöde från de tekniska fält, där mekanisk, elektrisk, elektronisk, hydraulisk kontroll etc., har sina rötter. Detsamma gäller produktions- eller manufakturprocesser där någon naturlig resurs förädlas eller där någon artefakt monteras.

Det *S&R-språk* som framträder på arenorna kan sägas vara ett instegsspråk mot en mer cybernetisk förståelse av den konstruerade världen. Exempelvis gäller detta när man resonerar om hur ett litet tekniskt system som en legorobot kan tänkas uppföra sig. Man strävar att uttrycka det komplexa i systemet på ett sätt som bryter den linjärt kausala synen, men samtidigt finns det tecken på ett förhållningssätt till systemen som ligger i gränslandet mellan den naturvetenskapliga, hypotetiskt/deduktiva metoden med hypotestänkande och prövning av variabler, och den systemteoretiska operationsanalysen med flera beroende dynamiska variabler.

Bildningsemfaser

Bildningsemfaserna säger något om *varför* undervisningen ska ha den eller den inriktningen och lyfter fram de bakomliggande syften och argument som uttrycks kring varför eleverna ska lära sig om tekniska system. Eleverna erbjuds olika möjligheter att förstå de tekniska systemen genom att de problem eller utmaningar de ställs inför, packas in i olika kontexter. På samma sätt presenteras olika strategier för att lösa tekniska problem från ett systemperspektiv. Bildningsemfaserna framträder parallellt i texterna. Flera av dem kommer till uttryck tillsammans med samma undervisningsfokus eller delar ett gemensamt systemspråk.

Sex stycken bildningsemfaser framträder: Design and Make-emfasen (D&M-emfasen), den industriella emfasen, den hållbara utvecklingsemfasen (HU-emfasen), hantera vardagen emfasen, den medborgerliga emfasen respektive den teknikhistoriska emfasen.

Design and makeemfasen (D&M)

D&M-emfasen kännetecknas av att systemundervisningens huvudinnehåll är kopplat till elevernas design och konstruktion av tekniska produkter, antingen för personlig användning eller som produkter avsedda för industriell produktion. I ett svenskt perspektiv ligger detta nära slöjdtraditionen, där slöjdprocessens slutresultat oftast är en unik produkt. Emfasen riktas mot individen och hennes hantering av material och verktyg. En ambition är att eleverna ska behålla en vardaglig relation till egen tillverkning av produkter, alternativt att

kunna reparera saker som framförallt är tekniskt okomplicerade. En annan ambition är att förbereda dem för mer kvalificerade konstruktionsuppgifter.

Emfasen är teknocentrisk till sin karaktär och ligger närmare en hantverksbetonad modell av produktion. Den argumenterar för att eleverna ska lära sig att tillverka mer komplicerade tekniska produkter – som gränsar till system – genom att använda t.ex. ”black box”-tänkande. Gränslandet rör därför relationen produkt/system. Tillverkningens slutprodukt är mer i fokus än själva produktionslinjen och förståelsen av denna.

Ofta är de system som eleverna ska producera skalmässigt små, och inte sällan är de även relativt okomplexa. Den masstillverkningsprocess av produkten som ofta förutsätts (för att skilja ut den från det konsttillverkade unika föremålet – oavsett funktion) belyses sällan som en del av systemaspekterna. D&M-emfasen innehåller drag av entreprenörskap och företagande, att marknadsföra sin produkt, göra den säljbar och att uppmärksamma relation till kunder. Inte minst gäller detta hur man, framför allt på medieringsarenan, argumenterar för att eleverna ska uppfinna tekniska produkter.

D&M-emfasen innehåller argument som rör gränslandet mellan att undervisa *om* eller *i* teknik. Den tillverkning eleverna ska utföra innefattar bl.a. moment av karaktären att de ska (lära sig) göra en *representation* av systemet de studerat och funderat över, en modell eller en prototyp. I de fallen är det dock sällsynt att uppgifterna också rymmer möjligheter att pröva med hjälp av t.ex. kvalificerad simulering eller andra systemanalytiska metoder, med målet att närma sig ett systemtänkande.

Denna emfas har långa rötter i den diskurs om teknikämnet som argumenterade för de praktiskt inriktade syften, och utgjorde tydligt en av grundvalarna i diskussionen inför införandet av ämnet Teknik inom Lgr80. Speciellt kan man säga att detta medförde en kantring, där denna emfas delvis fick vika sig till förmån för den *medborgerliga*.²⁰¹

Den industriella emfasen

En kunskapsemfas som tangerar och vidgar *D&M-emfasen* är därför den *industriella emfasen*. Syftena är att medvetandegöra eleverna om produktionsvillkor i industrin, att stimulera innovationsförmåga och att introducera dem för automation och datoranvändning. Framför allt på medieringsarenan anges ett internationellt kompetitivt syfte. Man vill, med teknikundervisningens hjälp, se till att nationen står sig väl i den globala konkurrensen.²⁰² Till skillnad från

201 Se Elgström & Riis, 1990.

202 Se t.ex. den av staten 2008 tillsatta *Teknikdelegationens* uppdragsbeskrivning, där det står: ”För att behålla konkurrenskraften i globaliseringens tid kommer Sverige även fortsättningsvis att

D&M-emfasens unika produkter riktas här intresset om från manufaktur till konfektion och serieproduktion. De tekniska kontexterna blir viktiga i den *industriella emfasen*. Sveriges industritraditioner har dominerat vad som kunnat anses vara giltiga teknikkontexter för denna emfas. Livsmedels-, förpacknings-, process-, mekanisk, agrar och kemisk industri är några av de områden som undervisningen hämtar sina exempel från. De tekniska system som studeras och konstrueras är företrädevis skalmässigt små produkter. Analys av de stora produktionssystem som ska tillverka dem förekommer endast sparsamt som angivet undervisningsinnehåll.

Denna emfas har en närhet till *S&R-språket*. Det rör produktionstekniska villkor i avancerad råvaruförädlings- eller tillverkningsindustri. Huvudintresset utgår från slutprodukten, men argumenten har tydligare riktning mot att eleverna ska utveckla ett intresse och en förståelse för framtida arbete i teknikintensiva miljöer. Det finns även en del i den *industriella emfasen* som syftar till att belysa säkerheten i systemet, då i bemärkelsen riskfri produktionsmiljö.

Den industriella emfasen relaterar till ingenjörers och industridesigners arbete. Den framstår som utilitaristisk, imperiell och ekonomiserad, genom att den förhållandevis okritiskt behandlar hur vi kan utnyttja naturens tillgångar, inklusive levande organismer (genteknik, GMO, livsmedelsteknik).

Denna emfas sträcker sig tillbaka till de argument för ett teknikämne som fanns vid införandet av Teknik inom Lgr80. Ämnet skulle huvudsakligen vara en motvikt till den överteoretiserade skolan genom att vara praktiskt och verklighetsanknutet. Kontakten med arbetslivet ansågs central. Det handlade om att både öka elevernas förståelse för produktionsprocesser och arbetslivets villkor. Människans roll i relation till dessa system är reducerad till att arbeta i dem eller att vara konsument av de produkter som systemen genererar.

Den hållbara utvecklingsemfasen (HU)

Denna bildningsemfas tar avstamp i argumentet att det är viktigt att eleverna kan något om teknik och tekniska system för att kunna bidra till en hållbar utveckling. Den är en huvudsakligen ekocentrisk emfas, eftersom det underförstådda målet är att rädda jorden till kommande generationer, medan andra komponenter inom den hållbara utvecklingen delvis kommer i skymundan. Därför är denna även en moralisk emfas, där människans roll och ställningstaganden är viktiga. Undervisningens ansvar för en hållbar utveckling är argument för att undervisa om tekniska system. Teknikens dualistiska roll som förstörare och räddare lyfts fram, men tyngdpunkten är på den förra. Genom

vara beroende av att svensk teknik och industriproduktion ligger i internationell framkant.”, Regeringen, 2008.

att lyfta fram anti-deterministiska sidor i relationen människa-teknik-samhälle-natur, syftar *HU-emfasen* att visa att förändring är möjlig och att människan har ett ansvar. Sammantaget ges merparten av innehållet kring hållbar utveckling och tekniska system en mer informativ eller frågande karaktär, än en ifrågasättande som manar till handling.

Syftet med *HU-emfasen* är att göra eleverna uppmärksamma på teknikens interaktion med den omgivande *naturen* – ofta av en enkelriktad modell, från tekniken mot naturen. Andra typer av omgivningar räknas oftast bort. Här kan man skönja en hållning som skiftar mellan en ekocentrisk utgångspunkt, en antropocentrisk och, i viss mån, en teknocentrisk. I den senare hållningen bryr man sig om miljön för att rättfärdiga en produktion, inte för att i första hand värna naturen. Undervisningen om de tekniska systemen söker t.ex. sällan svaren på varför papper är bättre eller sämre än plast som konstruktionsmaterial ur ett större produktionssystemperspektiv.

Hantera vardagenemfasen

Detta är en mer antropocentrisk emfas, som behandlar hur eleverna ska kunna hantera teknik. Argumenten för att lära sig om tekniska system, är att vi alla behöver förstå det systemiska för att kunna ha en handlingsberedskap i vår tekniskt allt mer komplexa vardag. Eleverna ska även förstå att de artefakter vi använder i vår vardag är beroende av ett tekniskt system. Vi kan se spår av hur exemplen har skiftat över tid med avseende på vilka tekniska förmågor som ansetts utgöra en bas för den tekniska bildningen.²⁰³ Att förstå bilen har bytts mot telefonen som bytts mot datorn.

Denna emfas har en mer tydlig relation till undervisning i teknik än till *om teknik*.²⁰⁴ Människans roll, så som den framträder i denna emfas, är som brukare av systemisk teknik. Det är i den egenskapen eleverna ska lära sig hantera de tekniska artefakter som är utposter i ett system – toalettstolar, mobiltelefoner etc. Kunskapen om de tekniska systemen blir därmed sekundär och de framträder som det bakomliggande som får artefakten att fungera, som anonyma infra-system. Människan och hennes artefakt riskerar att framstå i en beroendeposition gentemot autonoma system gentemot vilka hon saknar insyn och makt. I och med att emfasen lyfter fram hanteringen av vardagens systemberoende

203 Hallström, 2009, skriver om synen på teknisk bildning i det tidiga 1900-talet för de skolformer som då fanns för elever i åldrarna 13-18 år.

204 Denna distinktion är besvärlig, eftersom den riskerar att befästa en uppdelning mellan en inom-teknisk hantering och ett samhällsvetenskapligt baserat förhållningssätt, en gräns mellan praktik och teori, vilket i mitt synsätt inte är fruktbart ur ett teknikdidaktiskt perspektiv. Här avser jag att peka på att denna distinktion är en del av hur talet om system är beskaffat. Se även Hagberg & Hultén, 2005, s 19.

artefakter, finner man också en parallell rörelse när det gäller människans ansvar. Det blir den enskilda personens handlande som står i centrum för hur ett system kan ändras eller påverkas. Också människan, som brukare, ses som en komponent i utkanten av systemet. Frågor av systemkaraktär på en högre nivå behandlas med denna emfas på en komponentnivå – förändringar av artefaktens utformning eller enskilda människors agerande, ska lösa systemproblemet.

Den medborgerliga emfasen

Argumentet för att lära sig om tekniska system utgår i denna emfas från att varje elev bör förstå sin komplexa tekniska omvärld, så att hon kan medverka i den konstruerade världen som en informerad medborgare och göra övervägda val, ha en kritisk hållning i sin förståelse av system, ta till sig systemrelaterad information som rör sig på regionalt, nationellt eller globalt plan. Detta ligger nära ett av argumenten för en generell teknikundervisning i Sverige och hur man nu talar om dimensioner i teknisk bildning, elevers tekniska förmågor etc. och är i linje med övrig skolutveckling. I svensk skola har en *medborgerlig emfas* vuxit sig stark de senaste 50 åren och utmanat en vetenskapligt rationell emfas.

En teknikkritisk dimension kan anas både på formuleringsarenan och på medieringsarenan. Som medborgare i samhället bör varje elev kunna ställa frågor om den storskaliga och komplexa teknikens relation till angelägna samhällsfrågor. Även denna emfas är därför anti-deterministisk till sin karaktär, den manar eleverna att förstå de tekniska systemen så att de utvecklar en handlingsberedskap. Avsikten är också att motverka uppgivenhet inför framtiden.

Den teknikhistoriska emfasen

I denna bildningstanke ingår att förstå hur världen förändrats, hur tekniken och dess system har ändrat våra livsvillkor.²⁰⁵ T.ex. pekar kursplanerna för teknikdelarna inom Lgr80 och Lpo94 båda på *förändring* som ett nyckelbegrepp.²⁰⁶ Här ingår insikten att den konstruerade världen blir allt mer komplex – i bemärkelsen att det finns mer komplicerade samband mellan komponenterna, inklusive de roller som människan spelar. Emfasen lyfter fram systemens dynamik över tid. Syftet är att eleverna ska bli bekanta med de driv- eller tryckkrafter, behov och villkor som ligger bakom utvecklingen av de tekniska systemen.

205 Se t.ex. Hallström & Gyberg, 2009b, artikel insänd till *International Journal of Technology and Design Education*.

206 Inom Lgr80 berörs den förändring som teknik har åstadkommit på samhälle och miljö, Skolöverstyrelsen, 1980e, s 115, s 118, medan teknikämnet inom Lpo94 även visar på vikten av att visa på skeden och utvecklingen på ett sätt som i högre grad uppmärksammar detta som en växelverkan mellan omgivning och teknik (system) och som en fortgående process, Skolverket, 2000b, s 112f.

En möjlig diskussionspunkt som den *teknikhistoriska emfasen* därvidlag kan generera, är huruvida vi ska förstå tekniken som en determinerande och autonom samhällskraft, eller ej. Riktigt så spetsigt formulerad ser vi inte frågan ställas på arenorna, men genom de möjligheter som ges att reflektera över våra egna teknikval i en komplex och globalt komplicerad samhällsväv, erbjuder åtminstone en uppmaning till lärare och elever att bekanta sig med frågeställningen.

Den *teknikhistoriska emfasen* kombineras ofta med undervisningsfokuset *storlek/komplexitet*. Syftet är att visa på skillnader i systemens omfattning, räckvidd och komplexitet. Grundfunktionen förutsätts vara densamma, trots att man byter "kommunikationssystem" – från att man idag visar på hur vi kommunicerar via Internet, till hur vi förr kommunicerade med optisk telegraf. Kan man då med fog säga att det är samma system man studerar?

Det kan finnas anledning att göra en mycket kortfattad och översiktlig jämförelse mellan de kunskapsemfaser, som Fensham, Roberts och Östman arbetat med inom naturvetenskapens didaktik och de teknikrelaterade bildningsemfaser, detta kapitel vill lyfta fram.²⁰⁷ Denna jämförelse utgår från de naturvetenskapligt grundade kunskapsemfaserna. I kapitlets slut finns en sammanställning av de tekniska bildningsemfaser som identifierats på arenorna.

Naturvetenskapen	Talet om tekniska system
Vardagsemfas	Finns även här
Den rätta förklaringen	Finns inte motsvarande
Naturvetenskap, normer och beslut	Ligger närmast den medborgerliga emfasen
Naturvetenskapens karaktär	Berör frågan om system, ligger nära teknikens väsen
Solida grunden (länkar inom NV till Scientific literacy ur ett inomvetenskapligt synsätt där NV står för sanningen)	Oklart inom Teknik, men en diskussion pågår där bl.a tekniska system nämns.
Den vetenskapliga metoden	Syns spår av i tekniken, som ett arv efter "sammanblandningen" NV/Tk (speciellt arvet efter det undersökande arbetssättet inom Lgr80), men här finns också en koppling till D&M-emfasen.

207 Som följemeningskategori har bildningsemfaserna ett mer generellt anslag i jämförelse med undervisningsfokusarna och systemspråken, vilka har en mer tydlig ämnesspecifik karaktär. Se kap 2 i denna avhandling, eller t.ex. Östman, 1995.

De följande tre kapitlen (6, 7, 8) innehåller resultatredovisningen och analysen av talet om undervisning om tekniska system på de tre arenorna. Där behandlas de tre arenorna var för sig. Till sin karaktär är arenorna olika och kapitelstrukturerna är anpassade till detta, dels för att kunna visa hur regelkategorierna och följemeningarna framträder i respektive arenas specifika kontext, dels hur de tillsammans i skiftande formeringar bidrar till ett antal teman inom talet om tekniska system. En väv av möjligheter skapas med dessa följemeningar som grundelement, med överlapp och olika tyngdpunkter. Förhoppningen är att detta klargör följemeningarnas roll som del av teknikämnesdiskursen i svensk grundskola.

Sammanfattning av regelkategorier och följemeningar

Undervisningsfokus	Karaktäristika
Storlek/komplexitet	System blir beskrivna som något stort, snarare än komplext. Gränsen mellan artefakt och system diskuteras inte.
System som en samling komponenter	Fokus ligger på komponenter. Systemiska egenskaper betraktas inte som viktiga.
Relationen mellan komponenterna	Relationen beskrivs som systemstruktur (linjär, cirkulär, hierarki, nät), men tar inte upp hur komponenterna beror av varandra. Flödesdiagram visar huvudsakligen materia, ibland energi, men sällan signaler som kontrollerar systemet.
Systemets relation till omgivningen	Den dominerande riktningen som visas är från systemet till omgivningen, men det finns tillfällen när en mer interaktiv bild ges.

Systemspråk	Karaktäristika
Det ontologiska	Systemen framställs som att de <i>finns</i> och de definieras utifrån sitt fysiska skikt. Gränsdragningsfrågan undertrycks..
Det epistemologiska	Tar utgångspunkt i frågor som rör varför, vad och hur vill vi veta något om den storskaliga och komplexa tekniken? Gränsdragning blir viktigt.

Miljöspråket	Fokus ligger på omgivningen (oftast naturen) och systemen framträder mot denna som fond. Biocentriskt. Pekar på etiska aspekter runt tekniska system inför framtiden.
Styr- och reglerspråket	Cybernetiskt, teknocentriskt och anti-deterministiskt.

Bildningsemfaser	Karaktäristika
Design and make-emfasen	Att vara uppfinningsrik. Tillverka små produkter. Hantverk. Lära sig att göra modeller.
Den industriella emfasen	Att förbereda sig för att arbeta med produktionssystem, industridesign eller som ingengör. Arbetslivserfarenhet är viktigt. Synen på naturens resurser är nyttoinriktad, imperialistisk och kommersialiserad.
Den hållbara utvecklingsemfasen	Ekocentrisk. Teknikens dualism kring "ond/god" lyfts fram, men teknik framställs oftare som en förstörande kraft. Mer beskrivande än pådrivande.
Hantera vardagen-emfasen	Antropocentriskt. Att kunna hantera systemberoende artefakter. I linje med detta läggs det mänskliga ansvaret för de tekniska systemens utveckling på ett individuellt plan.
Den medborgerliga emfasen	Människans roll är viktig. Handlingsberedskap på ett samhälleligt plan. Anti-deterministisk. Motverka uppgivenhet inför framtiden.
Teknikhistorisk emfas	Viktigt att förstå systemens framväxt. Behov, drivkrafter, villkor är kunskaper som är nödvändiga för att fatta tekniska beslut inför framtiden.

6 Formuleringsarenan

”Den svenska skolan” betecknar i den fortsatta framställningen det offentliga skolväsende som omfattas av skollagen och andra styrdokument, liksom inom området verksamma skolmyndigheter.²⁰⁸ Viktiga förutsättningar ges av läroplanen inklusive kursplanerna, timplanen och fördelningen av ekonomiska medel till skolans huvudmän. Det är inom ramen för detta som den svenska skolan har fått ett uppdrag från staten att bedriva undervisning i Teknik. De som ytterst är satta att exekvera denna beställning är lärarna. Över tid har denna beställningsdiskurs förändrats – och forskningen med den – bland annat beroende på förändringar i skolsystemet under 1990-talet.²⁰⁹ Formuleringsarenan är den arena där statens auktoritativa formuleringar etableras och vinner, eller förlorar, kraft.

Talet om system är en del av teknikämnets historia

När denna avhandling skrivs finns det i den svenska grundskolan ett självständigt teknikämne, med egen karaktärs- och innehållsbeskrivning, egna mål och egna bedömningsgrunder för betygssättning. Så har det inte alltid varit. Teknikämnets tillblivelse har en lång historia, men beskrivningen av själva framväxten är inte intressant för denna avhandlings syften, utan jag hänvisar till andra källor.²¹⁰ Däremot finns det i teknikämnets historieskrivning inslag som pekar på hur och när *talet om tekniska system* har tagit gestalt på formuleringsarenan och vilka möjligheter det funnits för att etablera detta inom teknikundervisningsdiskursen. Jag har därför valt att ge vissa delar av teknikämnets framväxt belysning inom detta kapitel. Här ryms nämligen även exempel på hur en något vidare läroplansdiskurs innehållit några centrala teman inom vilka *talet om tekniska system* formerades. Temana är långlivade och sega och återfinns även på de andra arenorna.

Lgr 80 och Tekniken

Under sent 1970-tal växte tankarna allt starkare på att den svenska skolan borde innehålla ett teknikämne för alla – inte enbart ett valbart ämne dit företrä-

208 Utbildningsdepartementet, 1985. När det gäller Teknik räknar jag bort gymnasieskolan, eftersom det inte existerar som enskilt ämne inom denna.

209 Berg, 2003a, s 32. ”Enkelt uttryckt innebär detta att skolan som institution är skapad av staten för att bedriva verksamhet i samhället...” Staten har på flera håll numera bytts ut mot begreppet *huvudman* på flera nivåer i beskrivningar av organisationshierarkier. Se t.ex. Abrahamsson, m.fl., 1999. För skolans del har detta fr.a. skett efter kommunaliseringen av skolan på 1990-talet, samt den ökade möjligheten att etablera friskolor med annan huvudman än kommunen.

210 Se t.ex. Elgström & Riis, 1990, Blomdahl, 2007.

delsevis pojkar sökte sig, och vars syfte var att förbereda för yrkeslivet inom verkstadsindustrin.²¹¹ Resultatet blev att två stadiieveckotimmar avsattes särskilt till Teknik som ett eget ämne på högstadiet inom det naturorienterande ämnesblocket inom Lgr 80.²¹² Blocket var inte uppdelat i de traditionella ämnena Biologi, Fysik, Kemi (och Teknik). I stället hade syften och mål fått en gemensam beskrivning. Huvudmomenten för stoffet presenterades under de tre rubrikerna "Människan", "Människan och naturen" samt "Människans verksamhet".²¹³ Indelningen var gjord mot en underförstådd betydelse av vad teknik kan betyda. Ingenstans nämndes en definition på "teknik" eller "teknologi".

Elgström och Riis konstaterar bland annat att läroplansprocessen inför Lgr 80 inte rymde kvalificerade tankar om teknikämnets innehåll. Slutprodukten blev, framhåller de, inte lyckad. Delvis var detta ett resultat av att det under hela processen funnits en "osäkerhet om vad ett teknikämne skulle innehålla".²¹⁴ En av förklaringarna Elgström och Riis ger är att frågorna om innehåll överskuggades av frågorna om metod. "Den höga ambitionen när det gällde att förverkliga det undersökande arbetssättet skymde innehållsfrågorna."²¹⁵

Trots den vaga framtoning Teknik fick i Lgr 80, gör Elgström och Riis en inledande egen analys av hur en definition av teknikämnet skulle kunna se ut utifrån den beskrivning som ges inom Lgr 80. De finner teknikrelaterande textdelar på flera ställen i läroplanen – inte enbart inom det naturorienterande ämnesblocket – och påpekar själva att detta till en del beror på att de i sin studie utgått från en bred teknikdefinition när de kategoriserat teknikinnehållet i läroplanens egen, mer tematiserande, inre struktur.²¹⁶

211 Ole Elgströms och Ulla Riis omfattande projektrapport "Läroplansprocesser och förhandlingsdynamik – exemplet obligatorisk teknik i grundskolan" beskriver just övergången från en valbar teknikutbildning till en teknikutbildning för alla. Fokus i rapporten är på aktörerna, nätverken och förhandlingarna och enbart som en spegling av det möjliga lyfter författarna fram de innehållsliga frågor som hela förhandlingsprocessen, i princip, lyckades undvika.

212 "De naturorienterande ämnena är biologi, fysik, kemi och teknik", Lgr 80, s 113, Skolöverstyrelsen, 1980e.

213 Ibid., s 65-66 och s 113-119. Stora delar – ja, till och med det allra mesta – av det som skrevs fram som stoff inom huvudmomentet "Människans verksamhet" skulle i dagens inomdidaktiska teknikkurs betraktas som ett möjligt teknikinnehåll – om än med en aning tvekan inför vissa delars innehållsliga relevans i ett modernt teknikämne.

214 Elgström & Riis, 1990, s 216.

215 Ibid., s 59.

216 Kategoriseringen av ämnets definition mynnar, i Elgströms och Riis tolkning av kursplanetexten, ut i sex olika aspekter: Teknik som vardagskunskap; Teknik som arbetslivsorientering; Teknik som kunskap för att möta fritiden på ett meningsfullt sätt; Teknik som grund för vidare studier; Förståelse för teknikens roll i samhällsutvecklingen samt Teknik och det undersökande

Identifieringen av systemrelaterat innehåll inom Lgr 80 har, på ett ytligt plan, varit trivial – *tekniska system* nämns explicit på endast ett ställe inom läroplanen: som kommunikationssystem, i den mer förtydligade betydelsen transportsystem. På ett mer biologirelaterat sätt omtalas *ekosystem* vid ett tillfälle. Implicit kan man däremot finna antydningar till att tala om system på ett mer ingående sätt.

Jag vill lyfta fram fem teman som relaterar till analysen av *talet om tekniska system* inom Lgr80: teknikens position i NO-blocket, det undersökande arbets sättet, det praktiska argumentet, system och produktion samt systemperspektiv och miljö.

Lgr 80 – Teknikens position i NO-blocket

I läroplanen refererades till internationell forskning vilken man menade ”har framhåvt betydelsen av att naturvetenskap och teknik behandlas som en enhet vid undervisningen”.²¹⁷ En möjlig – och kanske välvillig – tolkning av detta är att teknik kunde jämföras med de andra tre vetenskapsgrenarna biologi, fysik och kemi. Det fanns snarare tecken på att teknik – och därmed även skolämnet Teknik – till stor del sågs som tillämpad naturvetenskap, en manège där naturens lagar och teorier kunde illustreras och visas upp för eleverna.²¹⁸ Detta är naturligtvis helt legitimt från naturvetenskapens perspektiv. De fysikaliska lagarna ska gälla även för tekniska produkter. Anders Westlin belyser detta i sin avhandling Teknik och politiskt handlande – rationalitet och kritik i den samhällsorienterande undervisningen och menar att redan från Lgr 62 och framåt ”teknik i skolan kan avses vara en illustration till den objektiva vetenskapens sanna beskrivning av världen”.²¹⁹ Genom att följa denna epistemologiska linje identifierar Westlin en rationellt färgad teknikdiskurs inom läroplanerna, vilken han benämner Expertfokuserad teknik och som han finner har tydliga kopplingar till hur ”en empiristisk kunskapsteori görs till både norm för hur kunskap ska uppnås och garant för att kunskapen är sann”.²²⁰ Problemen med detta förvetenskapligande av teknisk verksamhet uppstår när dess lagar används

arbetssättet. Den sistnämnda aspekten är mer att betrakta som en metodisk anvisning, i linje med tidigare resonemang. Ibid., s 20-23.

217 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 42. Citatet fortsätter: ”Denna enhet måste framstå tydlig för eleverna både i början och vid slutet av ett avsnitt. Teori och tillämpning måste också vara förbundna med varandra. En undervisning, där detta samband inte ständigt framgår, förfelar sitt syfte.”

218 Huvudmomentet ”Naturen och människan” tog som ett innehållsdirektiv upp ”Några vanliga fysikaliska företeelser av betydelse för att förstå vanligt förekommande tekniska tillämpningar.”, Ibid., s 117.

219 Westlin, 2000, s 151.

220 Ibid., s 151. Han fortsätter utveckla argumentationen i kap 9.2.2.

för att förstå eller förklara av människan tillverkade tekniska artefakter och system.

Från ett tekniskt perspektiv kan man med fog hävda att de fysikaliska lagarna enbart kan ge *viss* belysning till varför en teknisk produkt fungerar eller har en utmärkande struktur och att frågeställningen ”att förstå hur något fungerar”, kan ha betydligt fler möjliga svar. Därför menar de som förfäktar den tekniska bildningens särställning att synsättet ”teknik är tillämpad naturvetenskap” medför en risk att teknikämnets innehåll begränsas.²²¹ Inte minst gäller detta i förhållande till systemperspektivet.²²²

Lgr 80 – det undersökande arbetssättet

Det finns partier i Lgr 80 där diskursen såväl öppnar för som försvårar introducerandet av systemaspekter. Min analys pekar på att *det undersökande arbetssättet*, i kombination med andra faktorer, snarare har *hindrat* formeringen av en systemdiskurs.

Det undersökande arbetssättet blev ett mantraliknande begrepp som kom att genomlöpa hela läroplanen.²²³ Tankefiguren runt det undersökande arbetssättet kännetecknades bl.a. av att det tillskrevs en allmänt explorativ karaktär och ansågs vara generellt personlighetsutvecklande. Det sågs som en metod att, i ett kunskapskonstruktivistiskt perspektiv, vidga undervisningens relevans, genom att koppla arbetssättet till elevernas egen undersökning av världen. Det utgjorde en strävan mot en mer sammanhängande förståelse av en motstridig världsbildsordning.²²⁴ Hela läroplanen karaktäriserades av en integrativ ansats.

221 För utförligare argumentation, se t.ex. Svante Lindqvists essä *Vad är teknik?* i antologin *I teknikens backspegel*, Berner & Sundin, 1987, s 11-33. Boel Berner, 1999, påpekar också i *Perpetuum mobile* att det under 1950- och 60-talen ”fanns en förhärskande uppfattning om att teknologi var ”tillämpad naturvetenskap”” (s 54).

222 Boel Berner, 1999, s 55 f, tar upp flera aspekter på detta och menar bl.a. att utvecklingen, förståelsen och styrningen av ett stort *tekniskt system* kräver andra angreppssätt än de som kan uppbringas med traditionella naturvetenskapliga metoder, för att man ska kunna fatta nöjaktiga beslut. Se även *Den konstruerade världen*, Blomkvist & Kaijser, 1998, där bl.a. utvecklingen av järnvägs- tele- och energinät tas upp.

223 Redan i regeringens proposition om *Skolans inre arbete*, 1975/76:39 skrev man: ”Samtidigt måste det metodiska arbetet i grundskolan inom alla ämnen få en ökad inriktning mot praktiska och laborativa arbetsformer. Skolarbetet bör till stor del anknyta till samhället och bygga på en förankring i verkligheten av de olika frågorna, som skall bearbetas från olika praktiska och teoretiska utgångspunkter.” Utbildningsdepartementet, 1976, s 225, citerad i Elgström & Riis, 1990, s 113.

224 Jämför Ingelstam, 1988, och hur han, något senare, resonerar om den tilltagande ”snuttifieringen” och ett antal möjliga redskap för moteld.

Inom de naturorienterande ämnenas kursplan fick arbetssättet ett speciellt uttryck: ”I alla de naturorienterande ämnena skall eleverna lära sig att använda ett experimentellt och undersökande arbetssätt.”²²⁵ Detta har till en stor del sin förankring i den hypotetiskt-deduktiva traditionen, vars signum är undersökningar av fenomen och en oftast atomistisk/reduktionistisk förklaringsmodell, framför allt kopplad till fysikens vetenskapliga kultur.²²⁶

I Yvonne Anderssons avhandling om teknikundervisning på grundskolans mellanstadium under mitten av 1980-talet framträder bilden av ett teknikämne med vag identitet. Hon skriver:

... att innehållet har underordnad betydelse i förhållande till syftet att utveckla ett undersökande arbetssätt hos eleverna. Därmed finns det en förväntan att lärarna av egen kraft ska kunna forma sitt innehåll till något för eleverna meningsfullt och nyttigt.²²⁷

Genom detta vaga teknikämnens infogning i det naturorienterande ämnesblocket, kom ämnet att präglas av ett undersökande arbetssätt med en naturvetenskaplig konnotation, menar Andersson.

Denna specifika variant av ett undersökande arbetssätt har en lång tradition i skolans undervisning och har framträtt med några olika förtecken. Staffan Wennerholm ger i sin avhandling *Framtidsskaparna: Vetenskapens ungdomskultur vid svenska läroverk 1930-1970* en beskrivning av den elitistiska prägel läroverkens naturvetenskapliga föreningar hade. Här skulle morgondagens experter utbildas.²²⁸ Den starka naturvetenskapliga kulturen skulle i klassrummet återskapas i synen på eleven som ”den lille forskaren”, kopian av vetenskapsmannen.²²⁹ Magnus Hultén följer i sin avhandling *Naturens kanon* dels synen på det naturvetenskapligt dominerade undersökande arbetssättet och dels synen på laboratoriet som idealbild. Hultén påpekar att det vetenskapliga arbetssättet demokratiserades under 1970-talet i en ”omförhandling av kanon” och att

[...] det är viktigt att beakta att arbetssättets genomslag i grundskolan inte

225 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 115.

226 Se t.ex. Lundqvist & Östman, 2009, s 272f, som skriver: ”Det undersökande arbetssättet bygger till stor del på observation, där just iakttagelser och laborerande har blivit viktiga sätt att lära sig naturvetenskap. Tanken bakom detta sätt att arbeta är att eleverna själva ska observera för att därigenom komma fram till vetenskapliga slutsatser och begrepp.” och även pekar på det stora genomslag som det undersökande arbetssättet haft i svensk NO-undervisning, liksom den kritik som den utsatts för.

227 Andersson, 1988, s 58.

228 Wennerholm, 2005.

229 Även Elgström & Riis, 1990, gör samma observation i sin analys, s 90.

enbart betydde att den syftade till att skapa framtida vetenskapsmän utan att det också kan ses som ett sätt att stärka bilden av naturvetenskapen och dess roll i samhället.²³⁰

Samtidigt pekar han ut två trender i 1970-talets läromedelstexter på den naturvetenskapliga sidan: i en civilisationskritisk ton hårdnade formuleringarna kring miljöfrågorna. Detta skedde parallellt med att den naturvetenskapliga orienteringen i skolan stärkte sin inriktning mot begrepp och grundläggande idéer, genom att man gjorde avsteg från en praktisk och ”tekniktyngd” bildningstanke. Edgar Jenkins ger en i stora drag samstämmig internationell bild med de svenska observationerna.²³¹ Den dominanta diskursen om det undersökande arbetssättets förmodade överlägsenhet pekade naturligtvis ut en arbetsmetod i klassrummet och inte ett direkt innehåll. Metoden är en del av vad som menas med att bedriva naturvetenskapliga undersökningar.²³² Det är detta som kom att replikeras i den svenska läroplanstexten.

Ofta betraktas systemteorier som ett alternativ till, eller en uppgörelse med, den naturvetenskapliga kulturen och dess sanningsanspråk.²³³ Att lära eleverna undersöka den konstruerade världen ur ett systemperspektiv innebär något radikalt annorlunda än att göra det från ett traditionellt naturvetenskapligt perspektiv. Men avståndstagandet från den industriinriktade teknikundervisningen under Lgr 69 hade, på kursplanenivå, i det närmaste totalt ersatts av en där naturvetenskapens kunskaps- och vetenskapssyn dominerade. Det är tydligt att den naturvetenskapliga ämnestraditionen är en av bärarna, eller medskaparna, av en rationell vetenskaplig konception.²³⁴ Biologi, Fysik och Kemi kunde luta sig tillbaka mot en läromedelsbas med djupa rötter. För Teknik gällde det motsatta. Här fanns en svag läromedelsbas – speciellt eftersom det var ett till stora

230 Hultén, 2008a, s 195. Han utgår i sin studie från läromedelstexter.

231 “Recognizing the severe limitations of the step-wise approach to scientific investigation, the curriculum projects of the 1960s sought to promote ‘scientific method’ by placing the student as far as possible in the position of an original investigator. Students were encouraged to think in the way ‘practising scientists think’ and teachers were advised that the ‘schoolboy learning physics is a physicist’ (Bruner, 1960)”, Jenkins, 2007, s 270, kursiv i original. Bruner finns i denna avhandlings referenslista. Jenkins menar även att bilden av en *enhetlig* och stegvis naturvetenskaplig metod som läroplaner dominerats av, inte har problematiserats i tillräcklig utsträckning i förhållande till senare decenniers vetenskapsfilosofi.

232 Se t.ex. McClellan & Dorn, 1999, men även, i ett annat perspektiv, Latour & Woolgar, 1986.

233 Se t.ex. Churchman, 2002, Capra, 1996, Lagerroth, 1999.

234 Se Englund, 2005, s 311f. Hans studie inriktade sig visserligen på de samhällsvetenskapliga ämnenas gestalt i läroplanerna.

delar nytt ämne som hade tillskapats – och lärarnas utbildning och beredskap för det nya ämnet var bristfällig. Läroplansarbetets kraftiga satsning på det undersökande arbetssättet formades av en sådan stark naturvetenskapligt dominerad diskurs att det var svårt för andra argument att göra sig hörda. Teknik, som det framställdes i Lgr 80 var huvudsakligen artefaktdominerat. Teknikämnets metoder och dess inordning i NO-blocket blev de två bestående resultaten och detta befäste synen på teknik som tillämpad naturvetenskap.²³⁵

Lgr 80 – det praktiska argumentet

För det andra fanns det en annan, med det undersökande arbetssättet förbunden, tankefigur vid slutet av 1970-talet. Man betraktade teknikämnet som en sorts praktisk asyl i en, som man menade, överteoretiserad skola. Den argumentering som läroplanen Lgr80 inledningsvis använde, och där man menade att eleverna skulle ha en teknisk beredskap i form av ”teknisk-praktiska vardagsfärdigheter”, hade sin bas i formuleringen ”människan omger sig med allt fler tekniska hjälpmedel”.²³⁶ Eleverna skulle inte enbart förväntas ta till sig fakta, möta abstraktioner och verbalisera sin kunskap – de borde även pröva, skapa, undersöka och konkretisera. Detta praktiska argument framhåller Elgström och Riis som en av de viktigaste faktorerna bakom införandet av ett teknikämne.²³⁷

Ett obligatoriskt teknikämne skulle borge för praktiska inslag, utökad verklighetsanknytning och samarbete med yrkesliv och arbetsplatser. Flickor skulle få en annan bild av möjliga, men ännu ojämlikt besatta, yrken och den sociala snedsitsen i många studieprogram på gymnasiet och inom högre utbildning skulle vridas med Tekniken som hävstång.²³⁸

Det praktiska argumentets hållning till frågan om systemundervisning kan belysas ur två aspekter. Å ena sidan önskade man att eleverna skulle få möjlighet till kunskapsinhämtning genom att ’gripa för att begripa’.²³⁹ På ett enkelt plan handlade det om att låta eleverna pröva olika material och tekniker, men mer

235 Slöjdämnet var under en period i läroplansprocessen det ämne som var närmast att legeras med Tekniken. Se Elgström & Riis, 1990

236 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 16.

237 Elgström & Riis, 1990, gör en förhållandevis grundlig genomgång av olika aspekter kring frågan om teori och praktik i skoldebatten, s 87-89.

238 Ibid., s 107.

239 Detta praktiska argument genomsyrade hela läroplansprocessen – inte bara runt teknikämnet. Man skrev under *Skolans mål och riktlinjer* och rubriken *Kunskaper och färdigheter*: ”Likaså skall skolan betona de tekniskt-praktiska vardagsfärdigheterna. Varje människa behöver dessa för att klara boende, arbete och fritid. Människan omger sig med allt fler tekniska hjälpmedel. Genom att föra in vardagskunskaper och vardagsfärdigheter i många ämnen är det möjligt att ge barnen respekt för att hushålla med resurser och bruksföremål och för möjligheterna att återanvända vardagstingen.”, Skolöverstyrelsen, 1980e, s 16.

industri- och arbetslivsinriktat än inom slöjdamnet. Å andra sidan fanns en förväntan om ökade kontakter med det omgivande samhället, speciellt företag. Teoretiskt eller praktiskt ställdes mot abstrakt eller konkret. Det praktiska skulle alltså förstås som ett alternativ till att enbart läsa om verksamheter. Förhållandet mellan abstrakt och konkret behandlades inte på samma sätt. Man skrev också i målen att ”Undervisningen ska leda till att eleverna får en orientering om olika arbetsmiljöer, industrier och tillverkningsprocesser.”²⁴⁰ Som teknisk bildningsemfas kan man tolka målet som en del i en argumentation där de *industriella* behoven av informerad arbetskraft stod i förgrunden. Dessutom fanns det en stark emfas för det *vardagsnära*.

Lgr 80 – system och produktion

I Lgr 62 och Lgr 69 hade *den industriella bildningsemfasen* varit en av de starkaste relativt Teknik. Inom kursplanen i Lgr 80 handlade det för elevernas del dels om ett framtida och företrädevis industriellt yrkesperspektiv, dels om att eleverna förväntades få en förbättrad insikt i *produktionsprocesser*. Detta är ett återkommande tema i teknikämnets systemdiskurs.

Under rubriken ”Människans verksamhet” skrev man fram områdets huvudmoment. Då togs dessa verksamheter upp och transformerades till ämnesinnehåll. Texterna var korta, oftast bara en mening för varje delmoment. Av dessa relaterade några till systemperspektiv. Ett av de mest bärkraftiga fick bara en enda mening: ”Hur en vara utvecklas från idé till färdig produkt.”²⁴¹ Detta undervisningsfokus på produktionssystem hade placerats som en del av högstadiemomenten, men motsvarande formuleringar fanns för både låg- och mellanstadiemomenten.²⁴² Dessa innehållsliga beskrivningar stod i samklang med målen för NO-ämnena. Produktionssystemen fick i Lgr 80 en övervägande linjär beskrivning. Man föreskrev ett innehåll som riktade in sig på metoderna för produktionens delsteg. Väldigt lite pekade åt en riktning som innebar att undervisningen kunde fokusera på en förståelse av produktionskomplexen i andra systemiska termer.

Resultaten av människans skapande verksamhet framställdes inom NO-blockets kursplanedel även som något mer komplext än en enkel artefakt eller ett tekniskt hjälpmedel. Högstadiets huvudmoment Människans verksamhet rym-

240 Ibid., s 115.

241 Ibid., s 118.

242 Ibid., s 118, för alla tre citaten under ”Människans verksamhet”. För lågstadiet hette det att momentet skulle innehålla ”Arbetsliv, produktion och naturtillgångar på den ort där man bor”, medan det inom mellanstadiemomentet skulle tas upp ”Exempel på produktionsmetoder inom industri, jordbruk och skogsbruk som kan belysa hur människans arbetsvillkor förändrats och förändras.”

de några andra innehållsbeskrivningar med potentiell systemrelevans.²⁴³ Man kunde finna länkar till vad vi i dagligt tal kallar "vatten- och avloppssystem", "energisystemet", "det globala kommunikationssystemet" respektive "elektroniska system".

Undervisningsområdet *trafik* trädde fram på ett speciellt sätt. Det hade ett systemiskt anslag och behandlades såväl inom NO- som SO-blockets kursplaner. Eleverna skulle orienteras om ett antal kommunikationssystem av skiftande slag.²⁴⁴ Med ett *ontologiskt systemspråk* talade man om dem i bestämd form singularis. NO-blockets moment inriktade undervisningen mot trafikplanering, lokala trafikproblem och trafiksäkerhetsarbete. I SO-blocket togs tekniken upp som en faktor som påverkar sin *omgivning*. Inte minst gällde detta trafikens relation till miljö och övrig samhällsplanering.²⁴⁵

Högstadiets innehållsbeskrivning för "Människans verksamhet" utgick från en relation till både den *industriella emfasen* och *det linjära fokuset*. Möjligheten att följa en råvara längs dess av väg mot allt högre grad av förädling och mervärde definierade systemet. Undervisningsexemplen kunde tas från "några vanliga industrier som berör t ex skogen och dess produkter, jordbruk och livsmedel, stålframställning, petroleum och plast".²⁴⁶

Lgr 80 – systemperspektiv och miljö

Miljöperspektivet var framträdande inom NO-blocket. De tyngsta formuleringarna fanns i ämnesblockets mål. Under den gruppering av huvudmomenten som kallas "Människans verksamhet" stod det att "Orienteringsämnen ingår i grundskolans undervisning därför att eleverna skall lära sig förstå människolivets betingelser och samspelet med omgivningen, tekniken och naturen".²⁴⁷ I första hand var det relationen mellan naturen, naturmiljön, och människans verksamhet som eleverna skulle få kunskap om. Man nämner även att eleverna skulle uppmärksammas på "den tekniska utvecklingen och om hur tekniken kan förändra vår tillvaro, på-

243 Man nämner "Vatten och reningsverk."; "Försörjning och förbrukning av energi."; "Trafikplanering och lokala trafikproblem."; "Orientering om olika kommunikationssystem."; "Datorn, dess utveckling och konsekvenser för människan och samhället."; "Elektronik, elektronik i vardagen." Enligt vad som framkommer av Yvonne Anderssons analys av Teknik på mellanstadiet, verkar mycket få av nämnda moment ha kommit upp. Huvudsakligen ägnade man tiden åt att montera stickproppar, skruva sönder apparater och laga punkteringar, Andersson, 1988.

244 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 119. Man avser med kommunikationssystem i detta fall transport-system till havs, i luften, men huvudsakligen på land.

245 Ibid., s 123, 126

246 Ibid., s 118.

247 Ibid., s 114

verka arbetsförhållanden och sysselsättning och inverka på vår miljö”.²⁴⁸ Det var alltså en enkelriktad påverkan som man hade som utgångspunkt. Med teknikens hjälp påverkar människan sin omgivning och det finns risker med denna hantering. Att det skulle föreligga en motsvarande påverkan åt andra hållet i form av villkor eller begränsningar, önskningar och behov, som skulle kunna ha inflytande på framtagandet av ny teknik eller utvecklandet av något som skulle kunna identifieras som nya tekniska system, nämndes inte.

Läroplanen innehöll också under huvudmomentet ”Naturen och människan” en mening som skulle karaktärisera högstadiets stoff: ”Ekosystemets byggnad och funktion.”.²⁴⁹ Här var naturen, som system betraktat, omtalat som vore det ett enda ekologiskt system.

I NO-blocket användes en *hållbar utvecklingsemfas* för att motivera ett kritiskt granskande och aktivt ställningstagande som mål för eleverna att uppnå. Detta skulle de göra i förhållande till ”olika problem i det tekniskt komplicerade samhälle vi lever i.”²⁵⁰ Här vill jag framhålla att *komplicerat* kan betyda att det är svårt att genomskåda eller överblicka, att det har låg konceptuell transparens. Det har inte riktigt samma innebörd som begreppet *komplex*, vilket är mer systemrelaterat och berör hur intensivt informationsutbytet är mellan de i systemet ingående komponenterna.²⁵¹ Komplexitet kan även betyda i vilken mån en eller flera komponenter har möjligheter att utbyta information med varandra, d.v.s. hur många olika kopplingar det kan anses finnas och hur intensivt och dynamiskt dessa möjligheter utnyttjas.²⁵²

Lgr 80 – sammanfattning

Det är en ambivalent bild av både teknik och naturvetenskap som framträder. Å ena sidan skulle det naturvetenskapliga orienteringsämnet kunna ses som ett tvärvetenskapligt projekt, å andra sidan reducerades Teknik till stor del till tillämpad naturvetenskap och till en kontext för naturvetenskapligt lärande.

248 Ibid., s 115

249 Ibid., s 118.

250 Ibid., s 115.

251 *Komplicerad*: invecklat sammansatt konkret el. abstrakt. *Komplex*: som består av många delar vilka hänger samman på ett svåröverskådligt sätt, (lat. comple'xus 'inneslutning', 'kringgårande'; 'innesluten', 'innefattad', 'invecklad', av comple'ctor, comple'cto 'omfatta', 'omge', 'sammanfatta', '(i sig), innefatta', 'förena' m.m.), svåröverskådligt sammansatt helhet. (NE web)

252 Boel Berner beskriver ”komplex interaktivitet” och ”täta kopplingar” och vad dessa begrepp kan tillföra för förståelsen och operationen av ett tekniskt system. Hon utgår från några exempel på när komplex teknik har slagits ut beroende på att små fel har fortplantats snabbt och oförutsett genom systemet och att detta sker med högre hastighet i ”täta” system. Se Berner, 1999, kap 4, spec s. 129 ff.

Undervisningsfokus riktades inte mot tekniska fakta, begrepp, tumregler, etablerade lösningar, processer eller förmågor. Vad eleverna förväntades lära sig var naturvetenskap av traditionell typ. Den naturvetenskapliga kulturen hade ett starkt grepp om såväl formulerings- som förklaringsföretrådet.

Systemperspektivet inom Lgr 80 var svagt. Men trots att *system* användes i en mycket begränsad omfattning i formuleringar som kan relatera till Teknik fanns här ändå gott om systemrelevanta delar.

Systemsynen inom Lgr 80 kan tolkas utifrån de formuleringar som berör både Teknikens och Biologins områden. Inom biologimomenten talade man om ekosystemet. Man kan i förstone förmoda att singularformen indikerade ett holistiskt sätt att betrakta naturen, att världen var en enda stor organism.²⁵³ Men troligare är att ekosystemet ska ses som ett funktionellt begrepp, ett redskap med vilket man kan indela den naturliga världen för att skapa en ny typ av förståelse för processer. Tolkningen blir rimlig om man beaktar att man även refererar till "landskapet" på ett liknande sätt. Man talade om "Landskapets uppbyggnad och olika naturtyper."²⁵⁴ Motsvarande intryck får man inte när man läser teknikdelarna. Där används inte det tekniska systemet som enskilt begrepp. Min läsning av kursplanetexten för de naturorienterande ämnena ger inget utrymme för att säga att systemperspektiv skulle vara ett allmänt accepterat sätt att göra omvärlden förståelig. Snarare hade ekosystemet etablerats som ett biologiskt begrepp, där flödet av näring, vatten, energi m.m. kunde analyseras och där man, till viss del, kunde avgränsa t.ex. näringskedjor och näringsvävar. För Teknikens del handlade det huvudsakligen om produktions- och transportsystem som exempel.

Bildningsemfasen *hantera vardagen* är tillsammans med *den industriella emfasen* och *den hållbara utvecklingsemfasen* de tre tydligaste inom teknikdelarna av Lgr80. Ingen av dem har däremot en särskilt stark explicit koppling till talet

om tekniska system. Kunskapsfokus låg fortfarande framför allt på artefakt eller komponentnivå, vilket påverkade bildningsemfasernas formering. I målen för NO-blocket stod det att eleverna skulle: "Känna till hur vanliga tekniska hjälpmedel är konstruerade och praktiskt lära sig hur man använder dem."²⁵⁵

253 Jämför de tankar som finns om holistiska världssystem i t.ex. Bateson, m.fl., 1998.

254 Man kan jämföra med hur man använder termen "landskapet" inom de samhällsorienterande ämnenas huvudmoment för mellanstadiet. Där lyder formuleringarna "Landskapet: Exempel på krafter som formar jordytan." respektive "Människan och landskapet: Bondelandskap och stadslandskap förr och nu. Hur landskapet förändras genom industrialisering och urbanisering.". Skolöverstyrelsen, 1980, s 123.

255 Ibid., s 115.

Och när det gällde möjligheten att behandla tekniska system i kontexter utanför skolan, alternativt samma kontexter på ett sätt som låter sig göras inom skolans väggar, gavs detta i det närmaste inget utrymme. På kursplanenivå hade diskursen om Teknikens relation till arbetslivet en svag roll i *talet om system*, även om den var en stark del av den allmänna Teknikdiskursen.

En *hållbar utvecklingsemfas* användes för att motivera teknikens roll som naturvetenskaplig kontext för miljöfrågor. Talet om tekniska system begränsades till undervisningsfokus där *tillverkningsprocesser* och teknikundervisningens interaktion med det omgivande samhällets producerande industrier var det centrala. Synen på teknik – och därmed också på innehållet i Teknik – dominerades av att teknisk verksamhet kopplades till människans tillverkning av tekniska produkter och att dessa produkter påverkade miljön, vårt sätt att leva och organisera samhälle och näringsliv. I några fall ser man en antydning till att teknik skulle kunna vara ett kunskapsfält som hanterar frågor om mer *komplexa* tekniska strukturer av typen *system*, men det systemiska i detta är svagt framskrivet.

Det går även att finna en *medborgerlig* bildningsemfas med antydning till en kritisk dimension representerad i kursplanernas målformuleringar. Det var inte bara den upplyste medborgaren man strävade efter att bilda. Man angav ett handlingsinriktat motiv i det att eleverna skulle kunna ta ställning. För NO-ämnena pekade man på den konstruerade världens *komplexitet*:

Eleverna ska få kunskaper om den tekniska utvecklingen och om hur tekniken kan förändra vår tillvaro, påverka arbetsförhållanden och sysselsättning och inverka på vår miljö. Därigenom skall de få bättre förutsättningar att förstå, kritiskt granska och aktivt ta ställning till olika problem i det tekniskt komplicerade samhälle vi lever i.²⁵⁶

Läroplanen hade på ett tematiserande sätt moment från olika kunskapsfält distribuerade in i varandra. Även om inte SO-blockets huvudmoment på samma sätt som NO-blocket pekade åt de tekniska systemen, kan man ändå se en korsbefruktnings av en *medborgerlig bildningsemfas* där undervisning om tekniska system skulle kunna komma eleven till del oavsett i vilket ämne eller tema som teknik togs upp ur ett systemiskt perspektiv. Enligt Tomas Englund präglades denna period av en starkt demokratisk utbildningskonception som grundade sig i en huvudsakligen participativ demokratiuppfattning och ett vidgat jämlikhetsbegrepp som satte medborgarinflytande i såväl samhälle som

256 Ibid., s 115. Även SO-ämnena hade med liknande argument i sina målformuleringar:

”Skolans samhällsorientering har ett särskilt ansvar för att fostra eleverna till medborgare i ett demokratiskt samhälle.[...]Eleverna bör vidare göras medvetna om att det varit och är möjligt att ändra rådande förhållanden.”, s 119, 120

arbetsliv i centrum.²⁵⁷ Med detta i åtanke är det kanske inte förvånande att de tekniska aspekterna av vad det innebär att vara en medveten individ i ett allt mer teknifierat samhälle lyftes fram även på kursplanenivå. Östman, å sin sida, finner inga spår av en demokratisk konception inom NO-ämnena Fysik, Kemi respektive Biologi, varken i periodens läromedel eller inom Lgr 80.²⁵⁸ En svagt framskymtande teknikhistorisk bildningsemfas kunde också skönjas inom Lgr 80. Kursplaneförfattarna lade vikt vid att det var utifrån kunskaper om den teknikhistoriska utvecklingen som en förståelse för det systemiska tekniska samhället skulle etableras hos eleverna. Av de *undervisningsfokus* som rör talet om tekniska system är *det system som en samling komponenter, växelverkan med omgivningen* – framför allt i bemärkelsen enkelriktad påverkan från tekniken till omgivningen, samt den linjära varianten av *komponenternas samband* man finner.

Sättet att tala om tekniska system var både svagt och vagt inom Lgr 80. Inga spår av t.ex. styr- och reglertermer, eller något från det allt mer avancerande tele- och datasystems-fältet går att finna. I den mån man talade om tekniska system gjorde man det på ett sätt där intrycket var att ”systemen fanns”, att de hade en gestalt, en struktur som kunde tas för given och överenskommen till sitt innehåll. *Miljöspråkets* biocentriska syn dominerar relationen till den komplexa tekniken och dess växelverkan med sin omgivning.

Kommentarmaterialet till Lgr 80

Ännu så länge har min beskrivning av talet om system på formuleringsarenan mest fokuserat sig på den relativa frånvaron av systemfokus, systemspråk och systememfaser och på de hinder jag menar har funnits för att införliva mer tydliga inslag av systemundervisning i undervisningen, även om öppningar har funnits. Under slutet av 1980-talet skedde några förändringar i *talet om system* på formuleringsarenan. System började allt mer användas som en ny tankefigur för ett sätt att undersöka världen och att fundera över densamma.

År 1991 publicerade Skolöverstyrelsen kommentarmaterialet *Om undervisningen i orienteringsämnena*.²⁵⁹ Detta hade inte samma auktoritativa potens som kursplanen, men det räknades som en del av läroplanen.²⁶⁰ Kommentarmate-

257 Englund, 2005, s 317. Enligt Englund var det framför allt en normativ demokratidefinition som fördes fram, men han påpekar också att det fanns andra definitioner än den participativa som diskuterades, t.ex. en mer funktionalistisk.

258 Östman, 1995, s 174.

259 Utgångspunkten för materialet var inte att ”vara en handbok i konsten att undervisa i åtta ämnen”, snarare syftade materialet till att läsaren skulle få stöd i att genomföra en analys av den egna verksamheten på skolan så att den kunde utvecklas. Skolöverstyrelsen, 1991, s 7.

260 I bemärkelsen ”Allmänt råd”.

rialet har jag ansett som en viktig inlaga på formuleringsarenan där talet om system i teknikundervisningen formeras.

Kommentarmaterialets behandling av systembegreppet

Tre passager i kommentarmaterialet var centrala för hur systemsynen presenterades. För det första presenterades en systemdefinition. Inramningen var dock naturvetenskaplig i sin språkliga ton.

För att ha möjlighet att tolka skeenden måste vi avgränsa en del av universum. Vi skaffar oss ett *system*. Systembegreppet används i diverse sammanhang och har kommit in i vårt vardagsspråk: kontorssystemet, elektriska system osv. Det gemensamma för olika system är att de betecknar en avgränsad helhet vars delar på något sätt står i relation till varandra. I ett elektriskt system ingår kanske batteri, ledningstråd och lampa. Delarna i ett system kallas delsystem. Systembegreppet är användbart för att ringa in ett problem. Förklaringar till vad som sker vid förändringar ska man finna inom systemet – annars har man definierat systemet fel.²⁶¹

Att ”avgränsa en del av universum” för snarare tankarna till klassisk fysik än till något som har med den konstruerade världen att göra. Vi ser ett *epistemologiskt systemspråk* i hur avsnittet tar upp gränsdragningsproblematiken. Systemet bör definieras. Man pekade på *hierarkiska* nivåer och använde sig av begreppet *delsystem*, men nämnde inte det mer tekniskt präglade begreppet *komponent*.

För det andra byggdes ett teoretiskt ramverk upp där *system* ingick tillsammans begreppen *växelverkan* och *variabel* (och, när det gäller miljö, begreppet *miljöfaktor*). Även här framgick ett naturvetenskapligt företräde tydligt i beskrivningen.

Eleverna kan inom ramen för begreppen system, växelverkan och tecken på växelverkan experimentellt få erfarenhet av betingelser för olika typer av växelverkan, t ex elektrisk, mekanisk och kemisk.

I enlighet med en grundläggande tes i modern naturvetenskap – att naturvetenskapliga experiment är reproducerbara – kommer två försök att ha samma resultat om de experimentella omständigheterna är lika.²⁶²

För det tredje visade man genom ett antal exempel hur begreppen kunde användas. Växelverkan kunde observeras när en bok faller sönder i en bokhylla eller när havets klippor nöts ner. Variablernas funktion framgick av ett exempel

261 Skolöverstyrelsen, 1991 s 121. Kursiv i original.

262 Ibid., s 122.

där man tänkte sig observera rostangreppen hos två bilar under varierande omständigheter:

Man kan få information om rostningens natur genom att ändra variablerna – men en i sänder. Annars går det inte att dra några slutsatser om orsak och verkan.²⁶³

De undervisningsfokus som står ut i textdelarna ovan handlar om *storlek/komplexitet* respektive *relation mellan komponenter*. Exemplet med det elektriska systemet pekar inte mot ett system med något större mått av komplexitet, utan för mer tankarna till ett litet och enkelt tekniskt system.

Teknikens relation till andra ämnen

Infogningen av Teknik i det naturorienterande ämnesblocket verkade drygt tio år efter Lgr 80 fortfarande ha haft svårt att nå acceptans. Ett tecken på detta är att kommentarmaterialet i särskild ordning behandlade Teknik på sina sista tretton sidor. Inget annat av de övriga sju orienteringsämnena gavs motsvarande uppmärksamhet. Sättet på vilket Teknik problematiserades dominerades av teknikens relation till naturvetenskapen. Den inledande delen hade just rubriken ”Teknik och naturvetenskap”. Avsnittet och delar av det som följde har beröring med den *systemsyn* som kommentarmaterialet grundar sig på.

Först konstaterades att en vanligt använd definition av teknik, som tillämpad naturvetenskap, ger en alltför snäv bild. Därpå gav man sin egen teknikdefinition:

Teknik måste i stället ses som det samlade begreppet för de metoder människan har använt och använder för att förbättra sina livsvillkor.²⁶⁴

Nästan direkt efteråt tog man upp historiska belägg för att människan även har engagerat sig i projekt av mer tekniskt *komplexa* slag. Här framställdes tekniken, precis som inom kursplanen, som en estrad för naturvetenskap och – i det här fallet – även matematik. Grunden för den tekniska utvecklingen menade man stod att finna i naturvetenskapen. Man påpekade:

Man kan också i historisk tid peka på tekniska lösningar av större format där snarare matematiken än det vi idag menar med naturvetenskap haft en

263 Ibid., s 122. Man kan säga att detta byggde på den traditionellt kausala orsak/verkan-tanke som man finner inom t.ex. fysiken och inte på den mer ”cybernetiska” modellen, där varje del av systemet kan utgöra utgångspunkt för såväl orsak som verkan. Se t.ex. Öquist, 1983, s 12, eller von Bertalanffy, 1973, s 46.

264 Skolöverstyrelsen, 1991, s 142.

avgörande betydelse för resultatet. Under de senaste hundra åren har emellertid tekniken utvecklats med en hastighet som inte varit möjlig utan de samlade kunskaper som naturvetenskaperna byggt upp.²⁶⁵

Vad som egentligen avsågs med ”tekniska lösningar av större format” blev inte klarlagt, men man kan av läsningen av hela kommentarmaterialet sluta sig till att det rörde sig om infrastrukturella system av typen energi- eller trafiksystem. Tekniken uppfattades inte på ett tydligt sätt som ett kunskapsområde på sina egna grunder, trots att man påpekade att tekniska ”lösningar på praktiska och teoretiska problem har funnits så länge människan funnits på jorden”.²⁶⁶ Teknikens kunskapsmassa sammanfattades genom begreppet *beprovad erfarenhet* och den lokale bysmeden lyftes fram som den tekniske kunskapsarketypen. Att naturvetenskapen tilldelades den här typen av förklaringsanspråk i förhållande till tekniska lösningar på människors behov och önskningar modererades något i en senare passage. Där konstaterade man att naturvetenskapen inte kan förklara riktigt allt, men att:

Numera kan de flesta tekniska lösningar eller delar av tekniska lösningar härledas ur naturvetenskaplig kunskap i en eller annan form.²⁶⁷

Om man med det avsåg att kunskaper om krafter kan förklara varför romarna valde valvet som den tekniska lösningen för sina broar, eller om man avsåg att det går att applicera kraftbegreppet på en valvbro och göra en beräkning av hur krafterna fördelar sig i brons olika delar och ner i fundamentet för att pröva kraftteorin på en teknisk artefakt, är oklart. Med de naturvetenskapliga lagarnas generaliserbarhetskrav är det rimligare att tro att det är det sistnämnda som borde stå i förgrunden, än att förklaringsanspråket även skulle inkludera brons funktion, placering, höjd, eventuella utsmyckning eller kostnadsoptimering.

Synen på förhållandet mellan teknik och naturvetenskap påverkade hur man pekade ut innehållet. All undervisning i NO-blocket skulle ta sin utgångspunkt i teknik och ekologi. Timplanens för Teknik avsatta två stadiieveckotimmar på högstadiet skulle i förslaget tolkas som att de gick att utvidga till att omfatta alla femton timmar. Att Teknik inte, till skillnad från de andra tre ämnena inom NO-blocket, räknades med såsom rymmandes en vederhäftig kunskapsmassa framgick av hur man uttrycker det inom avsnittet ”Tekniken och skolan”:

265 Ibid., s 142.

266 Ibid., s 142.

267 Ibid., s 142.

Undervisningen skulle då som nu hämta en stor del av sin kunskap från ämnena fysik, kemi och biologi, men dessa skulle i mindre grad styra undervisningens uppläggning.²⁶⁸

Teknikens och den, förmodligen, handlingsinriktade ekologin, skulle alltså stå för undervisningens utgångspunkter. Därefter skulle de naturvetenskapliga ämnenas kunskaper appliceras för att eleverna skulle lära sig de principer som låg bakom. En möjlig tolkning av detta är att undervisningsfokus förskjuts från tekniskt relaterade problem, begrepp eller förmågor, till förmån för naturvetenskapliga diton. Man kan ställa sig frågan hur författarna i arbetsgruppen stod i frågan om skillnaden mellan naturvetenskap som kunskapsfält och naturvetenskap som orienteringsämne inom skolan. Vid läsningen av kommentarmaterialets avsnitt "Begrepp och begreppsstrukturer i no" stärks jag i min uppfattning att det var naturvetenskap i betydelsen fysik, kemi och biologi som avsågs.²⁶⁹ Man påpekade att man i kommentarmaterialet bytte ut namnet "den naturvetenskapliga lektionssalen" mot "laboratoriet" för att fortsättningsvis använda det i denna textavdelning, och framhöll att

Där kan man renodla och förenkla, undersöka en variabel i taget, påbörja begreppsbildningen i tillrättalagda situationer. Sedan tar man steget ut i omvärlden och använder begreppen. Så kan man gradvis öka sin förståelse för naturen, tekniken och samhället.²⁷⁰

Reproduktionen av den naturvetenskapliga kulturen är starkt normerande och lyfts fram som en idealbild, där laboratoriet är den miljö där kunskap (re-)produceras. "Ämnesläraren är genom sin träning hemtam i laboratoriet. Där trivs han eller hon, och trivsel är något som kan smitta av sig."²⁷¹

Men i rättvisans namn skall sägas att författarna även skrev att man kunde utgå från verkligheten för att ta med den och företeelser från vardagslivet in i laboratoriet.

Som jag tidigare skrivit hade den laboriebaserade undervisningen och det därmed förknippade arbetssättet djupa rötter. Teknik- och vetenskapshistorikern Thomas Kaiserfeld hittar och beskriver rottrådar tillbaka till tidigt 1900-tal i sin text *Laboratoriets didaktik: fysikern på läroverken i början av 1900-talet*.²⁷²

268 Ibid. s 148.

269 Jämför Hultén, 2008b.

270 Skolöverstyrelsen, 1991, s 115.

271 Ibid., s 116.

272 Kaiserfeld, 1999.

Kommentarmaterialet skänkte både problemformulerings- och förklaringsföreträde till naturvetenskapen. Man tog t.ex. upp den ”den slutna kretsen” som ett naturvetenskapligt begrepp och påpekade att den inte bara finns ”i laboratoriets kopplingar, utan också på många ställen i vardagen, t ex i strykjärnet, brödrosten och den elektriska gaständaren.” I den följande meningen rörde man sig ut mot större *komplexa system* genom att exemplifiera med det reglertekniska problemet att få bilförare att ta på sig bältet:

Då summertonen i bilen slutar ljuda, så har bilåkaren brutit en krets genom att koppla in säkerhetsbältet.

Efter hand kan naturvetenskapliga grundbegrepp tillämpas vid studier av komplexare system i omvärlden. Det kan gälla tematiska studier av arbetsmiljö, energifrågor, hälsofrågor etc, liksom teknologiska fallstudier.²⁷³

Att den slutna kretsens princip ligger till grund för tekniska uppfinningar med enkla – och åtminstone strykjärnets och brödrostens fall – reglerade strömkretsar med *återkoppling*, känns naturligt. På vilket sätt den slutna kretsen skulle kunna förklara uppkomsten av eller ses som en tillämpning som ligger till grund för *komplexa system*, blir inte tydligt. Författarna uttrycker dock att det även i *komplexa tekniska system* kan vara möjligt att finna slutna kretsar, vilket naturligtvis är ett rimligt antagande – om än inte särskilt upphetsande.

Kommentarmaterialet använde också ett ganska stort utrymme (tolv sidor) åt ett utvärderat undervisningsexempel där en lärare beskriver hur man på den lokala skolan hade arbetat tematiskt mellan NO- och SO-blocken kring temat *Energi*. Oljekrisen 1973 var fortfarande i nära minne, liksom kärnkraftsomröstningen 1980. Båda dessa märks i texten. Målsättningen för undervisningen var att ”göra eleverna medvetna om människans ansvar för sin och kommande generationers livsmiljö”, erbjuda kunskaper om ”den tekniska utvecklingen” samt hur denna ”påverkar vår tillvaro och miljö”.²⁷⁴ I de fyra tankekartor som läraren redovisade från klassrumsarbetet fanns uttryck som ”miljöproblem”, ”avfall/soptipp” respektive ”reningsanordningar för rökgaser” med varsin gång. Dessa var tydliga övergripande signaler om att det fanns en koppling mellan energi- och resursanvändning och tekniska frågeställningar. Andra saker som togs med var till exempel energibesparande åtgärder (fr.a. i hushållen), energianvändningens relation till levnadsstandarden, kärnkraftsomröstningen, råvarutillgångar, energikostnader. I övrigt kretsade temat

²⁷³ Skolöverstyrelsen, 1991, s 116.

²⁷⁴ Ibid., s 137. Målen formulerade efter NO-blockets kursplan inom Lgr80.

runt mer naturvetenskapligt renodlade fenomen, som energikvalitet (i meningen att el har högst exergivärde), övergång mellan energiformer, energiomställning och fysikaliskt arbete. Beskrivningen fokuserade alltså huvudsakligen på energins *flöde* och problematiserade i viss utsträckning även energiomsättningens relation till miljöeffekter.²⁷⁵ Elproduktion fick stort utrymme och man behandlade flera av komponenterna i det produktionssystemet. Även oljebaserad värmeproduktion berördes. För årskurs 8 skrev man:

I samband med eltillförsel tog vi upp *tekniska principer* för turbin, generator, kraftledning, vattenkraft, kärnkraft, mottryckskraft, vindkraft, solkraft (solceller) och skillnaden mellan kraftverk, kraftvärmeverk, värmekraftverk och värmeverk. Värmepumpen behandlades också. Vi började prata om *kärnbränslets väg* från gruva till avfallslager.²⁷⁶

Kärnbränslets väg, beskrevs som en *linjär* process – från gruva till lager. Varför ska man låta eleverna betrakta energins flöde genom systemet? Ur ett tekniskt systemperspektiv skulle energisystemets mål, dess funktion, kunna vara just att skifta form på energin och att leverera energi i form av el (eller värme) ut till kunder. *Hur systemets komponenter* förhåller sig till varandra när flödet av energi passerar genom det definierade systemet och hur systemet skulle kunna styras, kunde vara det intressanta att studera ur t.ex. ett reglertekniskt perspektiv eller ur ett teknikhistoriskt utvecklingsperspektiv. För detta behövs kännedom om systemets komponenter och om den information som samtidigt rör sig i systemet. Men *att* energin i systemet skiftar form och att den gör det mellan ett antal definierade energiformer kan snarare sägas ligga i den fysikaliska undervisningens huvudfåra, än i den tekniska.

I exemplet utgjordes de teknikrelaterade momenten bland annat av att man behandlade risker i energiproduktionen. Detta handlade i förstone inte om risker med utsläpp av koldioxid eller kärnkraftsläckor, utan berörde vad som händer ifall vi får ett "långvarigt elavbrott vid en kris eller i ett krig".²⁷⁷ Egentligen behandlades inte frågan om hur man skulle kunna identifiera ett eller flera energisystem. Det var på komponentnivå man befann sig. Intresset för värmepumpar och solceller skulle jag förmoda mer rör sig på "carnotprocessnivå" respektive "fotoelektrisk effektnivå". I gränslandet mot SO-ämnena talades det om energipolitiska frågor, energifram-

275 I ett annat exempel avgränsas en bågskytte som ett system i syfte att studera energiövergångar. Man belyste *flödet* av energi ända från solen till pilen, men brydde sig inte om systemets tekniska funktion eller beroendet mellan komponenterna. Energi användes som ett "förklaringsbegrepp" utan syfte att förklara något tekniskt. Ibid., s 122.

276 Ibid., s 133. Kursiv i original.

277 Ibid., s 133.

tid, globala energifrågor av typen I-land/U-land etc. Ett stort tema kring ”Kärnkraft – kärnvapen, krig och fred” hade även genomförts i årskurs 9. Där belyste man bland annat problematiken att kärnkraft kan vara en källa till kärnvapen.²⁷⁸

Kommentarmaterialet avslutades med en text som återigen visade synen på teknikens relation till naturvetenskapen. Texten berörde hur man kunde tänkas arbeta med energitemat i skolans tidigare år.

Om jag vill ta upp ett begrepp som energi och friktion är det för mig som lärare egentligen helt ointressant vad barnen bygger. Jag vet ju att ingenting kan ske utan energiomvandling eller friktion. Det vore dumt av mig att få alla elever att dra konstiga klossar uppför ett lutande plan för att visa friktion. Det finns närmare eleven än så.²⁷⁹

Vad jag vill belysa ur ett tekniskt och systemdidaktiskt perspektiv är inställningen att det inte hade någon betydelse vad eleverna byggde. Kunskapsfokuset ligger helt på den naturvetenskapliga sidan av energitemat. Från en teknisk horisont vore det intressantare att se vilka saker man kunde bygga (och har byggt) *trots* att det finns friktion och *trots* att energi omvandlas vad vi än förete oss. Ofta är det tekniska problemet snarare att hitta sätt att övervinna friktion på ett optimalt sätt. På detta har människan funnit flera bra lösningar. Dessutom låg undervisningsfokuset på hur energi omvandlades på en artefaktnivå och berörde inte något mer komplext energisystem.

Med en *teknikhistoriska* *emfas* sattes de enkla maskinerna i centrum för ett stationslaborationsprojekt i årskurs 7:

Vi kom också in på energi och teknikutveckling och gjorde en laboration ”Sex enkla maskiner”, där eleverna på 15 stationer löste olika problem. En hembyggd väderkvarn i papp och skolans ångmaskin belyste historien.²⁸⁰

Ett antagande är att syftet med de problemen som avsågs snarare var att visa på beräkningar av fysikaliskt arbete vid transport längs ett lutande plan och om att ”återupptäcka” hävstångslagen, än att fundera över vilka tekniska problem som har lösts och ännu löses av kilen, blocket, taljan, skruven och hjulet. Eller vilka roller de kan spela som komponenter i t.ex. ett energiproduktionssystem.

I ett särskilt utgivet handledningsmaterial, ”Skolan och trafiken”, föreslogs ett undervisningsinnehåll för både NO- och SO-blocket.²⁸¹ Kunskap om olika

278 Ibid., s 139.

279 Ibid., s 150.

280 Ibid., s 132.

281 Trafikundervisning har en lång historia i svensk skola, ända tillbaka till 1920-talet. Skolöverstyrelsen, 1983, s 35 ff.

kommunikationssystem ingick i huvudmomentens stoff i kursplanen, men i handledningsmaterialet var fokuset nästan helt riktat mot bilismen och dess möten med cyklister och gångtrafikanter, inte minst elever. På ett tydligare sätt än inom kursplanen för NO-blocket lyfte man här fram bilismens inverkan på miljön, människan och kulturlandskapet. System nämns inte explicit, men man finner flera formuleringar som relaterar till de *systems signifikanter* jag använt vid läsningen. Författarna framhöll följande argument för trafikundervisningen:

Biltrafikens utveckling har under 1900-talet mycket starkt påverkat samhällsplaneringen. Planeringen av den fysiska miljön tas främst upp i samhällsorienterande ämnen (SO) och i bild. Det är alltså här som eleverna ska ges möjlighet att värdera och bearbeta trafikmiljön, arbeta fram alternativa lösningar på trafikproblemen och lära sig se vad olika miljöer kan innebära för trafiksäkerhetsproblem.

Inom SO-ämnena ska eleverna också få kunskap om den förändrande kraft som ligger i att människor går samman för att lösa gemensamma problem. Ett sådant problem är trafiken i barn- och ungdomsmiljöerna och de risker den alstrar.²⁸²

Det var alltså SO-ämnena och bildämnet som skulle behandla de teknikrelaterade problemen med att förändra en stads infrastruktur med avseende på trafiklösningar, medan det föll på NO-blockets ämnen att hantera

[...] hur bilindustrin samt förbränning av olja och bensen påverkar jordens ändliga resurser. I samband med denna undervisning kan eleverna arbeta med förslag på alternativa sätt att lösa denna energi- och resursförbrukning. Ett annat viktigt led i trafikundervisningen är att se hur motorleder, avgaser och buller påverkar natur och människor.²⁸³

Handledningsmaterialet hade även avsnitt som behandlade kommunalt trafiksäkerhetsarbete och de nämnder som kan tänkas vara inblandat i trafikfrågorna under kommunstyrelsen. Att det kan finnas konflikter mellan trafikintressen och naturvårdande intressen nämnde man också.

Kommentarmaterialet – sammanfattning

Bildningsemfasen *hållbar utveckling* är stark och riktad mot att lösa problemen med energi- och transportsystemen. De undervisningsfokus som framträder vid läsningen rör framför allt *systemens växelverkan med omgivningen*, oftast fram-

282 Ibid., s 69.

283 Ibid., s 70.

ställd med den *enkelriktade* modell som tidigare presenterats där det *tekniska systemet* påverkar omgivningen. Samtidigt lyftes en icke-deterministisk hållning till teknikutveckling fram. Man menade att det finns en möjlighet för människor att lösa även komplexa tekniska problem – om man går samman. Jag finner alltså här en något tydligare framskrivning av en *medborgerlig bildningsemfas* med avseende på *tekniska system*, än det gick att finna inom kursplanerna.

Även undervisningsfokuset *relationen mellan komponenterna* används genom den *linjära synen* på *produktionssystem*, liksom *system som en samling komponenter* framför allt representerad av beskrivningarna av energisystemens kraftverk. Undervisningsfokuset *storlek/komplexitet* antyds i samband med ett mer *epistemologiskt* anslag i systemspråket.

Trots att kommentarmaterialet introducerar system som begrepp ges naturvetenskapen på flera sätt fortfarande företräde. Därigenom *hindras* en användning av systembegreppet där tekniska systemen och frågor kring dem skulle kunna hamna i centrum.

Betänkandet SOU 1992:94: Skola för bildning – talet om system förstärks

Talet om undervisning om *tekniska system* förändrades dramatiskt i och med förarbetet till den senaste stora läroplansreformen, Lpo 94, genom förslaget från Läroplanskommitténs betänkande *Skola för bildning*.²⁸⁴ För det första ser man här hur teknikens kunskapskultur får en helt annan roll än i tidigare läroplan och man förtydligar:

Teknik har visserligen funnits i Lgr 80 inom de naturorienterande ämnena, men med en annan inriktning. Bakgrunden till vårt förslag är dels att teknik är en egen kunskapskultur av stor betydelse, dels att den som kunskapsområde kan ge ett sammanhang för vissa aspekter av miljöfrågorna.²⁸⁵

Det nya ämne som kommittén föreslog gav man namnet ”Teknik och miljö”. I de skrivningar som kommittén gjorde framträdde ”Teknik och miljö” snarare som ett teknikämne med ansvar för delar av de miljörelaterade frågorna, än som ett nytt skolämne i traditionell mening.²⁸⁶ Vad som i den akademiska världen

284 Jag nöjer mig med att här nämna den läroplan som antogs för grundskolan.

285 Läroplanskommittén, 1992, s 251 f.

286 Remissinstanserna var övervägande positiva till att miljöfrågorna uppmärksammades. Däremot var flera tveksamma till innehållets placering i ett ”eget ämne” och med så stark koppling till Teknik. Skulle det organiseras så, borde samverkan med andra ämnen uttalat anmodas i kursplanen, menade flera. Några remissinstanser framhöll att samhälls- respektive naturvetenskaperna utgjorde bättre utgångspunkter och en instans påpekade särskilt att det var viktigt att ”teknik

idag har etablerats som "Miljövetenskap" i olika formationer och benämningar hade vid tiden för kommitténs betänkande inte styrka nog att etablera sig som ett skolämne. I stället fick det bli ett av flera viktiga perspektiv i kursplanerna. Kommitténs betänkande var i detta ett steg tillbaka till en förhållandevis disciplintrogen struktur, där ett uppenbarligen tvärvetenskapligt projekt som miljövetenskap inte riktigt passade in. Erkännandet, om man får kalla det så, för en bred teknisk kunskapskultur, var i den aspekten en innovation i svenskt läroplansarbete. Så långt hade ingen läroplan tidigare gått.

Synen på teknik som en egen *kunskapskultur*, var en väsentlig skärpning mot den roll teknikämnet spelade i Lgr 80. Där betraktades ämnet snarare som en integrerad del av naturvetenskaperna, med en del av sitt innehåll distribuerat även inom SO-blocket och med vissa kopplingar till slöjdtraditionen och till Hemkunskapen. Under rubriken "Vad innebär teknik och miljö?" i betänkandet förtydligades Teknikens förhållande till teknikens kunskapskultur och till de akademiska disciplinerna:

Teknik är ett kunskapsområde i grundskolan, men inte en akademisk disciplin. Det finns därför inga etablerade kunskapsstrukturer på samma sätt som när det gäller fysik, kemi och biologi. Teknik som kunskapsområde är enormt.²⁸⁷

Naturvetenskaperna fick här agera vetenskapliga "role models" på ett sätt som för tankarna till CP Snows "De två kulturerna".²⁸⁸ Å andra sidan gjorde man i betänkandet en kraftfull markering mot den syn på teknik som dominerade Lgr 80:

Teknikens roll och inriktning har i detta förslag omprövats. Teknik uppfattas inte längre som undersökande arbetssätt eller tillämpad naturvetenskap utan som ett självständigt kunskapsområde med betydande inslag av praktisk erfarenhet och hantverkskunnande. Tekniken definieras i förslaget som "människans metoder att tillfredsställa vissa önskingar och behov genom att tillverka och använda fysiska föremål".²⁸⁹

Teknik ansågs inte längre som enbart en metod, men kunskapsområdets bildningsmassa sågs ändå utgöras av huvudsakligen praktisk erfarenhet och hant-

och miljö får en sådan utformning att det konsekvent stödjer naturvetenskaperna och blir en tillämpning av dem". Regeringen, 1993, bilaga till regeringens propositioner 1992/93:220 och 1992/93:250, s 47, stavfel i original.

287 Läroplanskommittén, 1992, s 253. Jämför skolämnena Geografi eller Samhällskunskap.

288 Snow, 1961.

289 Läroplanskommittén, 1992, s 252.

verkskunnande, vilket liknade hur kommentarmaterialet inom Lgr80 beskrev smeden som den tekniske arketypen. Dennes tysta kunskap och erfarenhet relaterar snarare tillbaka till artefaktnivån, än till systemnivån. Hantverkskunnandet förknippas därmed inte med förståelse och möjligheter till handling i förhållande till komplexa tekniska system.

Betänkandets framspringande systemsyn

På ett för *talet om system* väsentligt sätt hade det skett en förändring i den auktoritativa teknikdiskursen på formuleringsarenan. Där läroplanstexten fokus inom Lgr 80 och dess kommentarmaterial mer befann sig på artefakt- än på systemnivå och uttryckte att det som kvalificerade teknik som ett intressant kunskapsfält och Teknik som ett skolämne, var att ”människan omger sig med allt fler tekniska hjälpmedel.”, så pekade man i kommitténs betänkande i två formuleringar på ett omvänt sätt för ett systemrelaterande kunskapsinnehåll.²⁹⁰ Båda passagera gjorde poäng av att tekniken har en stark koppling till människans behov och vår förmåga att utveckla och använda föremål och tekniska metoder. Man skrev under rubriken ”Teknik”: ”Teknik kan därför inte reduceras till att omfatta ett intresse för det tekniska föremålet i sig och isolerat.”²⁹¹ Efter den drygt en sida långa inledande kommentaren hade man tidigare preciserat ”Ämnets syfte och roll”. Den första meningen där lød:

Teknik som kunskapsområde framstår som allt väsentligare i grundskolan, inte minst för att en stor och viktig del av omvärlden numera utgörs av tekniska system.²⁹²

Å andra sidan är det inte helt lätt att avgöra vad man i beredningens text avser med *tekniska system*. Jämför man detta textutsnitt med motsvarande argumentation i Lgr 80, finner man dock att det hade skett en förändring i synen på teknikens effekter på människan och samhället, samt på vad som är den moderna tekniska förändringens särart.

Man uttryckte att utvecklingen har pågått på ett sådant sätt att människan i sin omvärld numera är än mer omgärdad av *tekniska system*. Användningen av begreppet *tekniska system* skedde fortfarande på ett sätt som för tankarna till en något mer komplex konstruerad produkt eller att världen redan består av ett antal fördefinierade och överenskomna system, som vi rör oss i och emellan. Talet om tekniska system i denna form bygger på att de ses som materiella enheter

290 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 16.

291 Läroplanskommittén, 1992, s 253, jämför med snarlik formulering i näst sista stycket s 252.

292 Ibid., s 253. I Lgr 80 använder man också ”teknik” som en sammanfattande term för människans tekniska verksamhet, det hon använder för att tillfredsställa sina önskningar och behov.

med oproblematiserad gränsdragning, *som om de fanns*. Detta är ett exempel på vad jag kallar ett *ontologiskt systemspråk*.

Genom detta skifte i synen på teknik – från ett artefaktdominerat till ett som mycket tydligare öppnar upp för systemiska överväganden – skiljde sig betänkandet på ett väsentligt sätt från den gällande kursplanen för Teknik inom Lgr 80. *Talet om system* hade fått en helt ny dimension.

Systemen och MTSN

I betänkandet nämndes också att undervisningen måste intressera sig för relationen mellan människa-teknik-samhälle-natur (MTSN) som en av grunderna för ämnet. Syftet var att relationen mellan de fyra delarna skulle berika behandlingen av miljöfrågorna.

För att förstå av människan skapade miljöproblem och åtgärda dem behöver man alltså beakta hela systemet ”natur – teknik – människa – samhälle”²⁹³

I beredningens arbete återfinns det undervisningsfokus jag kallat *växelverkan med omgivningen*, här i den enkelriktade form som fokuserar på den påverkan människans tekniska verksamhet har på (den naturliga) miljön. Riktigt så enkelspårigt som i Lgr 80 var det dock inte, utan här hade en förändring skett. Nu lyftes även ”de möjligheter och villkor som den tekniska utvecklingen erbjuder eller framtingat” fram, samt att ”Samhället påverkar självfallet också teknikutvecklingen. Ett exempel är lagstiftningen på miljöområdet.”²⁹⁴ Man framhöll också att samspel liknande dessa skulle kunna vara intressanta områden att behandla i skolans teknikundervisning.

Relaterar man detta till mina *systemsifikanter* kan man säga att analysen och en eventuell styrning av ett identifierat och avgränsat system är beroende av att det finns en förhållandevis stabil *omgivning* att förhålla sig till. Omgivningen sätter villkor, bidrar med flöden av energi, materia och information in och genom systemet. Samhällets lagar och regelverk är på samma sätt som en konsumentopinion, geografiska förhållanden och en redan etablerad infrastruktur exempel på sådant som ofta kan anses ingå i en omgivning till ett system, men inte på ett sådant att systemet själv har kontroll över de förhållandena. Systemet påverkar och påverkas av sin omgivning.

I citatet ovan visade man på en liknande förståelse för systemtanken. Ofta har systemen setts som de som påverkar omgivningen i en enkelriktad rörelse. Omgivningen har då huvudsakligen ansetts vara den ”gröna” miljön – naturen.

293 Ibid., s 256.

294 Ibid., s 255.

Förhållandevis vanligt är att tekniken beskrivs som en faktor som påverkar människan och hennes samhällen. Inte minst i ett utvecklingshistoriskt perspektiv. Däremot tar man relativt sällan upp hur den konstruerade världen i sig kan tänkas påverka vidare teknikutveckling och tillväxten av tekniska system.

På en punkt lyftes dock frågan om systemens, teknikens, växelverkan med omgivningen fram i nytt ljus i betänkandets texter. Författarna tog avstamp i miljöfrågorna och påpekade: ”Tekniken samspelar alltså med sin omgivning”. Här visade man i texten att de sätt som människan använder sig av olika resurser – energi, materia (men man utelämnar information) – görs i samspel med de resurser som människan själv besitter i form av ”kunskap, arbetskraft och nyfikenhet”.²⁹⁵ Man visade därigenom en ny bild av undervisningsfokuset *växelverkan med omgivningen*, en bild som tidigare varit svagt behandlad och belyst. Detta, menade man, var en väsentlig del av det synsätt som man ville skulle känneteckna tekniken. I betänkandet illustrerade man detta med en figur:²⁹⁶

Fig 1

I figuren ovan använde man i betänkandet tre karaktäristika på teknisk verksamhet. Den kännetecknas av sina funktioner, vilka kan länkas till olika hierarkiska nivåer, samt att den tekniska kärnverksamheten sysslar med flöden av materia och energi. Det är oklart hur man såg på begreppet ”nivå”. Här antydde en hierarkisk indelning där *system* är den högsta nivån, eventuellt beroende på både *storlek och komplexitet* och man nämnde även *komponent* som ett exempel på något som befinner sig lägre ner i hierarkin.

En ytterligare tolkning av figuren är möjlig. Teknikens plats mellan de två fälten kan kopplas till den medierande roll som tekniken ofta tilldelas inom det kunskapsteoretiska vetenskapsområdet. För att klargöra hur jag ser på bilden i ett perspektiv som beskriver teknikens medierande roll, får man föreställa

295 Ibid., s 254.

296 Ibid., s 255.

sig att man som betraktare står utanför bilden och tänker över relationerna mellan Människa/Samhälle, Teknik och Natur. Tekniken är då den verksamhet där människan genom sitt agerande förändrar sin omvärld – såväl socialt som i förhållandet till naturen. Tekniken medierar andra möjligheter, annan förståelse och andra värderingar genom att vi placerar den mellan oss och vår livsvärld, som då innehåller de tre världarna *den sociala världen* respektive *den naturliga världen* och som ett resultat av människans tekniska verksamhet: *den konstruerade världen*.²⁹⁷

Hur stod det då till med frågan om de tekniska systemen? Hela läroplansberedningen genomsyrades av en *hållbar utvecklingsemfas* vilken fick sin tydligaste representation inom det föreslagna nya ämnet *Teknik och miljö*.

Betänkandet använde en antydan till hierarkisk teknikbeskrivning för att beskriva en del av relationen mellan människa/samhälle – teknik – natur. Begreppet *komponent* var det som utnyttjades för den lägre nivån.

Bilden av teknik som en dels medierande verksamhet på det individuella planet och dels en vetenskap mellan de två andra kulturerna, kan vara två sätt att klargöra innebörden i det som kursplanen för *Teknik och miljö* avser med en förståelse för teknikens *växelverkan med omgivningen*. Frågan om människans roll i detta kan både ses som att det handlar om människans interaktion med sin egen omvärld *genom* artefakter, och som att människan genom sin tekniska verksamhet är *en del av* den förändring av livsvärlden som möjliggörs genom användandet av tekniska artefakter. Bägge fallen utgår från att människan inte är distanserad till tekniken. Hon är förbunden med den genom sin kunskap om den, sin användning av den och sin inneslutning i den.

I betänkandet fanns en formulering där man först beskrev teknikens fyra grundfunktioner (samma som i Fig 1: omvandla, lagra, transportera, kontrollera) och sedan framhöll att "Varje funktion i sin tur [kan] beskrivas i termer av *fysiska föremål, processer och produkter* som är förbundna med varandra genom ett mer eller mindre komplext samspel."²⁹⁸ Ser man till mina *systemsingifikanter* kan dessa ovan nämnda fysiska föremål och processer som resulterar i produkter återfinnas längs glidande skalor utmed dimensionerna *storlek* respektive

297 Jämför även Don Ihde, 1990, s 197 f, där han beskriver tre varianter av relationer mellan "Human – Technology – World", som han kallar "Embodiment Relations", "Hermeneutic Relations" respektive "Alterity Relations". Även Rystedt & Säljö, 2008, tar i det inledande kapitlet i antologin *Kunskap och människans redskap: teknik och lärande* upp liknande synsätt på teknikens medierande roll. I de följande kapitlen bidrar olika författare med exempel tagna från framför allt slöjdtraditionen och datoranvändning.

298 Läroplanskommittén, 1992, s 254, fet stil i original.

komplexitet. Det två sätt att se på det. Antingen är det mer fruktbart att tänka över dem *som* tekniska system. Eller att se dem som *ingående* i system tillsammans med andra artefakter, och med människor och natur. Processerna inom artefakterna kan inkapslas i det som systemvetarna kallar för en ”svart låda” vars funktion är det viktiga snarare än dess inre struktur, medan produkten kan sägas vara den ”svarta lådans” output – eller hela systemets output.²⁹⁹

I betänkandet var det tydligt att det var ett *sociotekniskt* perspektiv som dominerade *talet om system*. Att tänka över världen i all sin komplexitet kunde vara möjligt genom att se på teknikens roll i den väv av beroenden som kursplanen föreslog. Betänkandet påpekade således att tekniken är skapad av människor, att den samspelar med sin omgivning och att den tar i bruk olika resurser. Detta tolkar jag som ett bidrag till *talet om system*. Speciellt gör jag det som en del i undervisningsfokuset *växelverkan med omgivningen*.

Den demokratiska aspekten

Betänkandet angav även samhällseliga *demokratiska* och *politiska* perspektiv på aspekter av teknikutvecklingen. Man menade att det i ett öppet samhälle är värdefullt att eleverna har en övergripande förståelse för hur teknik samspelar med natur och samhälle.

Det faktum att tekniken är en del av samhället har lett till att ekonomiska, sociala, politiska och kulturella förhållanden har förändrats av de möjligheter och villkor som den tekniska utvecklingen erbjuder eller framtvingat.³⁰⁰

Betänkandets kursplaneförslag innebar en föerskjutning från ett artefaktfokus till ett systemfokus där den *medborgerliga bildningsemfasen* hade fått en stark överhand i förhållande till den *hantera vardagenemfas* som dominerade inom Lgr80. Antingen kan orienteringen mot en mer systeminriktad förståelse av omvärlden ha lett till att samhällseligt teknikrelevanta frågor kring en global hållbar utvecklig kom i förgrunden som argument för det nya ämnet. Eller kan den starka gröna miljöemfasen ha påverkat synen på hur teknikens roll skulle behandlas, som ett eget kunskapsfält och med möjlighet till att bidra med insikter på systemnivå, snarare än på artefaktnivå. Sett ur ett Englundskt perspektiv skulle man kunna säga att den demokratiska konceptionen i högre grad har påverkat framskrivningen i betänkandets förslag.

Den tekniska utveckling som betänkandet relaterade till i citatet brukar allmänt anses ha gått från enkel användning av teknik till såväl mer komplex teknik som

299 Se t.ex. Karlqvist, 1983, s 16 ff, eller Gustafsson, m.fl., 1982, s 38 f.

300 Läroplanskommittén, 1992, s 255.

mer komplex förståelse *av teknikens interaktion med sin omgivning*. Tekniksociologen Lewis Mumford beskriver denna systemisering på ett sätt som också kan innefatta en syn på människans utträde ur tekniken. Den gjordes allt mer självgående, automatiserades, och människans roll reducerades från renodlad användare till övervakare. Hennes egna kunskaper 'byggdes in' i automaterna på ett sätt som skiljde sig från det sätt som hennes kunskap byggdes in i de enkla redskapen. Genom att de tekniska artefakterna blev allt mer beroende av varandra ökade även graden av, eller kraven på, organisation.³⁰¹ Artefaktens tid ersattes av systemets tid. Detta har föranlett teknikfilosofer att uppmärksamma det demokratiska dilemmat. Anders Karlqvist skriver bland annat:

De ökade möjligheter och den ökade makt som tekniken gett sin användare har åtföljts av allt mindre inflytande över de system som frambringar dessa tekniska möjligheter.³⁰²

Ett konkret exempel på hur detta förhållande problematiserades utgörs av hur i betänkandet kontroll-, styr- och reglerteknik nu, för första gången, tog plats i formuleringsarenans diskurs om *talet om tekniska system*. Man framhöll att denna specifika teknik har stor betydelse i dagens samhälle och gjorde samtidigt en historiskt jämförande betraktelse med de mesopotamiska flodkulturernas bevakningssystem.³⁰³ Som följemening betraktat fyller detta på *S&R-språkets* icke-deterministiska hållning, men med några nyanser.

I Teknik och miljö-avsnittets absolut sista mening i betänkandets ämnesförslag skrev man att "Undervisningen skall skapa insikt om att den tekniska utvecklingen måste kontrolleras och regleras på olika sätt..." Formuleringen pekade på att människan har ett moraliskt ansvar som hon bör ledas av. Eleverna ska också få tillfälle att tänka över hur människan kan ta kontroll över denna teknikutveckling – den "måste kontrolleras och regleras".

Betänkandet öppnar upp för en diskussion kring ett bipolärt förhållande till teknikens inneboende kraft.

Modern teknik framträder ofta som stora och komplexa system, som dessutom är kopplade till ekonomiska, sociala och andra system. Man kan tala om komplexa vävar av ömsesidiga beroenden. Detta reser frågor om sårbarhet, om vilka som styr den tekniska utvecklingen, om vilka som borde styra, hur

301 Mumford, 1984.

302 Karlqvist, 1983, s 55.

303 Läroplanskommittén, 1992, s 254.

mycket infrastrukturen styr osv. Komplexiteten och dess följder är viktigt att tydliggöra i undervisningen.³⁰⁴

Å ena sidan verkar det som om man såg på tekniken som hade den en egen inneboende utvecklingskraft. Å andra sidan uttrycker man möjligheten att denna utveckling går att styra.

Det första synsättet har en närhet till de tankar kring människans allt mer begränsade förmåga att ta makt över tekniken som både Langdon Winner uttrycker i sin bok *Autonomous Technology* och som Jaques Ellul för fram i såväl *The Technological Society* som i *The Technological System*.³⁰⁵ Ur Winners och Elluls respektive perspektiv på tekniken kan man se en gemensam slutsats. Denna bygger på två delar. För det första har den av människan skapade tekniken blivit så storskalig och komplex att den inte längre är överblickbar och den blir därmed oåtkomlig för kontroll. För det andra har den politiska makten distribuerats ut i de tekniska systemen vilka i sin helhet då inte längre kan stå under mänsklig kontroll. Tekniken tilldelas en autonom roll och genom sin enorma förändringskraft tränger den in i människans livsvärld, påverkar vårt sätt att tänka, tala och agera. Detta leder, speciellt i Elluls tolkning, till att samhällsutveckling i stort därför domineras av den från mänsklig kontroll frigjorda tekniken. Teknifieringen av samhället går i detta synsätt så långt att dess inbyggda rationaliteter styr politiska beslut, våra beslut som konsumenter eller våra kulturella preferenser. I betänkandets formulering kan vi se tecken på att detta synsätt både togs på allvar och försökte modereras. Man konstaterade:

I vår del av världen har tekniken firat triumfer, vilket lett till att tekniska tankestrukturer och synsätt påverkat annan mänsklig verksamhet. En slags teknisk rationalitet har kommit till användning i samhällsplanering, sjukvård, utbildningsorganisation m.m. Denna koppling mellan tekniken och människa/samhälle är ett viktigt och spännande studieområde för skolan.³⁰⁶

och ställde, som tidigare citerats, frågan om ”hur mycket infrastrukturen styr”. Från det som redan är investerat i infrastruktur kan det komma att ställas krav på t.ex. utvecklat underhåll, nya miljöanpassningar, kontinuerlig produktion eller utbyggnad av sekundära system.³⁰⁷ Problem kan komma att ”omdefinieras” till att inte längre gälla funktioner i etableringen av ett nytt system, utan de nya problemen relaterar till det eller de redan befintliga systemen – som

304 Ibid., s 254.

305 Winner, 1977; Ellul, 1965; Ellul, 1980.

306 Läroplanskommittén, 1992, s 255.

307 Om ”second order systems” – system som byggs upp genom sammanlänkning av andra system, se t.ex. Summerton, 1998, s 33.

därmed är tagna för givna. Vi kan säga att vi ingår i en *teknisk regim*.³⁰⁸ Utbyggnaden av vägtransportsystemet har lett till att "transport" blivit en så dominerande teknisk tankefigur att vi anser att vi måste asfaltera ännu mer natur, bygga större tunnlar och broar för att passa långtradarna och anpassa stadsplanerna till biltrafik varje gång vi tänker anlägga en ny park eller stadsdel. Vårt förhållande till tekniken och den redan konstruerade världen påverkar vårt sätt att se på hela vår livsvärld. Eller, för att tala med Heidegger, har vi övergått till att se på naturen som en *väntande resurs*.³⁰⁹ Även Westlin uppmärksammar detta med "teknik utom kontroll". Han identifierar det som ett förhållningssätt inom teknikdiskurserna i svensk skola och menar att man kan se på den storskaliga och komplexa tekniken som om den förtingligade vårt förhållande till världen, till våra sociala och politiska relationer. Beslut som borde fattas utifrån andra begreppsmönster, fattas istället utifrån begrepp som är teknikens egna. Han tolkar också teknikens autonomitet som att den, genom sin frikoppling från människans beslut, utesluter värderingsfrågor.³¹⁰ Särskilt en av de diskurser Westlin funnit fördjupar människans möjlighet att kontrollera den teknik som uppfyller den konstruerade världen. Denna diskurs kallar han för *Koloniserande teknik*.³¹¹

Det andra synsättet i betänkandet pekar mot att denna teknikutveckling ansågs vara möjlig att kontrolleras.

På flera ställen i betänkandets text angav man argument för en icke-deterministisk hållning. Man talade om att de komplexa systemen ingick i nät av ömsesidiga beroenden, vilka var länkade till sociala och ekonomiska och andra, eventuellt även naturliga, system. Speciellt tydligt blev detta inom de delar som angav det huvudsakliga innehållet för ämnet Teknik och miljö. Eleverna skulle möta ett ämne där de kunde uppnå lärandemål som vägde på den deterministiska systemsynens udd:

308 Biltransport kan utgöra ett exempel på hur vi ingår i en *teknisk regim*. Denna kan ses om ett utslag av att den under konflikter och drömmar historiskt framvuxna tekniska regimen av "bilfabriker, vägar, bensinmackar, oljeraffinaderier, aktiehandel, lagar och ideologier" vi köper in oss i när vi blir bilägare är en del av ett tekniskt system som inte är transparent. Skatten på bensin kan i detta perspektiv bli ett politiskt slagfält där liberaliserade åsikter ställs mot tekniska. Berner, 1999, s 40. Se även Summerton, 1998, s 22, där hon refererar till Hannay & McGinn 1980.

309 Han menade att utbyggnaden av vattenkraften i Rhen fick oss att se på floden som ett ting att bestämma över, som vi kan dämma, leda om eller förorena efter mänskligt gottfinnande. Heidegger, 2003 (1977), s 256 f. Se även Don Ihde, 1990, s 136, om hans tolkning av detta.

310 Westlin, 2000, s 94 och 93. Westlin bygger sin analys på teknikdiskurserna inom den samhällsorienterande undervisningen.

311 Med *koloniserande teknik* menar Westlin att hela vår livsvärld koloniserar av en teknisk rationalitet och av tekniskt baserat handlande – en rationalitet som sträcker sig långt utanför sin legitima sfär och därmed tränger undan andra möjliga grunder för värdering av beslut (för till exempel kontroll). Ibid., s 104 f.

Skrämmande och pessimistiska framtidsperspektiv måste balanseras av positiva och optimistiska visioner. Med kunskaper och vilja att komma överens går det att fatta beslut och handla så att miljön förbättras och uppkomsten av nya problem förhindras.

Eleverna bör få tillfälle att pröva på beslutsfattande (t.ex. genom simuleringar) angående tekniska installationer och därvid beakta miljökonsekvenser som en bland flera aspekter som har betydelse. Därigenom kan eleven inse betydelsen av att klarlägga orsak och verkan samt av svårigheter att komma överens i fall av intressekonflikter.³¹²

Undervisningen skulle tydliggöra att komplexitetens följdverkningar inte var självklara, utan just *beroende*. Betänkandets avslutande mening får utgöra exemplet som sammanfattar mycket av ovan stående:

Undervisningen skall skapa insikt om att den tekniska utvecklingen måste kontrolleras och regleras på olika sätt så att t.ex. viktiga ekosystem inte förstörs eller den biologiska mångfalden hotas.³¹³

Utifrån systemsignifikanternas teoretiska perspektiv kan man se kopplingar inom talet om system till hur väv-metaforen används inom intressefältet kring stora tekniska system (STS).³¹⁴ Denna metafor har en förankring inom General Systems Theory, där den linjära kausaliteten överges till förmån för en vävliknande, eller cirkulär. Att styra teknikutvecklingen åt ett visst håll är oftast ett problem som identifieras i de "högre" och mer komplexa systemnivåerna, av typen generell samhällsutveckling på global nivå.³¹⁵ Ett alternativ att tänka över de tekniska systemens roll i sådana scenarier är att inkludera människan, den beslutsfattande människan, i systemet. Systemet styrs i det fallet inte utifrån av någon eller några som har makt över systemet, utan systemet styrs "inifrån" och av flera av varandra beroende aktörer.³¹⁶ Betänkandets ambivalenta hållning i den teknikdeterministiska frågan placerar de tekniska systemen, eller den kom-

312 Läroplanskommittén, 1992, s 257.

313 Ibid., s 259.

314 Se t.ex. Bijker, m.fl., 1987.

315 Man menar att det inte är ett ett-till-ett-förhållande mellan orsak och verkan. Snarare är det ett förhållande, där det inte är möjligt att angripa orsak/verkan-problemet utan att ta hänsyn till att hela systemet ändras vid en störning och att systemet då kan reagera genom att, till exempel, finna nya jämviktslägen (stabila, neutrala eller instabila). Se t.ex. Meadows & Club of Rome, 1972, och hur man i studiens behandling av tillväxtens gränser använde Forresters systemdynamiska modeller.

316 Se t.ex. Karlqvist, 1983.

plexa tekniken, i ett socialt beroende sammanhang. Komplex teknik skapas, existeras, förvaltas som en del av mänsklig verksamhet. Det finns en sorts ”mjuk determinism” som bygger på att investeringar i storskalig teknik förhandlats fram i långsiktiga ”kontrakt” mellan olika aktörsgrupper.

Betänkandets fråga ovan om ”hur mycket infrastrukturerna styr” kan betraktas lite mer materiellt i relation till den tekniska väven. Om spårvidden i järnvägssystemet väl är etablerad, eller om spänningen i elsystemet är det, så blir det svårare att byta de delarna av systemets struktur, men grundfunktionen kan bestå. Allteftersom vävs det rent tekniska i systemet samman med lagar, taxerings-system, värderingar etc. Detta beskrivs ibland som ett *stigberoende*. Thomas P Hughes använder sig av begreppet momentum för att beskriva ungefär samma sak. Metaforen momentum är inlånad från naturvetenskapen och betyder *rörelsemängd*, det vill säga systemet har fått upp farten i en viss riktning och det krävs krafter (politiska, ekonomiska, tekniska, kulturella...) för att ändra denna bana. Detta betyder inte att endast en stig är möjlig. Stigen kan ta nya vägar och teknikhistoriska studier har visat att det inte finns en utstakad stig för varje systemtyp. Elsystem, liksom järnvägssystem har tagit olika utvecklingslinjer i olika länder, beroende på lokala eller regionala villkor.³¹⁷

Det var i betänkandets precisering av ämnets innehålls som de demokratiska aspekterna stod fram tydligast. Eleverna skulle utvecklas till inte enbart svenska medvetna tekniska medborgare, utan även globala. En öppning för ett *civilisationskritiskt* förhållningssätt till den ökande systemiseringen kunde skönjas. Som ett av flera särskilt väsentliga perspektiv i undervisningen framhöll betänkandet att:

Relationen mellan mänskliga behov och teknisk utveckling rymmer problem som behöver uppmärksammas i hela skolan. Behöver vi alla tekniska produkter som vi erbjuds? Varför är tekniken f.n. högt utvecklad bara i vissa delar av världen och bara inom vissa användningsområden?

Teknikundervisningen kan klarlägga svårigheter och möjligheter när det gäller tekniska lösningar. Undervisningen om människa och samhälle kan belysa vilka intressekonflikter som föreligger, hur levnadsvillkor förändras, vilka ekonomiska konsekvenser åtgärder får etc.³¹⁸

317 Se t.ex. Palm & Wihlborg, 2007, s 16 ff om stigberoende, eller Berner, 1999, vars hela kap 1 ger en bred bild av teoribildningens begrepp för denna typ av relationer, eller Blomkvist, 1998, s 155 ff om ”natural trajectory”, naturlig bana.

318 Läroplanskommittén, 1992, s 258.

De undervisningssfokus som framträdde här är de som jag har kallat *storlek/komplexitet* och *systemets relation till omgivningen*. Speciellt tydligt har den växelverkan mellan system och omgivning, som beskrivs i betänkandet, stärkts med avseende på dess dubbelverkande riktning jämfört med Lgr80.

Systemspråket som huvudsakligen användes för att tala om relationen mellan människan och hennes tekniska omvärld var ett som dominerades av *ett styr- och reglerperspektiv*. Dock var inte traditionella styr- och reglertermer som input, output, feedback etc. representerade i betänkandets *tal om system*. I stället dominerades *S&R-språket* här av en mer filosofisk problematisering av frågan om de tekniska systemens eventuella autonomi, med en länk till en *hållbar utvecklingsempfas*.

Den hållbara utvecklingsempfasen växer sig starkare

I den inledande kommentaren i betänkandet om det nya ämnet ”Teknik och miljö” betonades att ansvaret för miljöfrågornas behandling inte kunde falla på ett ämne, eller en ämnesgrupp. Problemställningen att förstå och att åtgärda den kraftiga miljöpåverkan som man sett tillta, genom att betrakta ”hela systemet” implicerar ett tvärvetenskapligt och holistiskt angreppssätt. Inget enskilt skolämne kan behandla sådana frågor på egen hand. Detta påpekar man också i betänkandet i det särskilda stycke som behandlar ”Miljöfrågorna”:

Behandlingen av miljöfrågorna skall präglas av ett perspektiv som bl.a. omfattar respekt för livet och hushållning med resurser.³¹⁹

Argumentationen för att inrätta ett teknikämne byggde väsentligen på att teknik i sig ansågs som en ”egen kulturtradition av stor betydelse”.³²⁰ Teknik sågs som det egna ämne vilket hade ett särskilt ansvar för miljöfrågorna utifrån tanken att tekniken kunde bidra med aspekter och sammanhang till behandlingen av miljöfrågorna. I det ljuset framhöll författarna den tvärvetenskapliga ambitionen genom formuleringen:

Skolan skall i sin undervisning om miljöfrågorna hjälpa eleverna att bygga upp kunskaper om natur, teknik, människa och samhälle och stimulera dem att koppla de olika kunskapsområdena till varandra för att klargöra orsaker och verkningar.

och man fortsatte:

Den naturorienterande undervisningens primära uppgift i sammanhanget är att ge goda kunskaper om naturens struktur och funktion.³²¹

319 Ibid., s 252.

320 Ibid., s 252.

321 Ibid., s 255.

Miljöinnehållet inom de andra ämnesgrupperna var svagt representerat, bland annat av det uppenbara skälet att miljöinnehåll förts från dessa till Teknik och miljö. Men man kan notera att korta explicita miljörelaterade formuleringar fanns inom både innehålls- och måltexter för till exempel Biologi, Fysik, Naturlära, Geografi, Samhällskunskap, Samhällslära och Hemkunskap. Dock var särskilt de naturvetenskapligt grundade ämnena i sina skrivningar relativt frikopplade från mänskliga relationer i förhållande till deras respektive innehåll.

Den *hållbara utvecklingsemfasen* framträder i förstone med en uppenbar och förhållandevis enkelspårig inriktning mot den gröna naturen:

Undervisningen skall skapa insikt om att den tekniska utvecklingen måste kontrolleras och regleras på olika sätt så att t.ex. viktiga ekosystem inte förstörs eller att den biologiska mångfalden hotas.³²²

och

Miljöfrågorna skall i ämnet ”teknik och miljö” knytas till den tekniska utvecklingen, till svårigheter och möjligheter med olika tekniska lösningar. Behandlingen av miljöfrågorna skall präglas av ett perspektiv som bl.a. omfattar respekt för livet och hushållning med resurser.³²³

I min tolkning riskerar ett sådant ”grönt” miljöperspektiv att skymma andra moraliska imperativ vilka hade kunnat rymmas inom det icke-deterministiska synsättet att människan kan och bör styra och kontrollera tekniken och därmed dess effekter. Betänkandets förslag till kursplan för *Teknik och miljö* gjorde också allvarliga försök att komplicera denna *bildningsemfas*. Bland annat inkluderade man människans utnyttjande av naturens resurser, framför allt dem som innebar en tydlig omvandling av råvaror.

Teknikhistorien användes för att konkretisera *HU-emfasen*. Genom historiska exempel på hur teknikutveckling gått till och vilka konsekvenser denna har fått menade man i betänkandet att eleverna skulle tränas i ett medborgerligt ansvar för världen. Författarna tänkte sig att exemplen skulle utgöras av ”utvecklingskedjor” som relaterade till teknikens fyra grundfunktioner.

Avsikten är att med historiska exempel visa hur människorna sedan förhistorisk tid strävat efter att med teknikens hjälp förbättra sina villkor.

Men samtidigt har den tekniska utvecklingen också resulterat i miljöförstörelse alltsedan antiken med dess jorderosion och utarmning av kulturlandskapet till dagens problem med utsläpp av föroreningar i havet och i at-

322 Ibid., s 259.

323 Ibid., s 252.

mosfären, buller, trafikskador och stress. Eftersom dagens teknik är mycket kraftfullare än forna tiders är effekterna av den mänskliga påverkan – på gott och ont – nu större än någonsin förr och tempot i skeendet är dessutom snabbare. Detta lägger ett långt större ansvar på dagens och morgondagens människor än våra förfäder hade att axla.³²⁴

”Morgondagens människor” i citatet ovan, det är eleverna. Man hänvisade framför allt till de ’gröna’ delarna av Brundtlandrapporten, men citatet visar på att även andra typer än de som direkt har med utsläpp att göra berör motiven för en *HU-emfas*.³²⁵ Det moraliska ansvaret för att hantera de tekniska delarna av miljöfrågorna i en alltmer tekniskt komplex omvärld användes för att motivera *Teknik och miljö* som ämne.

De teknikhistoriska undervisningsexemplen pekade övervägande mot ett *produktionssystemfokus* inom *Teknik och miljö*.

Eleven skall få erfarenheter av kedjan råvara – bearbetning – användning och öva sig i att ta reda på vad som sedan händer med den använda produkten. Eleven skall bli medveten om att tekniken påverkar, och påverkas av, människan, samhället och naturen.

Vidare bör materiaflöden och energiflöden i tekniska system, t.ex. sekvenser av typ utvinning, bearbetning, konstruktion/produktion, marknadsföring, användning, kassering, deponering, förbränning och återanvändning behandlas liksom Sveriges energiförsörjning.³²⁶

Man kan här notera två saker. För det första, att informationsflöden – som i mina *systemsingnifikanter* ses som en kärna för systemtänkandet – *inte* räknades in i dessa processer. Energi och materia sågs som det som förmedlades in, genom och ut ur systemen, medan *information* inte fick någon plats alls. De tekniska systemens huvudfunktion var att distribuera och förädla råvaror eller energi. Undervisningsfokuset *Relation mellan komponenter* var därmed svagt representerat. För det andra var det en tvåvägs interaktion mellan (*produktions-*) *system* och omgivning som man framhöll i texten. I centrum för betänkandets förslag stod ett ’grönt’ *miljöspråk* som andades omsorg om naturen, dominerat av en tankefigur där människan har möjlighet att fortsätta att använda naturen, men på ett lagom och ansvarsfullt.

Inom *Teknik och miljö* fanns undervisningsfokus vars mål var att eleverna skulle lära sig att människans tekniska verksamheter kan utgöra ett hot mot

324 Ibid., s 258.

325 World Commission on Environment and Development & Brundtland, 1988.

326 Läroplanskommittén, 1992, s 256, (felstavning i original).

naturen och därmed människan själv, men också ingjuta hopp om att tekniken kan svara för lösningar på många av miljöproblemen. Vi har sett exempel på hur betänkandet framhöll problematiken med att exploatera naturen och hur behandlingen av *produktionssystemen* i undervisningen ansågs vara en väg för detta.³²⁷ Man kan jämföra med Östman, som finner att Lgr80 och de läromedel inom de naturvetenskapliga ämnena som var aktuella vid denna tid, präglades av ett antropocentriskt perspektiv när det gällde synen på människans relation till naturen. Naturen betraktades utifrån människans horisont:

Detta är fallet både när naturen framställs som en materiell resurs och när naturen tillskrivs ett värde som bör försvaras, utifrån argumentet, att vi har ett ansvar för nästkommande generation av människor.³²⁸

I de historiska perspektiven på teknikutveckling, vilka också togs upp inom Teknik och miljö, framträdde människans sätt att använda naturen för sina syften – att förbättra sina egna villkor – på ett sätt som antydde att det funnits ”problem i den naturliga miljön som människan med teknikens hjälp lärt sig att bemästra”.³²⁹

Skola för bildning – sammanfattning

Det var således ett helt nytt teknikämne som trädde fram inom betänkandet. Här utvecklades en ny riktning i talet om teknik i skolsammanhang i allmänhet och inom *talet om system* i synnerhet. Ett huvudsakligen sociotekniskt utbildningsprogram dominerade kursplaneförslaget. Relationerna mellan människans tekniska verksamhet och den naturliga miljön var det centrala bildningsinnehållet. Det var också uppenbart att *systemtänkande* sågs som ett redskap för att åstadkomma en större medvetenhet hos eleverna. I det närmaste ingenting av ”det undersökande arbetssättet” återfanns heller i betänkandet. Några större ambitioner att eleverna skulle bekanta sig med grundläggande tekniker för att åstadkomma förändringar av typen transportera, lagra, omvandla eller kontrollera såg man inte heller spår av. Det fanns få tecken som pekade mot att det förväntades förekomma mycket praktiskt grundad teknisk skolning i undervisningen. Kombinationen mellan denna avsaknad av såväl det fysikdominerade undersökande arbetssättet som av praktikgrundade tekniska uppgifter, ledde tillsammans med det mer utvecklade systemtänkandet i kursplaneförslaget till

327 Jämför även med Östman, 1995, som identifierar diskursiva element med koppling till miljö-moral inom de naturvetenskapliga ämnena i tre svenska läroplaner. Flera av dessa element har bäring mot den *HU-semfas* som framträder på tekniksidan.

328 Ibid., s 155.

329 Läroplanskommittén, 1992, s 258.

en distansering från det naturvetenskapligt präglade angreppssättet på miljöfrågorna.

Sammantaget formerades *talet om system* övervägande utifrån två linjer där undervisningsfokuset *växelverkan med omgivningen* var gemensamt. Starkast skedde det från en *hållbar utvecklingsemfas* och ett biocentriskt *miljöspråk*. Den andra linjen rymde en *medborgerlig emfas* och ett *S&R-språk*. Som en understödjande emfas finner vi den *teknikhistoriska emfasen*. Vi ser även det undervisningsfokus som talar om *relationen mellan komponenterna* och som på ett *linjärt* sätt riktar in sig mot *produktionssystem*.

Jag noterar också att man i betänkandet *inte* använde ett *ontologiskt* system-språk. I stället för att uppmana till undervisning om energisystemet, så utgår man från teknikens grundfunktioner och de relationer som kan hittas mellan teknik, människa, samhälle och natur.

Till sin karaktär var *miljöspråket* inom Teknik och miljö snarare *biocentriskt* än antropcentriskt eller teknocentriskt, men det fanns drag av de senare. Om-sorgen skulle vara om naturen. Det var den som skulle skyddas och bevaras eftersom det är där som miljöproblemen yttrar sig, menade man. Människan blev möjligtvis indirekt påverkad av obalans i de naturliga ekosystemen. Utifrån mina *systemsifikanter* kan man, sett till hur man där resonerar hur komplex tekniks *växelverkan med omgivningen*, säga att betänkandets användning av en biocentrisk ton i miljöspråket delvis osynliggör teknikens påverkan på den redan konstruerade världen och de människor som lever i den. Visserligen tar man upp sådana saker som stress, buller och trafikskador, men det är mot naturen som man vänder sig.

Jag har belyst hur kunskapen om teknikens systemiska karaktär har motiverats en plats i förslaget och att detta har gjorts utifrån argumentet att vi har ett gemensamt ansvar för hanterandet av teknikens påverkan på sin omgivning. Den enskilda människan, eleven som medborgare i ett samhälle, har ålagts moraliskt ansvar för vår gemensamma framtid. Förslaget undviker dock till stor del att koppla Teknik och miljö-ämnets roll till tydliga politiska undervisningsfokus.

Kursplanen för det nya föreslagna ämnet Teknik och miljö har lämnat artefakt-nivån till förmån för systemnivån. Skoldiskursen har öppnat för nya aspekter inom *talet om system*. Samtidigt skall man vara på det klara över att detta förslag intog en intermediär position, eftersom betänkandets förslag kom att förändras förhållandevis grundligt till den kursplan som sjösattes inom Lpo94. Dock kommer vi att se att och hur *talet om system* levde vidare.

Teknik i Lpo 94

Det sista nedslaget på *formuleringsarenan* utgörs av den senaste kursplanen för teknikämnet, den som är en del av Lpo 94. Den svenska kursplanen för Teknik inom Lpo 94 är en mycket kort text – drygt tre sidor. Räknar man in avsnittet om betyg och bedömning fogas ytterligare en sida till detta. I och med Lpo94 blev Teknik ett eget fristående ämne. Det är inte längre sammankopplat med den naturvetenskapliga ämnesgruppen.³³⁰

Kursplanen i Teknik inom Lpo 94 finns i två versioner: en från år 1994 och en från år 2000. I samband med revisionen år 2000 publicerade Skolverket även ett kort kommentarmaterial.³³¹ Det är med tyngdpunkt i dessa dokument som jag vill föra analysen vidare om *talet om tekniska system*. De båda kursplanerna – versionen från år 1994 respektive den reviderade från år 2000 – är i omfång och grundton varandra förhållandevis lika.³³² Ett stycke kan ha förändrats något i sina ordalydelser och enstaka tillägg eller frändrag kan ha gjorts. Men styckenas relativa position i texten har bestått. En formulering där till exempel tekniska system nämns som ett kriterium för betyget Väl godkänd (VG) i versionen från år 1994, återfinns på samma plats och med snarlikt innehåll i den reviderade versionen från år 2000. Bara större och mer avgörande skillnader kommer därför att redovisas. Vad som tillkommit i versionen år 2000 är betygskriterier för betyget Mycket väl godkänd (MVG).

Genom att behandla kursplanen i Teknik inom Lpo 94 som ett dokument, men i två versioner, kan analysen av talet om system inom Lpo 94 breddas något genom att en tidsfaktor på drygt sex år bidrar till att förändringar i diskurserna framträder.

I direktiven till kursplanegrupperna inför Lpo 94 ingick att man inte explicit skulle föreskriva eller ge förslag på arbetsformer eller innehållsligt avgränsade arbetsområden. Målstyrning för att utveckla kunskaper av flera kvalitéer var nyckelorden. Stoff och undervisningsmetoder skulle bestämmas lokalt på den enskilda skolan. På några få sidor skulle ämnets syfte och roll i utbildningen, dess karaktär och uppbyggnad beskrivas tillsammans med ett antal strävans- och uppnåendemål. Till detta finns det knutet en ännu kortare beskrivning av bedömningens inriktning i förhållande till de betygskriterier som anges. Uttolkningen av detta och omsättningen i didaktisk handling var upp till lärarnas

330 I timplanen för grundskolan delar dock Teknik på 800 undervisningstimmar med Biologi, Kemi och Fysik. Skollagen, bilaga 3, Regeringen, 1986.

331 Skolverket, 2000a.

332 I kommentarmaterialet efter revisionen år 2000 skrev Skolverket: "Revideringen har inte varit genomgripande, utan den kan snarare beskrivas som en justering.", Ibid., s 55.

egen professionella omdöme att avgöra i relation till skolans och det omgivande samhällets resurser.³³³

Teknikens position

Tankarna om hur teknik står i förhållande till andra kunskapsfält har påverkat *talet om system* på formuleringsarenan. I sin tur har detta påverkat hur Teknik som skolämne har formulerats och etablerats. Somliga delar i dessa diskurser är sega strukturer och varje förändring har varit föremål för diskussioner och förhandlingar.³³⁴ Därför är detta nödvändigt att observera även inom Lpo 94.

Förhållandet mellan framför allt naturvetenskapen och tekniken har, vilket jag tidigare belyst, haft inverkan på hur relationen mellan teknik och naturvetenskap beskrivs i kursplanerna inom Lgr80, inom betänkandet *Skola för bildning* respektive för Teknik inom Lpo94. Dessa förhållanden uppvisar både skillnader och likheter.

Inom Lgr 80 fanns teknikmoment distribuerade även i andra ämnesgrupper, framför allt SO. Teknik betraktades som tillämpad naturvetenskap och en didaktisk lärandekontext för traditionell naturvetenskap av framför allt fysikens lagar. Man gav både formulerings- och förklaringsföreträde till naturvetenskapen i skolans version av teknik. Naturvetenskaplig kunskap låg till grund för i det närmaste alla människans tekniska landvinningar i den konstruerade världen. *Talet om system* var svagt och ämnets undervisning var huvudsakligen inriktat mot artefakter.

I betänkandets *Skola för bildning* ämnesförslag *Teknik och miljö* lyftes teknik fram som en egen kunskapskultur av stort värde och med ett enormt omfattande innehåll. Teknik skulle ge ett sammanhang för miljöfrågorna. Undervisningen kunde inte reduceras till att enbart beröra tekniska föremål, utan även tekniska system eller komplex teknik skulle beaktas. Man fjärmade sig från naturvetenskapens teoretiska dominans över undervisningsinnehållet genom att

333 Version 1994: "Kursplanerna är utformade för att både klargöra vad alla elever bör lära sig och samtidigt lämna stort utrymme för läraren att välja stoff och arbetsmetod. Kursplanerna anger inte arbetssätt, organisation eller metoder. Däremot ger de utrymme för det stoffurval som måste göras lokalt." Skolverket, 1996, s 5, och version 2000: "Kursplanerna anger inte arbetssätt, organisation eller metoder. Däremot lägger de fast de kunskapskvaliteter som undervisningen skall utveckla och anger därmed en ram inom vilken val av stoff och metoder skall göras lokalt. På varje skola och i varje klass måste lärare tolka de nationella kursplanerna och tillsammans med eleverna planera och utvärdera undervisningen med utgångspunkt i elevernas förutsättningar, erfarenheter, intressen och behov." Skolverket, 2000b, s 5, samt Skolverket, 2000a, s 12.

334 Till exempel diskuterade den av Skolverket förordnade utredaren för revisionen av teknikämnets kursplan år 2000, sina tankegångar och formuleringsförslag vid en träff med det nationella nätverket för lärarutbildare i Teknik år 1999.

framhålla att ”Den praktiska nyttan är det primära. Teoretisk förståelse kommer därvidlag ofta i andra hand.”³³⁵

Som vi strax ska se öppnade kursplanen för Teknik inom Lpo 94 upp teknikfältets bredd och möjliga anknytningspunkter ytterligare.

Förhållandet mellan NO och Tk

Låt oss först betrakta just sambandet mellan teknik och naturvetenskap. Teknikens kunskapskultur och på vilka grunder den vilar beskrivs i kursplanen utifrån de drivkrafter som legat bakom människors strävan att utveckla nya tekniska lösningar som svar på skilda behov. Speciell vikt läggs vid de historiska perspektiven för att belysa detta. Människans teknik och tekniska kunskaper har rötter som går långt längre tillbaka än den moderna naturvetenskapen. Att teknikulturen bygger på omfattande praktisk prövning – egen och andras – vilket lett till utvecklandet av teknisk praxis, lyfts också fram som en central del i denna process:

Människans tekniska förmåga har under årtusenden förvaltats och utvecklats av praktiskt verksamma kvinnor och män. Denna process vilar på tradition och praxis, observationsförmåga, nyfikenhet, uppslagsrikedom, företagsamhet, inflytande från andra kulturer – och lärariska misslyckanden.³³⁶ (1994 och 2000)

Den moderna teknikens reciproka beroende av naturvetenskapen i utvecklandet av nya produkter och av ny teknikkunskap, är ett nytt sätt att beskriva relationen dem emellan på *formuleringsarenan*.

Modern teknisk utveckling baseras i högre grad än tidigare på naturvetenskaplig forskning och ett systematiskt utvecklingsarbete.³³⁷ (1994)

En större del av den nya tekniken är resultatet av naturvetenskaplig forskning och ett systematiskt utvecklingsarbete.³³⁸ (2000)

Här ligger man närmare ett gränsland som brukar uppmärksammas som ”technoscience”.³³⁹ Perspektivet på relationen mellan teknik och naturveten-

335 Läroplanskommittén, 1992, s 252

336 Skolverket, 2000b, s 113, likalydande formuleringar.

337 Skolverket, 1996, s 92. Ämnets uppbyggnad och karaktär.

338 Skolverket, 2000b, s 113. Ämnets karaktär och uppbyggnad.

339 I mångt och mycket handlar ”technoscience” om det som idag skulle kallas spets teknik eller spetsvetenskap. Men det filosofiska intresset för detta gränsland berör också människors relatio-

skap utgår från att den moderna naturvetenskapen är djupt beroende av sina instrument och att dessa har utvecklats – och alltjämt utvecklas – i en process där det är omöjligt att skilja mål från medel. Den andra sidan av samma mynt är att framtagandet, innoveringen, av ny teknik har blivit allt mer beroende av naturvetenskapliga landvinningar inom t.ex. ytfysik, färgkemi, biomekanik etc. Tekniken har förvetenskapligats. Å andra sidan har de naturvetenskapliga disciplinerna teknifierats och ekonomiserats bortom den traditionella grundforskningens horisont.

Man kan lägga märke till den åtskillnad mellan forskning och systematiskt utvecklingsarbete som framställs. Antingen avser man att systematiskt utvecklingsarbetet är sådant som görs med tekniska intentioner – men inte likställs med forskning. Eller så menar man att naturvetenskapen ägnar sig åt både forskning och systematiskt utvecklingsarbete och på så sätt bidrar till den moderna tekniska utvecklingen. Det är förmodligen spetsteknikens landvinningar man avser. Normen för forskning sattes här av naturvetenskapens traditioner. I teknik forskar man inte.³⁴⁰

Samtidigt ökade *distanseringen* från naturvetenskapen. Denna trend har vi tidigare sett exempel på. Här tog den sig uttryck genom att man i den reviderade versionen från år 2000 strukit vad som stått under rubriken *Konstruktion och verkningssätt* i ursprungsversionen från 1994:

De naturvetenskapliga förklaringsmodellerna kan här bidra till förståelse samtidigt som de kan illustreras med hjälp av teknik och tekniska principer.³⁴¹

Min tolkning av detta är att teknik inte längre ska framstå som ett ämne vars innehåll – och undervisningstid – ska användas för naturvetenskapliga syften. Ämnet har nog med att finna sin egen identitet och att skapa legitimitet för ämnet på dess egna villkor. Inte genom att knyta statusband åt andra håll.³⁴²

ner till denna verksamhet. Även sociala, politiska och genusavhängiga aspekter behandlas här. Se t.ex. Don Ihdes översikt av det filosofiska området "technoscience", där han bl.a. redogör för skillnader i de filosofiska traditionerna och strömningarna i Europa och Nordamerika, mellan olika generationer av filosofiska författare, samt ventilerar ett visst mått av besvikelse över ointresset för teknikens effekter, Ihde, 2000.

340 Boel Berners ger en historisk belysning över relationen mellan naturvetenskaplig och teknisk forskning, liksom för skillnaderna i syfte med experiment. Berner, 1999, kap 2.

341 Skolverket, 1996, s 93.

342 Detta är ett exempel som har sin motsvarighet i andra länders gränsarbete (boundary work) för ämneskonstruktioner med teknikinslag och en sorts kamp mellan krafter som pågår ännu, t.ex. i Europa, där man i gemensamma strategiska EU-dokument avseende utbildningssatsningar fortfarande – och ibland på ett sätt som nästan framstår som oinitierat – räknar samman "Science and Technology" som ett skolämne, där man oproblematiserat inlemmar Teknik som en del av den naturvetenskapliga ämnesgruppen. Se t.ex. Osborne & Dillon, 2008, s 20, där man skriver

Ett breddat synsätt

I blandade bilder rör sig kursplanens formuleringar mellan teknik som mänsklig verksamhet och Teknik som skolämne, liksom mellan den tillgängliga kunskap som finns om den konstruerade världen och vilken kunskap man anser att en elev kan behöva i framtiden – och hur denna ska erövrats. Det är lätt att fastna i en diskussion om skillnaden mellan att skapa teknik, förstå teknik eller bruka teknik, mellan *om* teknik och *i* teknik, mellan teori och praktik, mellan att läsa om teknik och att hålla på med händerna.³⁴³

I både version 1994 och 2000 skriver man likalydande om att teknikens kunskapsbas har etablerats genom praktiskt arbete.³⁴⁴ Den tekniska kunskapen framstår i kursplanen som såväl något personligt som något kumulativt och gemensamt erövrat och förvaltad. Tonen i kursplanen har ett tvärvetenskapligt anslag där förståelsen av teknik ringer starkast.

För att man skall kunna förstå tekniken och dess betydelse måste den också relateras till kunskap från andra områden, såsom naturvetenskap och samhällsvetenskap. Samtidigt finns tydliga skillnader. Naturvetarens drivkraft är nyfikenhet på naturen och samhällsvetarens är nyfikenhet på samhället, medan teknikerns utmaning är människors olösta praktiska problem.³⁴⁵ (2000)

För att eleven ska förstå sin omvärld behöver hon hjälp att skapa ett mer integrerat kunskapssammanhang. Där utgör den tekniska kunskapskulturen en del. Kanske styrs man av tanken att varje disciplin eller vetenskapligt fält är beroende av någon eller några andra – fysiken av matematiken, samhällsvetenskapen av ekonomin, kulturstudier av politisk teori etc. – för att man som människa ska få en fullödigare omvärldsuppfattning när man tillägnar sig dem.

Kursplaneförfattarna markerar en vidgning av den kunskapsyta som är relevant för behandling när eleverna ska erövra teknisk bildning. De pekar på att teknisk kunskap och teknisk förmåga är något eget och att detta har andra rötter än den moderna naturvetenskapen. Man påtalar skillnaden genom att peka på de *intressesfärer* som naturvetenskapen och samhällsvetenskapen behandlar – den naturliga världen (naturen) respektive den sociala världen (samhället) – medan man för den tekniska sidan pekar både mot *aktiviteten* och *problemställning-*

bort problemet genom att konstatera att "The relationship between science and technology is neither well-developed nor sufficiently explored".

343 Utrymmet tillåter inte exkurser kring alla dessa möjliga gränsland. För utförligare diskussioner och intryck, se t.ex. Hagberg, 2009, eller Ginner, 1996.

344 Skolverket, 1996, s 92. och Skolverket, 2000b, s 113.

345 Skolverket, 2000b, s 113, Skolverket, 1996, s 92.

arna: ”människans olösta praktiska problem” liksom mot den konstruerade världen som intressesfär.³⁴⁶

Den sista utvidgningen som formulerades om teknikens relation till människans andra verksamheter – såväl vetenskapliga som vardagliga – finns i följande citat:

Teknik utvecklas också i samspel med de sköna konsterna. Överhuvudtaget är tekniken en mötesplats för idéer och kunskaper av de mest skiftande ursprung, något som har karakteriserat den sedan äldsta tider.³⁴⁷ (2000)

Att tydligt framhålla inställningen att teknik har samröre med de sköna konsterna var en nyhet från revisionen år 2000.³⁴⁸ Den passagen hade ingen motsvarighet i ursprungsversionen från år 1994.

Det finns således en skillnad i kursplanens formuleringar i hur man behandlar relationen mellan teknik och andra ämnesfält i ett historiskt ljus. Dels gäller det hur man presenterar utvecklandet av teknik, dels hur man betraktar den kunskap man som människa bör erövra för att förstå teknik. Min tolkning av detta är att det finns en tudelad samverkande rörelse. Genom att lämna synen på teknik som en konstnärlig eller skråbunden yrkestradition och samtidigt visa att konstnärliga aspekter liksom natur- och samhällsvetenskapliga kan tillföra något till såväl förståelsen för som utvecklandet av teknik, vill man inskräpa att teknik har en egen kunskapsbas med långa rötter. Den är inte direkt beroende av andra, men kan förstärkas genom kunskaper från andra håll. Ett modernt teknikämne ska visa medvetenhet för modern teknik, även av systemisk, komplex och i många fall storskalig teknik. Där ges nu Teknik ett särskilt och uttalat ansvar för att eleverna skulle få möta detta i undervisningen. Ett modernt teknikämne ska behandla tekniska system. Detta är i linje med den kraftiga markeringen av teknik som en egen kunskapstradition som Skola för bildning höll fram.

Men inget är för evigt. År 2000 gav Skolverket också ut ett kommentarmaterial kring de reviderade kursplanerna och betygskriterierna. Även i detta togs frågan om teknikens relation till andra kunskapsfält upp. Av de cirka två sidor som materialet ägnar åt Teknik, används cirka en femtedel till att belysa detta. I lju-set av vad som kom att stå i den reviderade kursplanen (ovan) kan man notera kommentarmaterialets formulering:

³⁴⁶ Skolverket, 2000b, s 113.

³⁴⁷ Ibid., s 113.f.

³⁴⁸ Till de sköna konsterna brukar räknas arkitektur, måleri, skulptur, poesi och musik.

Teknikens relation till andra områden bör vara tydlig, bland annat för att ge ett bra underlag för samarbete över ämnesgränserna eller mer långtgående integration. Inget hindrar att man sysslar med både teknik och naturvetenskap samtidigt – det gör ju till exempel de flesta fysiker – men det är också intressant att notera att teknik och naturvetenskap representerar olika perspektiv. Tekniken kan, vilket den också gjorde då naturvetenskap i modern mening utvecklades, ge upphov till naturvetenskapliga frågeställningar och på så sätt utgöra en inkörsport till exempelvis ett avsnitt i fysik. Naturvetenskapens modeller kan ibland förklara hur det kommer sig att vissa tekniska idéer fungerar bättre än andra. I tekniken hittar man användbara exempel på hur naturens lagar ytttrar sig rent praktiskt och i vardagliga situationer.³⁴⁹

Man kom alltså att använda lejonparten av texten till att behandla relationen mellan Teknik och NO (framför allt Fysik). Inget utrymme användes åt att kommentera hur Teknik skulle kunna samverka med andra ämnen i grundskolan t.ex. de samhällsvetenskapliga, eller de mer ”sköna konsternas ämnen” såsom Bild, Slöjd, eller Musik.³⁵⁰ Här framstod åter Teknik som ett stödämne och en inkörsport till naturvetenskapen, en kontext för att behandla naturvetenskapliga frågeställningar, modeller och lagar. Den forskning som gjorts kring till exempel modern design, arkitektur eller för den delen teknisk systemvetenskap verkar man ha förbigått eller inte känt till.

Den enskilt viktigaste rörelsen, och den som jag vill säga har skapat öppningar för systemrelaterade kursplaneskrivningar att ta form, är den tilltagande distanseringen mellan Teknik och det naturvetenskapliga ämnesblocket. Detta är en rörelse som pågått parallellt med att teknik som kunskapsfält har givits en starkare egen identitet på formuleringsarenan. Både teknik som kunskapsfält och Teknik som undervisningsämne har samtidigt pekats ut som fält som lämpar sig väl för interdisciplinära undervisningsansatser.

På formuleringsarenan har alltså den tekniska kunskapstraditionen inte bara strävat efter att frikopplas från synen på teknik som tillämpad naturvetenskap i Lpo 94, den har reformulerats i en ny relation till naturvetenskapen och dessutom till andra hos människan skapande verksamhetsfält. Utvecklingen av såväl gamla som nya tekniska lösningar och tekniska produkter samt, i samband därmed, teknikbaserad kunskap, framställs som en process som pågår i människans hela livsvärld. Människan och hennes kunskap påverkar tekniken och vice

³⁴⁹ Skolverket, 2000a, s 55.

³⁵⁰ Speciellt intressant att notera är att detta skedde efter en satsning i mitten på 1990-talet där ett förhållandevis stort antal Slöjd-, Hemkunskaps- och Bildlärare fortbildades i Teknik.

versa. Att vara människa är att vara teknisk. *Creo ergo sum*. Jag skapar, alltså finns jag – för att parafrasera Cartesius.

Talet om tekniska system inom Lpo 94

Trots att teknikkursplanen inom Lpo 94 är kortfattad innehåller den, på ett helt annat sätt än sina jämförbara föregångare, tydliga signaler om att tekniska system ska ses som ett område som bör behandlas i undervisningen (ämnesförslaget till *Teknik och miljö* inom betänkandet *Skola för bildning* därmed oräknat i detta läge). Av de knappt fem sidor som kursplanen för Teknik upptar, är det två passager som är särskilt centrala för analysen.³⁵¹ För det första motiveras teknikämnets plats i läroplanen genom att man påpekar relationen mellan ett samhälle med allt fler system och målet att göra detta begripligt för eleven. Detta betraktar jag som ett grundmotiv inom *talet om tekniska system*. Man nämner även behovet av att kunna analysera och värdera tekniken ur flera perspektiv som rör dess relation till såväl människa som natur och samhälle.³⁵² För det andra lyfter kursplanen fram ett speciellt perspektiv för behandlingen av undervisningens teknikinnehåll där just komponenter och system är det centrala.³⁵³ Här nämns systemteoretiskt länkade begrepp som hierarki, delsystem och komponent, liksom att studiet av de tekniska systemen kan vara en analysmetod som ger ”viktiga insikter i teknikens speciella karaktär och villkor” och kan visa hur teknik infogas i större system.

Kursplanen för Teknik talar om tekniska system på ett sammanvävt sätt. De tekniska systemen framträder flera nivåer i dokumentet – ämnets karaktärsbeskrivning, dess syften och mål, ett av perspektiven liksom inom betygskriterierna – på ett sätt som kan inkluderas i talet om tekniska system.

Komponenter, styrning och gränser

Liksom i läroplanskommitténs ämnesförslag *Teknik och miljö*, argumenterar man i Lpo94 för att ett systemrelaterat ämnesinnehåll motiveras av att vår tekniska omvärld har blivit allt mer komplex. Även om undervisningsfokuset *storlek/komplexitet* här endast har en svagt framskjuten position, bidrar det till *talet om system* genom att det används för att anvisa en sorts progression inom ämnet. För eleverna i de tidiga åren är fokus i uppnåendemålets formulering för slutet av det femte skolåret satt på de enkla, mindre och mindre komplicerade artefakterna. De förväntas ”kunna använda vanligt förekommande redskap och

351 Se Bilaga 1. Där visas både versionen från skrivningen från 1994 och den reviderade från 2000.

352 Skolverket, 1996, s 91, orubricerad inledning., respektive Skolverket, 2000b, s 112, under inledningens rubrik *Ämnets syfte och roll i utbildningen*.

353 *Komponent- och systemperspektivet*. Skolverket, 1996, s 93, respektive *Komponenter och system*, Skolverket, 2000b, s 115. Se bilaga 1.

tekniska hjälpmedel och beskriva deras funktioner”, medan det i ”Mål som eleverna skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret” anges att de ska ”kunna identifiera, undersöka och med egna ord förklara några tekniska system genom att ange de ingående komponenternas funktioner och inbördes relationer.”³⁵⁴

De två mest framträdande undervisningsfokusarna är i stället de som riktar in undervisningen mot *relationen mellan komponenterna*, respektive *systemens relation till omgivningen*. Det perspektiv i kursplanen som tar upp komponenter och system talar om *komponenter* eller *föremål med teknisk funktion* och att dessa ofta är sammanlänkade med, eller kan bilda, något mer komplext – ett system. Motsvarande formuleringar finns i ämnets beskrivning:

Utifrån ett praktiskt och undersökande arbete åskådliggörs både den tekniska utvecklingsprocessen – probleminentifiering, idé, planering, konstruktion, utprovning och modifiering – och hur den teknik som omger oss är länkad till olika och ofta inbördes beroende system.³⁵⁵

Uppnåendemålet för år 9 svarar mot dessa skrivningar. Där förväntas eleven

[...] kunna identifiera, undersöka och med egna ord förklara några tekniska system genom att ange de ingående komponenternas funktioner och inbördes relationer.³⁵⁶

Man håller här fram komponenternas inbördes relationer, att sambanden inom systemet är viktiga att belysa. Ingen ansats görs i detta läge mot att förstå eller beskriva systemets egen funktion, eller funktioner.³⁵⁷ Denna tolkning förstärks i den beskrivning av bedömningens inriktning som görs när det gäller elevernas prestationer i teknikämnet:

Bedömningen avser också elevernas förmåga att se samband och processer i en teknisk konstruktion eller i ett tekniskt system samt att åskådliggöra och förklara teknik med hjälp av relevanta begrepp, principer och bilder.³⁵⁸

354 Skolverket, 2000b, s 115. Nästan likalydande formulering i den tidiga versionen, Skolverket, 1996, s 94.

355 Skolverket, 2000b, s 114. Nästan likalydande formulering i den tidiga versionen, Skolverket, 1996, s 92.

356 Skolverket, 2000b, s 115.

357 Man kan jämföra med den holländska teknikfilosofiska forskningsansats som prövar att karaktärisera teknikens artefakter efter deras funktion, struktur (och beteende), Kroes & Meijers, 2002. Funktioner hos en teknisk konstruktion skulle kunna identifieras beroende på vilken systemgräns man anlägger, men forskningsprojektet ”The Dual Nature of Artefacts” intresserar sig – i min förståelse – ännu så länge mer för mindre och okomplicerade artefakter.

358 Skolverket, 2000b, s 116.

Genom att tala om "de ingående komponenternas" respektive "tekniskt system" ger man här en implikation att det är möjligt att tolka de två citaten ovan så att "en teknisk konstruktion" kan betraktas ur ett systemperspektiv. Texten talar om en konstruktion med ingående komponenter vilken ska beskrivas med relevanta begrepp. Antingen är detta en statisk konstruktion med få komponenter, låg dynamik och enkla samband eller sträcker den iväg längs skalorna mot många komponenter, hög dynamik och komplexa samband. De "relevanta begrepp" som nämns bör då kunna förstås som att det krävs någon form av systemrelaterad terminologi eller teknisk vokabulär för att klara denna beskrivning.

Inga ytterligare systemspecifika begrepp med koppling till komponenternas relationer nämns i kursplanen, som t ex *återkoppling (feedback)*. Däremot så nämns *styrning* inom perspektivet *Teknikens uppgifter* (1996)/ *Vad tekniken gör* (2000) och man exemplifierar med några tekniker för detta. Förmodligen kan bristen på systembegrepp tillskrivas den stränga form som kursplanen måste skrivas inom. Med ett begränsat utrymme gavs få möjligheter att precisera mer än ett fåtal centrala begrepp och den avslutande delen av meningen ovan kan ses som ett uttryck för detta. De relevanta begreppen, principerna och bilderna måste lärarna själva eller läromedelsförfattarna stå för, som en del i en teknikundervisningstradition.

I kursplanen framträder en systemsyn som närmar sig den cybernetiska, vilket bl.a. antyder att tekniken och de tekniska systemen är möjliga att styra. I den senare kursplaneversionen är det identifieringen av komponenternas *funktioner* och förmågan att ange dem som kommer i fokus. Att identifiera en komponents funktion har anknytning till den svarta lådan, "the black box", framstår som något centralt. När komponenternas *funktioner* och *relationer* kommer starkare i förgrunden, och den information som flödar dem emellan, är det kännetecken för den cybernetiska tanken. Därmed skiftar *talet om system* till del karaktär. *S&R-språket* vinner en aning i styrka i och med att ett cybernetiskt styrmanssätt att se på tekniken börjar användas. Eleverna förväntas således inte förklara systemets funktioner, dess verkningsätt, utan hur de ingående komponenterna samverkar, hur systemet fungerar. Detta tolkar jag som att gå ner en nivå i systemhierarkin för att beskriva en process. Den verkan systemet har på sin omgivning, systemets funktion, lämnas dock fortfarande delvis därhän.³⁵⁹

Vi finner, i jämförelse med vad vi tidigare sett på formuleringsarenan, uttryck som pekar mot att kunskap om systemen byggs upp och framträder (för

359 Jag är medveten om att språkbruket i detta stycke kan vara en källa till förbistring. Flera av de begrepp som används har inte entydiga bestämmningar.

eleverna) genom de komponenter man identifierar. Denna infogning av artefakter i system kan betraktas på två sätt. För det första som att det är en teknisk process som pågår. För det andra på det bildningssätt som kursplanen anger:

Genom att studera enskilda tekniska lösningar och deras infogning i större system kan eleverna få viktiga insikter i teknikens speciella karaktär och villkor.³⁶⁰

Det finns en förskjutning mellan kursplaneversionerna. Där den tidiga har en mer framträdande *linjär* beskrivning av komponenternas relationer, uppvisar den senare flera exempel som vidgar bredden av systemmodeller. Bland annat nämns både nät, delsystem och hierarkier. Exempelen som ges är "nät som förmedlar gods, energi eller information".³⁶¹ Även om inte energisystemet eller Internet nämns som explicita exempel är utgångspunkten i detta fall mer grundad i ett *ontologiskt systemspråk*. Systemen finns. Därefter finner man, eller identifierar, delsystem eller subnivåer i hierarkin.

Vad som framträder är en ansats till anvisningar om två undervisningsmetoder för, eller ingångar till, de tekniska systemen. I det första fallet är tanken att man genom att sätta in artefakten, den enskilda tekniska lösningen, i någon form av *sammanhang* erbjuder eleven möjligheter att förstå den konstruerade världen. När syftet är att visa relationen till andra komponenter i ett system, samtidigt som systemet ges någon form av gräns, har jag jag kallat detta "*komplexifiering genom att tilldela komponenter ett sammanhang*". Denna metod har en koppling till både det *epistemologiska systemspråket* och till en parallell användning av undervisningsfokuset *storlek/komplexitet*. Utgångspunkten är att man vill veta något om eller beskriva det system där artefakten kan sägas ingå. Därutöver innebär denna komplexifiering att man söker sig mot högre systemnivåer. Den andra metoden innebär att man tillsammans med eleverna utgår från ett språkligt överenskommet system och sedan fyller det med komponenter och delsystem.³⁶² Man söker sig nedåt/inåt. Detta ligger närmare ett *ontologiskt systemspråk*. Båda metoderna har, som jag ser det, för avsikt att för eleverna organisera den konstruerade världen på ett sätt som underlättar för dem, som gör samband synliga och begripliggör. På så vis kan de betraktas som steg mot ett systemiskt tänkande.

360 Skolverket, 2000b, s 115.

361 Ibid., s 115.

362 Dessa båda varianter, i korthet kallade "sammanhangskomplexifiering" respektive "fyllnadskomplexifiering", framträder tydligare på medieringsarenan och beskrivs i kap 7.

Bland uppnåendemålen i år 5 finns ett där eleverna förväntas nå upp till en nivå där de kan

[...] redogöra för, inom några väl bekanta teknikområden, aspekter på utvecklingen och teknikens betydelse för natur, samhälle och individ.³⁶³

I strävansmålen finns motsvarande formulering, men där använder man i stället för "betydelse" det i detta sammanhang något skarpere ordet "påverkar". Flera av de teknikområden kursplanen nämner har potentiellt systemiska förtecken. Det kan förmodas betyda transportteknik, telefonteknik, livsmedelsteknik eller liknande kategoriseringar.³⁶⁴ Riktningen här är enbart *från* tekniken *till* något som mer verkar tillhöra en omgivning: naturen, samhället och individen.³⁶⁵ Motsvarande uppnåendemål för år 9 slår fast att eleverna skall

kunna analysera för- och nackdelar när det gäller teknikens effekter på natur, samhälle och individens livsvillkor.³⁶⁶

Här är "aspekterna på betydelsen för" från år 5 preciserade som "för- och nackdelar av teknikens effekter", men riktningen är densamma. Människans roll blir särskilt intressant i beskrivningen av dessa mål. Ska individen vara en del av det system man tänker sig förstå, eller ej? Kursplanen i Teknik synliggör på flera ställen människans roll relativt tekniken, men när det gäller frågan om hon ska räknas in i systemen eller ej, får jag intrycket av en distansering. Människan står utanför systemen, men kan styra dem.

Teknikkursplanen visar samtidigt att undervisningsfokuset inte enbart är riktat från tekniken till omgivningen. Under rubriken "Tekniken, naturen och samhället" uppmärksammas *växelspelet* mellan människa och teknik i den första meningen.

För att förstå teknikens roll och betydelse måste växelspelet mellan mänskliga behov och teknik behandlas. Detta perspektiv belyser konsekvenser och effekter för individ, samhälle och natur av en viss teknikanvändning.³⁶⁷

363 Skolverket, 2000b.

364 "Teknikområden" är ett mångtydigt begrepp. Jämför Björn Anderssons indelning i *Barn och teknik*, nr 4, eller *Technology for All Americans* i kap 2.

365 I min egen studie av sex länders styrdokument fann jag att denna enkelriktade syn på teknikens påverkan på omgivningen var den allt dominerande, Klasander, 2007.

366 Skolverket, 2000b.

367 Ibid.

I citatets andra mening, framträder en enkelriktad påverkan från tekniken (den systemiska tekniken, som jag läser det här) till individ, samhälle och natur. Återigen lyfts den sociala världen och den naturliga världen fram. Vad som framstår som oklart är ifall det som människan under årtusenden konstruerat och det sätt som hon därigenom förändrat världen ryms inom begreppet "samhället", eller om det syftar mot samhället som institution? "Mänskliga behov" får representera krafter hos individen och i samhället – i den sociala världen. Även bedömningskriterierna innehåller en passage med liknande formulering, där den växelvisa påverkan syns genom de samhälleliga *drivkrafter* som nämns:

Dessutom gäller bedömningen förståelse av det ömsesidiga förhållandet mellan teknik och människors livsvillkor. [...] Elevers kunskaper om hur samhällsfaktorer påverkat teknikens utveckling och hur tekniska landvinningar påverkat samhället, liksom hur teknik genererat ny teknik ingår i bedömningen.³⁶⁸

Denna typ av analyser och beskrivningar kräver, om jag ser till mina *systemsignifikanter*, att det antingen finns en stark gemensamt överenskommen

föreställning om vad som är systemets eller samhällets gränser, alternativt en situationsbunden och aktiv *definiering av systemets gräns* i förhållande till en *omgivning*. I båda dessa fall är alltså språkliga konventioner mycket framträdande, och de didaktiska konsekvenserna tydliga. Men det är svårt att finna en konsekvent hållning för detta i kursplanen.

Starkast framträder den interaktiva synen på *systemens relation till sin omgivning* inom det kursplaneperspektiv som berör *Utveckling* (teknisk förändring). Kursplanens formuleringar om teknikens allt mer komplexa karaktär och utvecklingsperspektivets tal om drivkrafter för teknisk förändring, bidrar till att de tekniska systemens relation till sin omgivning framstår som både interaktiv och historiskt situerad och betingad. Detta visar på vilket komplicerat och samtidigt ambitiöst sätt detta undervisningsfokus är framskrivet inom kursplanen.

Medborgaren, tekniken och omvärlden

De två senast nämnda undervisningsfokusarna framträder inom talet om tekniska system i ett sammanhang som präglas av en *vardagsemfas* respektive en *medborgerligemfas*. En implicit, men ändå till *talet om system* kopplad *hållbar utvecklingsemfas*, kan också skönjas. Den framträder med en koppling till *miljöspråket*. Men den *hållbara utvecklingsemfasen* inom Teknik inom Lpo 94 har inte samma uttalade styrka som fanns i *Teknik och miljö* ur *Skola för bildning*. Nyckelordet

368 Ibid., under *Bedömningens inriktning*.

”hållbart” nämns inte inom teknikämnets kursplan.³⁶⁹ Däremot tar såväl Hem- och konsumentkunskap, som SO- och NO-blocken upp ordet inom sina kursplaner.³⁷⁰ Detta kan synas något märkligt eftersom man inom Tekniken talar om teknikens påverkan på omgivningen och att kursplanen även nämner teknikens påverkan på miljön, konsekvenserna av våra teknikval och de etiska överväganden som är förknippade med dessa.³⁷¹

Hållbar utveckling behöver inte enbart handla om den gröna miljön. Man kan jämföra med den lista svenska regeringen år 2006 satte upp på ett knappt 90-tal indikatorer för hållbar utveckling bl.a. inom områdena hållbar konsumtion och produktion, miljö och klimat, hälsa och global utveckling. Av dessa 90 skulle man kunna säga att ett tjugotal har en stark och direkt koppling till användning av teknik, flera av dem med systemisk karaktär – buller, bredband, industriavfall, kollektivtrafik, energitillförsel, varutransporter etc.³⁷²

Ser man till teknikens allt mer komplexa strukturer som en del i omvärldsväven, ger kursplanen för Teknik dock intrycket av att det finns högaktuella motiv för att behandla mänsklig teknikanvändning som en del av ämnet i ett hållbart perspektiv. För Teknikens del kommer detta också till uttryck i kommentarmaterialet genom att man poängterar ett implicit hållbart perspektiv på teknisk utveckling.

Beslut i tekniska frågor har stor betydelse både för enskilda medborgare och för samhället som kollektiv, och samhällsutvecklingen dikterar i sin tur en del av villkoren för hur tekniken utvecklas. Inte minst etiska aspekter på teknisk utveckling tillmäts stor vikt. Så nämns exempelvis den påverkan olika teknikval har på den miljö och den natur vi lämnar till våra efterkommande.³⁷³

369 Läroplanen föreskrev visserligen på enbart ett ställe i den allmänna delen att undervisningen ska kännetecknas av ett hållbart perspektiv: ”Undervisningen skall belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling”, Skolverket, 2000a, s 11. Kommentarmaterialet från år 2000 påpekade en generell ambition med översynen: ”Värde- och miljöfrågor har betonats mer än tidigare”, Skolverket, 2006, s 6.

370 Skolverket, 2000b, Hkk s 20, NO s 47, SO s 65, 71, 87, 88, 89. Tyngdpunkten för undervisningen utifrån hållbara utvecklingsperspektiv verkar således vila hos SO-blocket.

371 Se även Öhman & Östman, 2004. Detta stödmaterial från Myndigheten för skolutveckling är avsett för den svenska grundskolans senare år och gymnasieskolan. Boken har ett övervägande fokus mot andra undervisningsämnen än Teknik, men innehåller några delar där teknikens roll i ett hållbart utvecklingsperspektiv lyfts fram i undervisningsexemplen.

372 Regeringen & Miljö och samhällsbyggnadsdepartementet, 2006.

373 Skolverket, 2000a, s 55f.

Undervisningsfokuset *växelverkan med omgivningen* används även i kursplanens betygskriterier för att konkretisera en *hållbara utvecklingsemfas*:

Eleven ger exempel på samband mellan teknik, natur samhälle och individ. Eleven skall utifrån sådana exempel självständigt kunna analysera hur olika faktorer påverkat varandra, också över en längre tidsperiod, samt kunna göra värderingar ur till exempel etiska, sociala och globala perspektiv.³⁷⁴ (1994, Betygskriterier för Vål godkänd)

Eleven analyserar också utifrån sådana exempel självständigt hur olika faktorer påverkat varandra, också över en längre tidsperiod, samt gör värderingar ur till exempel etiska, sociala och globala perspektiv.³⁷⁵ (2000, Betygskriterier för Vål godkänd)

Man påpekar den tekniska förändringens växelverkan med omgivningen och poängterar teknikens effekter på natur och samhälle, liksom de värderingsfrågor som bör tas upp i undervisningen.

Både inom Lgr 80 och Lpo 94 finns det en *vardagsemfas* i teknikkursplanen i den del av kursplanen som motiverar ämnets plats i läroplanen. Det finns dock en skillnad mellan hur relationen *teknik och vardag* framställs mellan de båda. Den tekniska vardagen framstod i Lgr 80 som en kunskapsvärld där det tekniskt-praktiska hanterandet av bruksföremål och vardagsting kan leda till insikter som ligger nära resonemangen om *hållbar utveckling*. Eleverna skulle lära sig respekt för hushållningen med såväl naturens resurser som med redan befintliga tekniska produkter. Vardagstingen skulle återanvändas, kanske även de material de bestod av.³⁷⁶ Två emfaser samverkade – *vardagsemfasen* och den *hållbara utvecklingsemfasen*. Kopplingen mellan båda dessa emfaser och system var svag inom kursplanen för teknik i Lgr80. Som jag tidigare konstaterat, var det fokus man anlade på teknik inom Lgr80 riktat mot enklare artefakter. I Lpo 94 argumenterar man för att det finns en koppling mellan elevens begriplig- och synliggörande av vardagens teknik och hennes förståelse av tekniska system.³⁷⁷ Teknikens systemiska egenskaper uppmärksammas genom att man till elevernas vardagsnära teknikupplevelser även räknar in mötet med komplicerade transportsystem och energinät. När det gäller teknikens relation till elevens vardagsupplevelser skrev Staffan

374 Skolverket, 1996, s 95.

375 Skolverket, 2000b, s 117.

376 Skolöverstyrelsen, 1980e, s 16.

377 Skolverket, 1996, s 91, orubricerad inledning.

Sjöberg i CETIS (Centrum för tekniken i skolan) nyhetsbrev en reflekterande artikel kring vad det kan menas med att se på ett skolämne som vardagsbaserat. Han menade att Tekniken gott kan ha ambitionen att ge eleverna förståelse för den teknik som finns runt omkring dem i deras vardag. Men den undervisningsmässiga dimensionen av detta kommenterade han genom att påpeka en skillnad:

Riktigt vad vardagsanknytning innebär är för övrigt inte alltid så lätt att reda ut. Tapeter är kanske vardag, men knappast tapetserandet. Ofta har man större nytta av att identifiera och utnyttja vardagligt tänkande i tekniska sammanhang än av att söka efter vardaglig teknik.³⁷⁸

Vardagens koppling till hållbar utveckling ser alltså något annorlunda ut i de två teknikkursplanerna i Lgr 80 respektive Lpo 94. Argumenten inom *vardagsefasen* i Lpo 94 baserade sig två saker. Man ville dels lägga vikt vid elevernas möjligheter att få den tekniska vardagen begripliggjord, dels ansåg man att elever bör utveckla en handlingsberedskap i sin tekniska vardag. I ett systemperspektiv kan detta att begripliggöra vardagens teknik betyda att man ser bortom de enkla artefakterna och även räknar med mer komplicerade tekniska *sammanhang*.

Vi kan också notera att kursplanen talar om hur teknik infogas i tekniska system (som t.ex. "komponentredskap/maskinsystem") eller hur komponenter kan bilda tekniska system.³⁷⁹ I den reviderade versionen pekar man på att tekniska föremål kan ingå i system och tar under motsvarande stycke upp möjligheten att definiera delsystem i större system. Man använder över lag ett *systemspråk* som har en *ontologisk* klangbotten.

Sett som en del av *talet om system* lutar sig analysen mot den förståelse av relationen mellan *komplex teknik*, människa, samhälle och natur som jag tidigare presenterat. Inom Lpo 94 kan man se den *medborgerliga bildningsefasen* utvecklas ytterligare. I en allt mer teknifierad och tekniskt komplex omvärld är denna relation essentiell att behandla i undervisningen, menar man i de avsnitt som anger teknikämnets syfte och roll. De två kursplaneversionernas formuleringar är till stor del likalydande. Den *medborgerliga bildningsefasen* får ett etiskt-moraliskt anslag genom det sätt man lyfter fram de etiska överväganden

378 Sjöberg, 2006.

379 Ordet "komponentredskap" står i original. I den tidiga versionen från 1994 tas även exemplet "mjölkens väg från ko till kylskåp" upp, där man använder en antydd linjär bild av systemet för att visa hur detta kan utgöra en utgångspunkt för resonemang om "för och nackdelar med olika tekniska lösningar", Skolverket, 1996, s 93.

som användandet och skapandet av teknik kräver. I Skolverkets kommentar-material från år 2000 understryker man dessa inriktningar i kursplanen: "Inte minst etiska aspekter på teknisk utveckling tillmäts stor vikt."³⁸⁰

Genom användandet av ett *miljöspråk* tillsammans med ett *undervisningsfokus* som rör *systemens växelverkan med omgivningen* har den *medborgerliga bildnings-emfasen* och *HU-semfasen* fått ett politiskt tema inom *talet om tekniska system*. Temat berör relationen mellan människa, teknik och omvärld på ett sätt där teknikens systemiska karaktär spelar en avgörande roll och där människans medborgerliga rättigheter och skyldigheter ställs under etisk prövning, framför allt i ett hållbart perspektiv. Teknikkursplanens perspektiv *Komponenter och system* bidrar till detta och pekar ut riktningen genom att framhålla att systemkunskaper kan ge "viktiga insikter i teknikens speciella karaktär och villkor". Denna väg anträdades delvis redan under Lgr 80.

Kombinationen av de följemeningar som nämns ovan kan leda de etiska dimensionerna mot en politisk prägel.

Nyttjandet av teknik reser nämligen en rad etiska frågor som berör grundläggande värderingar, till exempel vad gäller teknikens konsekvenser för miljön.³⁸¹

Miljöspråket används för att beskriva relationen mellan de tekniska systemen och miljön på ett sätt där människans och samhällets beslut, liksom konsekvenserna därav, står i förgrunden. Man kan tolka detta som att de tekniska systemens utveckling och användning bör problematiseras i undervisningen på ett sätt som tar upp detta ur ett hållbart perspektiv. Detta är en speciell utmaning för ett teknikämne som har ansvar för att belysa den teknikhistoriska utvecklingen. Människans sätt att teknifiera världen, att utöka räckvidden för sin förmåga så att den når global täckning, har ofta inneburit att man utnyttjat jordens resurser på ett ur ett hållbart utvecklingsperspektiv oansvarigt sätt. Man kan ana ett moraliskt imperativ att inte förbruka jordens resurser på för naturen utarmande sätt, utan ett sätt som "tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov", för att citera Brundtlandrapportens definition av hållbar utveckling.³⁸²

Tekniken framstår därför i kursplanen inte enbart som något inomtekniskt, utan som en kunskap och verksamhet man måste räkna med i allt vidare sam-

380 Skolverket, 2000a, s 55f.

381 Skolverket, 2000b, s 112.

382 World Commission on Environment and Development & Brundtland, 1988. I den allmänna delen av Lpo94 står det även att "Undervisningen skall belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling." Skolverket, 2006, s 6.

manhang. Elevens kunskaper i och om teknik ska lägga grunden för ställningstaganden som rör växelspelet mellan mänskliga behov och teknikens utveckling liksom detta växelspels konsekvenser.

För att förstå teknikens roll och betydelse måste relationen mellan mänskliga behov och teknik behandlas. Undervisningen skall belysa konsekvenser och effekter för individ, samhälle och natur av en viss teknikanvändning. Härvid skall t.ex. värderingsfrågor, intressekonflikter, förändrade livsvillkor och ekonomiska konsekvenser som kan uppkomma i samband med olika typer av teknikanvändning, belysas och diskuteras.³⁸³ (1994)

För att förstå teknikens roll och betydelse måste växelspelet mellan mänskliga behov och teknik behandlas. Detta perspektiv belyser konsekvenser och effekter för individ, samhälle och natur av en viss teknikanvändning. Ämnet tar också upp värderingsfrågor, intressekonflikter, förändrade livsvillkor och ekonomiska konsekvenser som kan uppkomma i samband med olika typer av teknikanvändning.³⁸⁴ (2000)

Jag ser i detta ett uttryck för att en *medborgerlig bildningsemfas* har befäst både sin egen position och sbidragit till systemdiskursen relativt tidigare kursplaner och kursplaneförslag.

I Lpo 94 är Teknik det enda ämne som explicit har tilldelats ett ansvar att behandla tekniska system. Argumenten för detta är att eleven på ett bättre sätt ska klara sig i ett modernt samhälle. Kursplanecitaten ovan är exempel som pekar mot att statens förväntningar på Tekniken har höjts och att de har ställts med en *medborgerlig emfas*. Denna rörelse har likheter med Englunds analys från tidigt 1980-tal:

Den demokratiska utbildningskonceptionens medborgerliga och politiska bildning som successivt tar form betonar i strid med den dominerande vetenskapligt rationella konceptionen en medborgerlig medvetenhet, ett medborgerligt deltagande i och ett medborgerligt ansvar för de politiska besluten.³⁸⁵

Parallellt med detta tema finner man i kursplanen en *teknikhistorisk bildningsemfas*. Argumentationen som tillhör denna emfas bygger på att antagandet att

383 Skolverket, 1996, s 92. *Människa – teknik – natur*.

384 Skolverket, 2000b, s 115. *Tekniken, naturen och samhället*.

385 Englund, 2005, s 323.

teknisk förändring är en viktig del i elevernas kunskapsbas för att förstå en komplicerad omvärld. Produktionsvillkoren, samhället i sig, den fysiska miljön och därmed våra livsvillkor förändras. Detta och drivkrafterna bakom bör eleverna göras uppmärksamma på. Man påpekar att tekniken har ”påtagliga konsekvenser för människa, samhälle och natur”.³⁸⁶ Den svenska kursplanen ansluter till den kanon som menar att den tekniska förändringstakten accelererar och att det sker med en riktning mot allt större komplexitet. Enskilda individers livsmönster och förhållande till teknik påverkas av denna rörelse. Den *historiska bidningsemfasen* framträder med sociotekniska förtecken och pekar mer på den historiska kunskapens roll som ett medel än ett mål, när det gäller förståelsen av systemens framväxt över tid.

Här ryms även ett argument för att förståelsen av omvärlden underlättas om eleven kan få kunskap om teknisk förändring genom att tränas i att inte enbart tänka över enskilda artefakters förändring, utan även tänka över systemens förändring, deras dynamik.

Genom att följa teknikens historiska utveckling ökar ämnet möjligheterna att förstå dagens komplicerade tekniska företeelser och sammanhang.³⁸⁷

Inför revisionen år 2000 fick Skolverket uppdraget att även fastställa betygskriterier för Mycket väl godkänd.³⁸⁸ Således finns det fr.o.m. denna tidpunkt två kriterier som har bäring på system, eller ”komplexa anordningar”, och teknisk förändring:

Betygskriterier för Väl godkänd

Eleven beskriver hur något eller några tekniska system utvecklats genom att redovisa förändringar i konstruktion och grundläggande principer samt förändringarnas betydelse när det gäller funktioner, egenskaper och användningsmöjligheter.³⁸⁹

Kriterier för betyget Mycket väl godkänd

Eleven redogör, på basis av egna undersökningar, i viss detalj för uppbyggnad och funktion även hos mer komplexa anordningar, där de bärande idéerna inte är uppenbara.³⁹⁰

386 Skolverket, 2000b, ur kursplanen för teknikämnet.

387 Ibid., s 113. Nästan likalydande formulerat i den tidiga versionen, Skolverket, 1996, s 92.

388 Skolverket, 2000b, s 6.

389 Ibid., s 116.

390 Ibid., s 117.

Den teknikhistoriska emfasen pekar åt två håll. Dels är det fortfarande meningsfullt att lära sig gammal teknik, eftersom en hel del gammal teknik fortfarande fungerar – teglet, bokstäver, hävstången, växelströmssystemet etc. Dels är det meningsfullt att lära sig teknikhistoria eftersom det kan säga oss något om vår egen samtids artefakter och system – kanske även något om framtiden.³⁹¹

Det historiska studiet av teknikens utveckling rymmer inom *talet om tekniska system* motiv från såväl *vardagsemfasen*, den *medborgerliga emfasen* som den *HU-emfasen*. Eleverna bör alltså följa den teknikhistoriska utvecklingen där större produktionssystem, interkontinentala kommunikationer, global handel etc. framträder med ökad komplexitet. Det är angeläget att eleverna bereds möjligheter att skaffa sig redskap – begrepp och metoder – för att förstå och att agera i den komplexa tekniska värld som omger dem. Ett underliggande motiv i båda emfaserna är att ge eleverna en handlingsberedskap. Här saknas dock anvisningar om vilka begrepp eller undersökningsmetoder eller beskrivningsmodeller som kan bistå lärare och elever i detta arbete.

Lpo 94 – sammanfattning

Teknikämnet är det enda skolämne inom Lpo 94 som på ett tydligt sätt har ett ansvar för att ge eleverna undervisning kring tekniska system. Inom kursplanen nämns tekniska system bland såväl motiv, syften, innehåll och mål som bedömningskriterier. Centralt för utvecklingen av *talet om tekniska system* är införandet av det speciella perspektiv som inom kursplanen för teknik heter *Komponenter och system*.

Bilden av teknik som en egen bred kunskapskultur stärks i Lpo 94. Inslag från andra kunskapsfält anses kunna bidra till att öka kvalitén i kunskapen om och skapandet av teknik. Den distansering mellan teknikämnet och de naturvetenskapliga ämnena som tidigare påbörjats fortsätter. Detta har underlättat för *talet om tekniska system* att utvecklas.

Såväl cybernetiska som sociotekniska ansatser kan identifieras i kursplanen för Teknik. Undervisningsfokuset *relationen mellan komponenterna* visar tillsammans med *SC&R-språket* att den cybernetiska systemsynen har etablerat sig inom Lpo 94. Styrning anges som ett innehållsområde och begrepp som hierarki, delsystem och komponent används. När det gäller systemens hierarkiska nivåer finner man att kursplanen i Teknik till viss del riktar intresset mot en underliggande komponentnivå, snarare än mot en högre systemnivå.

391 Thomas Ginner, 1996, s 32f, poängterar att kunskaper om den tekniska utvecklingshistorien inte enbart är ett självändamål, utan även kan tjäna syftet att belysa vad som händer idag. Se även Hallström & Gyberg, 2009b.

Vi kan även se att stora tekniska system visas intresse, liksom att en *teknikhistorisk bildningsemfas* framträder. Detta har präglat bl.a. de skrivningar i kursplanen som talar om bedömningen av elevernas förmågor.

Ett politiskt etiskt tema som rör människans förhållande till teknik, samhälle och natur framträder. Med motiv från framför allt *HU-emfasen* och *den medborgerliga emfasen* samverkar undervisningsfokuset *systemets relation till omgivningen* med *miljöspråket* på ett sätt som markerar vikten av att ta upp konsekvenser av människors och samhällets teknikval. Det är tydligt att de tekniska systemen där spelar avgörande roller.

Trots det stärkta systeminslaget i kursplanen är det relativt få begrepp med systemteoretisk koppling som används.

Formuleringsarenan – sammanfattning

Vi har sett att *talet om tekniska system* etablerat sig och stegvis stärkts som diskurs på formuleringsarenan under hela den undersökta perioden. Tekniska system tas upp på flera läroplansnivåer – motivnivå, syftesnivå, målnivå, betygsnivå, kommentarnivå, innehållsnivå. Från att ha varit svagt beskrivet under Lgr 80 framträder *talet om tekniska system* som en stark diskurs inom Lpo 94. Tre viktiga förändringar har skett:

- bilden av teknik som eget kunskapsfält och motiven för att ha ett självständigt teknikämne inom läroplanerna har stärkts,
- teknikens relation till andra vetenskapliga traditioner och därmed Teknikens roll i förhållande till andra skolämnena har förändrats – speciellt till naturvetenskapen,
- genom argumentet att vår tekniska omvärld blir allt mer komplex och att vi i allt högre utsträckning använder tekniska föremål vars funktioner är beroende av att de är delar av något vidare sammanhang, har teknikens fascination för artefakten delvis brutits till förmån för ett intresse för det systemiska.

I och med att beskrivningen av teknikens relation till naturvetenskaperna förändras under den undersökta perioden, grovt sett från tillämpad fysik till en egen kunskapskultur, öppnar detta för att kunskaper om tekniska system tydliggörs som ett centralt ämnesinnehåll. För teknikämnets del innebär detta att ämnet i allt mindre grad ses som en arena för att lära eleverna grundläggande naturvetenskap utifrån tekniska exempel.

Från Lgr 80 och framåt genomgår *talet om tekniska system* en förflyttning inom ämnesfokuset *relationen mellan komponenterna*, från linjära produktionssystem

till mer vävlika system. Samtidigt har den *industriella emfasen* och det *ontologiska systemspråket* till viss del sjunkit undan.

Detta har skett samtidigt som vi sett ett politiskt och etiskt tema växa fram inom *talet om tekniska system* där flera följemeningskategorier samverkar. Systemin-slagen var visserligen svaga inom Lgr 80, men redan här fanns en *medborgerlig emfas* och en *HU-emfas* representerade. Dessa båda emfaser består och stärks efter hand på formuleringsarenan, liksom det undervisningsfokus som riktas mot de tekniska *systemens relation till omgivningen*. Temat präglas av ett biocentriskt *miljöspråk* och kombineras med *S&R-språkets* antideterministiska inriktning att de tekniska systemen inte bara är möjliga att styra – de måste styras. Här har människan, eleven, och hennes etiska överväganden en stor betydelse för vår relation till systemen, så som det framstår i kursplanen för Teknik inom Lpo 94.

Förväntningarna på teknikämnet måste därför betraktas som stora. Vänder man på det kan man säga att skolsystemets löfte till eleverna att få en teknisk bildning där system spelar en avgörande roll är omfattande. Introduktionen av komponent- och systemperspektivet inom Lpo 94 framstår på flera sätt som en krävande förändring. Inte minst i relation till det relativt begreppsfattiga teknikämne som med svagt framskrivet innehåll framträdde inom Lgr80. Men lärare som ska bedöma elevernas kunskaper kring de tekniska system de har studerat, får relativt liten vägledning om vilka begrepp eller färdigheter som avses eller hur kunskaper om tekniska system skulle kunna förklara relationen mellan eleven och hennes omvärld och göra denna mer begriplig. Det har således snarare varit frånvaron av sammanhållen begreppsapparat med relevans för tekniska system som framträtt på formuleringsarenan, även om ett antal centrala systemteoretiskt grundade begrepp tagit sig in i kursplanen för Teknik inom Lpo 94.

7 Medieringsarenan

Analysen av medieringsarenans uttryck visar att kategorierna av följemeningar bildar mönster, speciellt dominanta teman, inom den samlade diskursen *talet om tekniska system*. Presentationen av analysen baseras på dessa teman. Till viss del finns generella drag hos dem som länkar över arenorna, men de framträder där i något olika form.

Kapitlet har tre avdelningar vilka baserar sig på tre olika aktörsgruppers bidrag till arenan. I kapitlets inledande avdelning redovisas en presentation och en analys av programbeskrivningen och utvärderingen av dåvarande Skolöverstyrelsens (SÖ) rapportserie *Barn och teknik*, eftersom den har en något speciell roll på medieringsarenan. Detta är, vad jag kan finna, det enda icke-auktoritativa dokumentet om Teknik av den här karaktären från SÖ vid denna tid och det utgör en utgångspunkt för flera av de teman som rymts inom *talet om tekniska system*. Den andra och dominerande avdelningen berör läromedlen under perioden 1980 fram till nu. Här visas i ett första tema hur system presenteras och hur man går tillväga för att göra tekniska system begripliga. Vi finner även hur det på ett återkommande sätt försvåras för de systemrelaterande delarna att utvecklas. Intresset – eller rent av fascinationen – för artefakterna, utgör ett andra tema. Undervisningen fastnar hos systemets komponenter, oavsett hur goda intentioner man har att närma sig någon form av systemtänkande. Det tredje, delvis besläktade temat är en ambition att knyta naturvetenskap – i huvudsak fysik – till komponenterna i ett tänkt system, vilket framträder genom att de textexempel och de övningsuppgifter som ges till eleverna syftar till att belysa naturvetenskapliga lagar eller principer, snarare än att visa på det systemiska. Avdelningen avslutas med ett fjärde tema om de delar med nära och djupare koppling till *systems signifikanterna* som har etablerat sig och fått fotfäste på denna arena.³⁹² I den tredje avdelningen vill jag belysa hur talet om tekniska system har ett något annorlunda uttryck i material som inte räknas till de traditionella förlagsbundna läromedlen. Flera organisationer, företagssammanslutningar etc. producerar sådant som betecknas som lärresurser till undervisningen. Genom att inte ha lika starka kopplingar till läro- och kursplanerna eller läromedelstraditionen, har lärresursernas följemeningar andra karaktärer.

För att tydliggöra de delar där det varit möjligt att se förändringar över tid använder jag en periodisering i två delar. Detta berör främst läromedelsavdelningen. Den tidiga delen av perioden omfattar åren 1980-1996 och den senare delen 1994-2008. Indelningen är gjord med ett visst överlapp eftersom den till

392 Systemsignifikanterna återfinns i kap 2.

viss del är förlagsburen, men framför allt för att den visar på hur det grovt sett funnits två läromedelstraditioner som bidragit till talet om tekniska system.

Projektet Barn och Teknik

Motiven för att inkludera denna rapportserie i medieringsarenans empiriska material är flera. Den är initierad av SÖ och det enda som från myndighets-håll kom lärarna till del, vad gäller ämnets innehåll inom No-blocket. Rapportseriens böcker utgjorde även kurslitteratur inom de femdagars fortbildningskurser lärare kunde delta i under 1980-talet. Dessa nådde mellan 11 000 och 13 000 lärare.³⁹³ Det arbete som lades ner inom projektet fick inte något genomslag i kursplanarbetet, trots att det till stora delar var känt av läroplansgruppen inom SÖ.³⁹⁴

Projektet initierades i nära anslutning till arbetet med den översyn av läroplanen som startade under 1976. Fem skolor deltog i arbetet med att pröva teknikundervisning under två år. Resultaten av detta publicerades i tretton häften under åren 1978-1982. I häftena exemplifierades även undervisningssekvenser, varav några med tydlig systemrelevans och man formulerade sig i uppmanande, framtidsytande ordalag om hur teknikundervisningen skulle kunna göras mer innehållsligt robust om tekniska system fick mer utrymme. Projektets målsättning var att "kartlägga förutsättningarna för teknikundervisning i årskurserna 1-6 i grundskolan".³⁹⁵ Delvis verkar de uppfattningar om teknikundervisning som framfördes här även gå att återfinna bland läromedel och skolpraktiker. År 1984 kompletterades rapportserien med en utvärdering. När de initialt ambitiösa ansatserna att få till stånd en innehållslig beskrivning av ett möjligt teknikämne havererade i projektets slutskede, blev återstoden av projektet en redovisning av

...det som intresserade lärare själva ville och kunde göra och den fortbildning i naturorientering med teknik, NO/Teknik, som startade läsåret 1980/81.³⁹⁶

393 Lärarfortbildningen bedrevs som en del av implementeringsarbetet kring Lgr80. Dock finner varken projektets egen utvärdering eller den undersökning som genomfördes av Elgström och Riis något samband mellan elevernas kunskaper i relation till om de blivit undervisade av lärare med eller utan genomgången fortbildning. Frågornas karaktär i undersökningarna redovisas inte, vilket gör det svårt att bedöma relationen mellan fortbildning, frågor och elevresultat. Elgström och Riis konstaterar också att inget annat hade varit att förvänta efter enbart fem dagars fortbildning med så många ambitioner, Elgström & Riis, 1990, s 65 f.

394 Ibid., s 59 f.

395 Gustafsson, 1984, s 22.

396 Elgström & Riis, 1990, s 60. Utvärderingsrapportens författare inom projektet *Barn och teknik* konstaterar: "Rapporten handlar alltså mer om hur teknikundervisningen faktiskt har sett ut under försöksperioden än hur den borde se ut.", Gustafsson, 1984, s 177.

En möjlig förklaring till detta är att det fanns ett sedimenteringsförhållande mellan realiseringsarenan och detta projekt på medieringsarenan genom att delar av det som står att läsa i rapporterna hade sin grund i redan etablerade praktiker. Av de tretton häftena i serien finns det några som på ett mer tydligt sätt bidrar till systemdiskursens formering.³⁹⁷ Dessa behandlas i läromedelsavdelningen eftersom de till sin form är en blandning av ett läromedel och en mellan arbetsuppgiftsförslagen inskriven kvalificerad lärarhandledning. Följande avsnitt inriktas huvudsakligen på ett av häftena i rapportserien (nr 4), samt utvärderingen av projektet.

Projektets systemansats

I häfte nr 4 *Plan för ett utvecklingsarbete* ges en översiktlig beskrivning av de häften inom projektet som utgör redovisningar av de prövade undervisningsområden man skissat på.³⁹⁸ I samma häfte (nr 4) bidrar no-didaktikern Björn Anderson med ”reflexioner i anslutning till projektet ’Barn och Teknik’” till *talet om tekniska system*.³⁹⁹ Utifrån Piagets teori om tänkandets utveckling resonerar Andersson om ”vad teknik är”, om ”relationen mellan verktyg och vårt sätt att leva” och om ”teknologi” som överordnat begrepp för vår kunskap om detta fält. Han pekar även på hur användandet av verktyg är en del av det som konstituerar vad det innebär att vara människa.⁴⁰⁰ I övergången mellan sina resonemang om vad teknik är och människans förhållningssätt till redskap konstaterar han att ”även enkla verktyg och maskiner ingår i teknologiska system”. Med det menar Andersson att *teknologi* inte nödvändigtvis behöver associeras till något stort och komplicerat. I stycket innan skriver han:

Alla verktyg och allt kunnande om hur de används kallas teknologi. Detta mycket vida begrepp kan delas in i sektorer, som delvis griper in i varandra. Vi talar om t ex transportteknologi, kommunikationsteknologi, husbyggnadsteknologi, jordbruksteknologi, medicinsk teknologi, vapenteknologi.⁴⁰¹

397 De häften ur *Barn och teknik* som jag funnit systemrelevanta och därför studerat är: Nr 6: *Vardagsteknik i bostaden*, Skolöverstyrelsen, 1980f, Nr 7: *Från tall till pall: om barn och produktionsprocesser*, Skolöverstyrelsen, 1980c, Nr 8: *Vi bygger och lär: om barn och konstruktionsarbete*, Skolöverstyrelsen, 1980g, Nr 9: *Elektronik till vardags*, Skolöverstyrelsen, 1980a, Nr 10: *Kommunikationsteknik*, Skolöverstyrelsen, 1980d, Nr 11: *Energi*, Skolöverstyrelsen, 1980b.

398 Skolöverstyrelsen, 1979.

399 Ibid., s 67-78. Piagets teorier beskrivs här i termer som kan betraktas som inlånade från systemteorier. Eleven ses som ett självreglerande system, där en störning i tankeutvecklingens dynamiska process tänks leda till en balansering och en större adaptering till sin omgivning.

400 Anderssons beskrivning är i detta stycke en enklare version av Lewis Mumfords indelning från redskap och verktyg, via maskin till automat.

401 Skolöverstyrelsen, 1979, s 75. Man kan säga att Andersson skär genom kunskapsstrukturen på ett annat sätt när han utgår från teknologier för produkter, processer och tjänster, för att på så

Andersson gör ett försök att tydliggöra en *epistemologiskt* grundad indelning av den tekniska kunskap som människan kollektivt har erövrat under många år.⁴⁰² Sektorerna är exempel på traditionella tekniska kunskapsfält som svarar mot grundläggande behov och därtill länkade tekniska funktioner. Människan besitter kunskap om tekniker för att transportera, kommunicera, lagra etc. Anderson föreslår även ett antal begrepp som han menar kan utgöra ”analys-verktyg för teknologiska system” i undervisningen.⁴⁰³ Men hans bidrag till *talet om system* handlar inte enbart om att precisera ett antal analytiska redskap. Han påpekar också att syftet med begreppen var

...att skapa en maximal medvetenhet om, och förståelse av, aktuell och framtida teknologi i vårt samhälle, så att vi kan fatta bästa beslut i teknologiska frågor.⁴⁰⁴

Uttrycket ”fatta bästa beslut” innehåller en moralisk dimension som pekar mot demokrati, rättvisa (socialt, ekonomiskt, etniskt etc) och globala förhållanden. Systemvetenskapliga begrepp såsom input, output och målsökning i ett tekniskt system skulle kunna ge oss möjligheter att tänka över vår omgivning i termer av system, menar han.⁴⁰⁵ Här ryms även en framtidsaspekt.

Anderssons begrepp *teknologi* ligger nära begreppet *system*, men antyder en syn som utgår från människans bruk av teknikens redskap. Redskap som i sin tur är infogade i och beroende av system. Det finns anledning att öka medvetenheten om att de teknologiska systemen inte är något absolut, utan att de förhåller sig som något relativt till våra liv, menar Andersson. Från sin didaktiska utgångspunkt framhåller han människans oupplösliga relation till den omgivande tekniken. Men när det kommer till människans relation till tekniska system, blir Anderssons beskrivning distanserad från människan. Bilden av systemen blir ”rent” tekniska och de beskrivs i styr-och reglertermer (input, output, oavsedd

sätt betrakta de möjligheter att tillfredsställa mänskliga behov som dessa teknologier kan anses svara mot.

402 Andersson gör på s 78 en reflexion där han menar att ”teknik” har en underordnad betydelse i förhållande till teknologi och teknologiska system, eftersom ”teknik” har ansetts betyda ”teknik att använda verktyg”. Den undervisning han argumenterar för är en där teknologin – vilket är det begrepp han förespråkar – och dess roller sätts in i samhälleliga perspektiv.

403 Skolöverstyrelsen, 1979, s 77.

404 Ibid., s 77, understrykning i original.

405 Ingelstam, 1996, talar om systemens tre skikt: det fysiska, det organisatoriska och det kontrollerande (s. 133). Graden av ”råhet” kan förstås utifrån en gränsdragningskala där det fysiska systemet utgör det mer tekniskt ”råa” och där de andra nivåerna i högre grad ger systemen en socio-teknisk karaktär, beroende på just i vilken mån man räknar in människan och samhället som aktörer i systemen.

respektive avsedd produkt och funktion etc.). Att människan skulle räkna in sig själv som en del av systemen framstår här som främmande. Man kan jämföra Anderssons framställning med de sex temahäften som gavs ut inom projektet. I inledningen till dem finns en för häftena likalydande programförklaring och syftesbeskrivning där även en diskussion förs om teknik och motiv för teknisk allmänbildning:

Tekniken kan aldrig friställas från människan och från den övriga naturen. Den förekommer alltid i ett sammanhang, den styrs av människor till människors gagn eller förfång. I arbetet med tekniska företeelser bör eleverna vänja sig vid att kritiskt pröva olika tekniska alternativ. Det kan ske genom frågeställningar som:

Vilken teknik gör mig skapande, aktiv?

Vilken teknik gör mig passiv, ensidigt konsumerande?

Vilken teknik närmar mig till andra människor?

Vilken teknik suddar ut lokal och nationell kultur?

Vilken teknik ger oss ett bättre samhälle med större inflytande för den enskilde?⁴⁰⁶

Dessa frågor, som ställs om teknik i ett "sammanhang", skulle även kunna relateras till något speciellt tekniskt system.

Synen på människans förhållande till tekniken visar, framför allt i Anderssons parti, på en viss spänning. För att tala med mina *systems signifikanter* är detta antingen ett tecken på en gränsdragningskonflikt eller ett medvetet val av perspektiv, beroende på vilken typ av kunskap om tekniken man söker. Andersson ger inga beskrivningar som pekar på vad undervisningen i Teknik skulle kunna fokusera på, men använder i ett exempel tvättmaskinen som representant för ett tekniskt system och närmar sig därmed *hantera vardagen-emfasen* och av ett cybernetiskt präglad *S&R-språk*. Inom *Barn och teknik* kopplas människan och hennes tekniska verksamhet samman. Den *medborgerliga bildningsemfasen* framträder i relation till hennes *vardagliga* användning av teknik. Emfasen framträder genom det sätt man skriver fram de demokratiska aspekterna på teknikanvändning tillsammans med dess moraliska dimensioner. På ett framträdande sätt utgör människans användning av teknologi i vid mening,

⁴⁰⁶ Detta står att finna på s 14 i samtliga sex temahäften, t.ex. i *Energi*, Skolöverstyrelsen, 1980b.

innefattande såväl användandet av som kunskapen kring teknikens ting och deras infogning i större system, en grund för resonemanget.

Det borttappade systemperspektivet

I pedagogens Christina Gustafsson utvärderingsrapport framstår de undervisningsförsök som genomfördes inom projektet *Barn och teknik*, i princip, vara befriade från systemtankar över tekniken. Att systemperspektivet kommit bort menar hon är en kritisk punkt i projektet. Varken de lärare eller elever som deltagit har i någon större utsträckning gett uttryck för uppfattningar att teknik har systemiska egenskaper. Gustafsson konstaterar att ”ungefär 60 % av teknikslagen hade resulterat i en ’pryl’”.⁴⁰⁷ Som en del av sin kritiska belysning av projektet utifrån ett flertal perspektiv ger Gustafsson även en egen bild av Teknik i skolan och dess möjligheter. I avsnittet argumenterar hon för att

...det yttersta målet med teknikundervisningen [bör] vara någon typ av förståelse och handlingsberedskap och inte praktiskt arbete, även om det praktiska arbetet utgör ett lämpligt medel för att nå målet. Därmed behöver inte teknikundervisning bli liktydigt med skoldagslånga projekt, som till varje pris måste resultera i verksamheter som syns.⁴⁰⁸

Startar man ett arbetspass med en associationsövning utifrån en teknisk produkt så behöver inte de tekniska resonemangen, och de behov och problem som ligger bakom dessa, nödvändigtvis ta sin utgångspunkt i naturvetenskapen eller i det rent praktiskt prylfokuserade, framhåller hon. Snarare bör samtalet kring och undersökningen av dessa tekniska produkter leda till breda utgångar mot andra orienteringsämnen. Då kan även ”det undersökande arbetssättet” på ett naturligt sätt få en annan inriktning än den starka koppling till laborativa moment som varit för handen. Vad menar hon då bör utgöra kärnan i teknikundervisningen?

Det skulle antagligen också betyda att teknik skulle ses i sitt systemteoretiska sammanhang; något som jag tror att vi inom projektet helt har försummat.⁴⁰⁹

Hon vänder tillbaka till Anderssons förslag på teknikdefinition i häfte 4:

Läran om teknologiska system och om materiella produktionsprocesser, om människans utnyttjande av sin kunskap om naturen samt om samspe-

407 Gustafsson, 1984, s 178.

408 Ibid., s 174.

409 Ibid., s 175.

let mellan människans behov, produktionen och de ekonomiska krafterna i samhället.⁴¹⁰

Här menar Gustafsson att om man inom projektet mer målmedvetet ökat inslaget av systemtankar i linje med Anderssons systemsyn, i stället för att behandla teknikinslag med fokus på isolerade produkter, skulle projektet med större sannolikhet haft bättre förutsättningar att nå de mål som SÖ satt upp för *Barn och teknik*. Hennes slutsats blir att projektet pekar tillbaka till sin egen startpunkt, att cirkeln var sluten. Man bör gå tillbaka till ”ett inom projektet mycket tidigt definitionsförsök, i vilket man mer betonat begreppet teknologiskt system än begreppet teknik.”⁴¹¹ Härifrån bör diskussionen om teknik i skolan nu ta sin utgång, menar Gustafsson.

Man kan säga att Gustafsson medierar en möjlig bild av hur teknikämnet skulle kunna formuleras utifrån en bred förståelse av begreppet teknik, där tekniska system tilldelas en central position i innehållet och undervisningen. På så sätt blev detta ett uttalande på *medieringsarenan* som riktade sig till både *formuleringsarenan* och *realiseringsarenan*. Trots Gustafssons kritiska reflektion i utvärderingen finns det anledning att återkomma till de häften som projektet *Barn och teknik* lämnade efter sig och belysa de systemnära inslag som ryms där.

I nästa avsnitt behandlar jag läromedel från förlag. Den första delen berör hur de tekniska systemen framträder för användare av läromedlen, hur mötet med systemen kan beskrivas. Den andra delen riktar in sig mot hur fokuseringen på artefakterna respektive naturvetenskapen skymt möjligheterna och förväntningarna att förändra teknikundervisningen mot mer systemrelaterat innehåll. I den avslutande delen tas några av de mest centrala teman upp som nått en mer etablerad position inom *talet om tekniska system*.

Läromedel

Cirka 75 st läromedel och lärarhandledningar har ingått i studien. En lista på dessa finns i bilaga nr 2. Några läromedel jag studerat under perioden 1980-2008 har efter en inledande genomläsning tagits bort ur analysmaterialet. Dessa läromedel har för avsikt att eleverna ska lära sig tekniska principer, handgrepp och tekniker för att tillverka olika saker. I övervägande grad är det modeller som då avses, i vissa fall mer kompletta och brukbara produkter. Ur ett teknikdidaktiskt perspektiv finns det naturligtvis en logik i att undervisningen tar fasta på artefakterna och vår kunskap om dem. Dessa läromedel har dock ett

⁴¹⁰ Skolöverstyrelsen, 1979, s 52.

⁴¹¹ Gustafsson, 1984, s 178.

så ensidigt fokus på de tekniska artefakterna och en så genomträngande *design and make-emfas* att det i princip inte rymmer några frågeställningar, begrepp eller beskrivningar som berör tekniska system. Av ovan nämnda skäl ägnas dessa inte utrymme i framställningen av *talet om tekniska system* på medieringsarenan.⁴¹² Skälen är dock värda att notera.

Hur system presenteras

Tekniska system behandlas på flera olika sätt i läromedel och lärresurser. I mitten på 1990-talet börjar tekniska system ges någon form av definition eller exemplifiering i flera av läromedlen. I vissa av dem står *system* med i registret.⁴¹³ Det betyder inte att begreppet nödvändigtvis har definierats på den sida där det anges. Det kan lika gärna hänvisa till en sida där man tar upp en speciell sorts tekniskt system, för att i övrigt varken använda ordet igen eller ge fler explicita exempel. De bilder man valt för att illustrera tekniska system spelar också en roll för hur följemeningarna framträder. I följande avsnitt är avsikten att visa hur följemeningarna bidrar till de tekniska systemens presentation.

System utan gränser och funktion

Så gott som samtliga undersökta läromedel använder ett *ontologiskt systemspråk*. Med detta menas att de system man talar om anses språkligt överenskomna på ett sätt som antyder att systemen *finns*. Utgångspunkten är ett underförstått för-givettagande om vad dessa system gör och vad de rymmer – eller kan rymma. När telefonsystemet eller järnvägsnätet nämns görs det utifrån antagandet att läsaren och läromedelsförfattaren har ungefär samma inre bild och förståelse av vad dessa system kan anses karaktäriseras av, vilka komponenter som räknas in, vilken struktur och funktioner systemet har. Därmed undertrycks frågan om en eventuell gränsdragning. Att t.ex. kommunikationssystemet är något stort och komplext kan säkert elever uppfatta. Men hur de ”fungerar”, styrs, utvecklas, eller vilka nya funktioner som skapas på denna nya systemnivå, blir höljt i ett dunkel av den enkla anledningen att begrepp för detta till stor del saknas i läromedlen.

Storlek och komplexitet

När det gäller de tekniska systemens storlek är variationerna stora – en cykelhjälm, en tårta och Internet.⁴¹⁴ Samma sak gäller för *antalet komponenter* som

412 De flesta av dessa läromedel är inriktade mot grundskolans tidiga år. De läromedel jag avser här är *Lek med teknik*, Eriksson & Hanno, 2006, *Försök med teknik*, Norkvist, m.fl., 1997, *Teknikboken*, Hagland, 1997, samt *Teknikboken: Lärarbok*, Hagland, 1996.

413 Jag har även i registren – i den mån de funnits – sökt efter varianter av *system*, såsom *transport-system*, *energinät*, *infrastruktur* etc., eller *komponent*.

414 De tre exemplen är hämtade från de läromedel som ingår i studien.

man räknar in. Beskrivningarna rör sig grovt sett även över hela skalan avseende graden av *komplexitet*. Detta betyder samtidigt att det finns en svårighet i att analysera läromedlens beskrivningar av tekniska system. Vid de tillfällen när ett läromedel gör en systemavgränsning som baseras på den fysiska utbredningen av en förhållandevis liten och okomplicerad artefakt – och kallar detta för ett system – så står detta i viss mån i motsättning till de *systemsifika* jag utgått ifrån.

Ett exempel finner man i *Interaktiv teknik* från år 2004. Där behandlar man med ett teknikhistoriskt perspektiv mekanisk kraftöverföring på ett uppslag genom att lyfta fram vattenhjulet och stånggången. Den bakomliggande tanken är att visa att förhållandet mellan komplexitet och skala inte nödvändigt betyder att man rör sig bort från de båda skalornas origo. Homologin i exemplet pekar på att komplexiteten kan öka, trots att den fysiska storleken krymper. Utifrån en kartbild som visar stånggångarna vid Mormorsgruvan utanför Åtvidaberg och en tecknad bild av ett litet ur skriver man:

I början av 1700-talet kunde man bygga mekaniska system lika komplexa som en hel gruvstad och få plats med dem i en klocka på en ring. Idag ser vi en liknande utveckling med datorerna. En hel bygd kunde vara ett enda gigantiskt mekaniskt system.⁴¹⁵

Lärrarhandledningen till Bonniers *Teknik Direkt* från år 2008 innehåller en övning där eleverna uppmanas att designa en cykelhjälm till ett ägg som ska klara sig när det släpps med sin hjälm från ett visst antal meters höjd, finns en ambition att inkludera systemiskhet.⁴¹⁶ I ett förslag till matriser för bedömning av elevernas tekniska förmågor – en allmän och en specifik del – kopplar man bedömningen till det tekniska systemperspektivet från kursplanen i Teknik inom Lpo94. Den allmänna matrisvarianten talar i generella termer om de kriterier man utgår från, längs en skala från novis till expert. Till bedömningsmatrisen som relaterar till ett specifikt innehåll har man valt just arbetet med äggcykelhjälm som exempel. Genom uppgiftens tydliga *De&M-emfas* riktas fokuset mot produkten, cykelhjälm. För att bedömas tillhöra expertnivå skall eleven utifrån cykelhjälm kunna "...generalisera sina tankar om tekniska system. Eleven kan se samband mellan cykelhjälm och andra tekniska system..."⁴¹⁷ Vilka sorters tankar om tekniska system som eleven ska kunna generalisera

415 Sjölander, 2004, s 89.

416 Äggfallet, som den ofta kallas, är en uppgift som florerar i skolan. Den har sitt ursprung inom organisationen Snilleblixarna, vilka redan på tidigt 1990-tal använde denna övning. Det finns en lärrarhandledning till uppgiften, publicerad på Internet av Snilleblixarna, 2008. Även mellanstadieboken *PULS 4-6* har med denna uppgift, Sjöberg, 1998, s 53.

417 *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008a., s 13.

framgår inte. Att som här utnyttja cykelhjälmen som modell för ett tekniskt system är i min bedömning ett exempel på när läromedlen använder begreppet tekniskt system på ett sätt som riskerar att bli förvirrande. Det står dessutom i kontrast till mina *systemsifikanter*.

Karaktärer på komponenternas samband

Sambanden mellan komponenterna finns med som ett väsentligt inslag i beskrivningarna, men sambandens karaktär tydliggörs sällan på ett mer ingående sätt. Där man tar upp begreppen delsystem och komponenter i samband med att man definierar begreppet system används övervägande en *hierarkisk* modell.⁴¹⁸ I övrigt är hierarkiska modeller sparsamt representerade på ett explicit sätt. Ett tydligt undantag finns för behandlingen av bilen och dess delsystem. Ett typexempel finner vi i *Bonniers Teknik* från 1999. Där utgår man från exemplet bilen när man definierade ett tekniskt system:

En teknisk sak (till exempel en bil) där det inte bara är en enda uppgift som ska utföras kallas för ett tekniskt system. De olika deluppgifterna sköts av delsystem [...] Varje delsystem består i sin tur av flera apparater [...] Och slutligen kan man säga att varje apparat består av en rad komponenter.⁴¹⁹

I samma faktaruta skriver man att den ”gäller förstås inte bara bilar utan diskmaskiner, videobandspelare, kärnkraftverk och alla andra större tekniska saker”. Men man finner även definitionsliknande beskrivningar som tar upp system som något som ”har ett mål”, eller som kännetecknas av de ”processer, apparater och materiel” som ingår i en viss teknik av systemkaraktär.⁴²⁰ I det empiriska materialet finner man ofta *linjära* modeller av systembeskrivningar. Likaså används metaforerna nät, väv, kretslopp och infrastruktur. Samtliga av dessa modeller uppmärksammas senare i detta kapitel.

Gränsdragningsfrågan

I relation till systemsifikanterna är gränsdragningsfrågan central. På medieringsarenan ventileras den redan i bakgrundsarbetet till projektet *Barn och teknik*. Man framhåller där att begreppet *tekniskt system* ur en naturvetenskaplig synvinkel har en viss ”vaghet i definitionen” eftersom det ”innehåller psykologiska komponenter, t ex kunskande”. Trots att man ser

418 PULS Teknik, Sjöberg, 1997a, Sjöberg, 2004a, *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, *Interaktiv Teknik*, Sjölander, 2004, *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b.

419 Nettelblad, 1999a, s 117, kursiv i original.

420 *Skapande teknik*, Rogala & Ali, 1996c. respektive *Kommunikationsteknik*, Skolöverstyrelsen, 1980d.

detta som en möjlig komplikation, menar man att begreppet ändå "kan vara klargörande och befruktande".⁴²¹ Författarna till *NT Handboken* från år 1998 tar i samband med begreppet verkningsgrad upp en systemrelaterad fråga som illustrerar vikten av gränsdragning. Det hela rör vedeldning och huruvida man tagit med den "...energi det gick åt att fälla träden och transportera, kapa och klyva veden? Och har man räknat med den energi som förbrukades när man tillverkade motorsågen, yxan och värmepannan".⁴²²

Mer tydlig blir gränsdragningsfrågan i de systembeskrivningar som tar sin grund i ett mer *epistemologiskt systemspråk*. De skiljer ut sig från dem som bygger på ett ontologiskt systemspråk. Dock innebär det inte att man är konsekvent i denna hållning genom hela läromedlet. I *PULS Teknik* från 1997 lämnar författaren gränsdragningen till den person som intresserar sig för systemet (eleven). Gränsdragningen förväntas i detta fall ske genom att man utifrån ett namngivet tekniskt system bestämmer beskrivningens grad av detalj, antalet ingående komponenter och delsystem.⁴²³ Det är inte enbart sammanhanget som uppmärksammas, utan även att de ingående delarna är beroende av varandra. Däremot är det upp till var och en att bestämma systemets gränser i denna systemmodell.

PULS Teknik, 1997 s. 10

*Bilderna är delsystem i systemet textilteknik, symaskinens delar är komponenter i systemet symaskin osv. Det finns förstås mycket mera än det som bilden visar. Själva transportmedlen saknas exempelvis, liksom det som krävs för att underhålla maskiner och annat. Man får själv tänka ut hur detaljerad en sådan här bild behöver vara.*⁴²⁴

421 Skolöverstyrelsen, 1979, s 76.

422 Nordling, m.fl., 1998, s 284. Det som inte framgår av texten kring detta exempel är att det handlar om gränserna för ett systems input och output av energi.

423 Sjöberg, 1997a, s 10, Sjöberg, 1997a, s 15.

424 Sjöberg, 1997a, s 10, kursiv i original.

Utgångspunkten är en *hierarkiserad* systembeskrivning. Samtidigt signalerar den intrycket av en *väv* av händelser. Men graden av *storlek och komplexitet* hos systemet låter författaren läsaren bestämma. På det viset anses inte systemet förbestämt – men någon anvisning för hur en avgränsning skulle kunna göras ges inte.

Även lärresursen *Interaktiv teknik* från 2004 använder, inledningsvis, en mer *epistemologiskt* grundad systemsyn i den definition man ger. Vad man vill veta om systemet avgör dess gränsdragning. Man skriver:

När man vill beskriva teknik använder man sig av begrepp som system och komponenter. Systemet är den helhet man vill beskriva och komponenterna är de delar man tycker är viktiga för att förstå helheten. [...]

Det som styr valet av system och komponenter är vad man vill ha sagt och till vem det skall sägas. Att tänka och arbeta på det här sättet gör att man enkelt kan visa hur något hänger ihop. Hur ett system ser ut kan beskrivas i ord, text eller modeller.⁴²⁵

På sidan innan beskriver man skillnaderna mellan ett tårtrecept och inköpslistan för tårtans ingredienser.

Det här är två likartade system med likartade komponenter, men som ändå är olika som system betraktat. Följer du det ena systemet får du råvarorna till tårtan, följer du det andra får du en tårta.⁴²⁶

Ambitionen är att visa på att en *samling komponenter* inte utgör ett system för-
rän de på något sätt står i förbindelse med varandra, antingen rent fysiskt eller på ett sätt som går att identifiera på annat sätt. Det finns en strävan att visa fram *sambanden mellan komponenterna* som kärnan i ett tekniskt system. Något ytterligare motiv för att välja en tårta som ett signifikativt exempel på ett tekniskt system framgår inte. Redan några sidor efter det inledande försöket att nagla fast begreppet byter man till ett starkt *ontologiskt* systemspråk. En stor bredd uppvisas i vad man kan tänkas mena med ett tekniskt system, allt från hammare via läppstift och cirkelsåg till bondgård.⁴²⁷ Budskapet är tvetydigt: nästan allt kan ses som ett tekniskt system, men bara vissa komponenter kan ingå.

425 Sjölander, 2004, s 36.

426 Ibid., s 58.

427 Ibid., s 42.

Människan och systemen

Människans förhållande till och roll inom de tekniska systemen är av särskilt intresse. Beskrivningarna av detta förs inte heller på ett sammanhållet sätt genom läromedlen. Användningen av ett *S&R-språk* är vanligast. Med detta avses både att synen på tekniken är att den kan och skall kontrolleras, samt att styr- och reglerteknisk terminologi används. Människans egen roll i denna relation varierar. I vissa fall tilldelas människan en cybernetiskt återkopplande roll, som i lärarpärmen till läromedlet *Skapande teknik* från år 1996. Den har under fliken *Tekniska begrepp* en definition där författaren utgår från ett produktionssystem för att ge en beskrivning av systembegreppet. Människan framstår som den som äger kunskapen om och i systemet och är även den som sköter det mesta av den återkoppling och reglering som sker inom systemet.⁴²⁸ Även *PULS Teknik* från år 1997 tar upp människans återkopplande funktion när det gäller reglering av tekniska system.⁴²⁹ Att människans kunskap om de tekniska delsystemen är avgörande för att systemen ska kunna konstrueras tas upp i *Bonniers Teknik* från år 1999.⁴³⁰ Man framhåller där att det större tekniska systemets funktionalitet bygger på att man kan engagera specialister som behärskar delsystemen. Först då kan systemets delfunktioner samverka på ett gynnsamt sätt – men någon måste se till det övergripande. Människan och hennes kunskap synes närvarande i denna systemtanke, men den högsta systemnivån i den angivna hierarkin lämnas lite åt sidan.

Vad man kan lägga märke till är att människan framställs som den som kan något om systemet, eller är den som har instruerat systemet att kunna genomföra olika processer automatiskt. I inget fall har jag funnit att människan explicit visas fram som komponent i stora tekniska system, att hon befolkar systemen och genom sitt agerande i systemet påverkar det. Inte heller har människans kontroll över de stora tekniska systemen problematiserats i läromedlen. På motsvarande sätt är det få läromedel som på ett tydligt sätt tagit upp människans roll i omgivningen till systemen. Däremot finns det ambitioner i läromedlen att ställa frågor till eleverna om de tekniska systemens interaktion med mänskligheten.

Bilder av systemet och dess komponenter

En speciell typ av systemrelaterande bild har behållit sin plats i läromedlen genom hela perioden. Det är det elektroniska kopplingsschemat.⁴³¹ Här fram-

428 Rogala & Ali, 1996c, s 34.

429 Sjöberg, 1997a, s 99 och 104.

430 Nettelblad, 1999a, s 117.

431 Mest utrymme får de elektroniska kopplingsschemana i Peros *Teknik 96* respektive *Teknik 04*. Men även *Teknikboken* från 1981 och *NO-Teknikboken* från år 1988, *PULS Teknik* från år 1990,

träder komponenterna tillsammans med de ledningar som förbinder dem. Ur ett systemperspektiv är undervisningsfokuset riktat mot *relationerna mellan komponenterna* och i viss mån mot *växelverkan med omgivningen*. Sistnämnda fokus är mer eller mindre tydligt beroende på i vilken grad de elektronikuppgifter som presenteras för eleverna inkluderar tal om input, output, sensorer, återkoppling etc.

Översiktliga bilder av nationella infrastrukturer har långsamt fasats ut ur läromedlen. Ett intressant exempel utgörs av Esseltes *Teknikboken* från år 1981. Det är en bok som delvis vilar i traditionen från Lgr 69. Intrycket att verkstadsteknik fortfarande är den viktigaste inriktningen på teknikundervisning är tydlig. Till nästa utgåva från år 1988 har boken förändrats. Bland annat har den bytt namn till *NO-Teknikboken*, för att markera att den ligger i linje med Lgr 80. Huvudavsnitten i boken har också ändrats på två avgörande sätt. Dels har de avsnitt om samhällsplanering som finns i första upplagan reducerats kraftigt, dels har elevuppgifterna en mer tydlig koppling till naturvetenskap. När det gäller systemdelarna i boken får sprängnitningar och genomskärningsbilder av motorer och av bilars delsystem stort utrymme. *Linjärt strukturerade bilder av produktionssystemen för tillverkning av papper, plast, järn och stål, samt petroleum dominerar avsnittet *Tekniken i industrin*.*⁴³²

Man kan även jämföra detta med hur bilden av det linjära systemet framställs i *PULS Teknik*. I upplagan från år 1997 gav bilden av textilsystemet (se detta kapitel s 161) ett näst intill vävartat intryck (lämpligt nog). Men i utgåvan från år 2004 har bilden av systemet lineariserats. (Se nästa sida.)

Teknikboken Esselte 1981 (Studiebok), s. 54

1995, 1997 och 2004 innehåller omfattande elektronikavsnitt med förslag på övningar. *Bonniers Teknik* och *Teknik Direkt* är de läromedel som inte använder sig av kopplingsscheman.

432 Karlsson & Sjöberg, 1981, Karlsson & Sjöberg, 1982b, s 54, Karlsson & Sjöberg, 1988a.

PULS Teknik, 2004 s. 166

Sprängritningar har i princip försvunnit ur läromedelsserierna. Tidigare i perioden kan man även finna genomskärningsbilder av komponenter ur stora tekniska system, exempelvis en kraftverksstation i en damm eller ett raffinaderi.⁴³³ Kvar finns en del genomskärningsbilder av uppskurna produkter som diskmaskin, TV, elmotor, kaffebryggare etc. av "så funkar det"-karaktär.⁴³⁴ Trots att flera av dem har systemkaraktär genom att innehålla återkoppling, vara fjärrstyrda eller uppenbart vara delar i tekniska system, uppmärksammas sådant inte.

Bonniers Teknik, 1999, s. 75

433 Karlsson & Sjöberg, 1981, s 74. Ett nästan identisk bildupplägg finner man i *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, s 71.

434 Se t.ex. Nettelblad, 1999a. "Så fungerar..." är ett återkommande inslag i Bonniers teknikbok. Det är ca 50 st, varav 14 finns i små rutor på några av bokens sidor. Alla är artefaktfokuserade. De fjorton är: TV'n, TV-kameran, faxen, strömkretsen, lysröret, kylskåpet, spisen, diskmaskinen, mikrovågsugnen, tvättmaskinen, vattentoaletten, förbränningsmotorn, flygplansvingen och jetmotorn. De övriga finns i löpande text.

Med ett enda undantag syns inte en människa i någon bild på systemen, i alla fall inte med ett syfte att visa på att individen har en roll att spela inom ett tekniskt system. Det hade krävt att författarna låtit en sådan möjlig systemsyn genomsyra läromedlen på ett helt annat sätt än det har gjorts. Undantaget är intressant. I *Teknikboken* från år 1981 finns ett avsnitt på fyra sidor om teknik i sjukvården, där bland annat tomografi, dialys och narkos tas upp.⁴³⁵

- A. Bussnät är ofta praktiskt att anlägga på arbetsplatser där arbetsrummen ligger utes efter en lång korridor.
 B. Stjärnnät kan passa där man har få datorer som står nära varandra.
 C. Två eller flera stjärnnät kan anslutas "nav till nav".

NT Handboken, 1998, s. 328

Datorernas intåg i den tekniska världen har också påverkat bilderna av systemen. *PULS Teknik* från år 1997 lyfter fram bilden av nätverk i stjärn- eller kaskadmodell.⁴³⁶ I *NT Handboken* från år 1998 tar man även upp bussnät som en modell att arrangera ett system.⁴³⁷ Kopplingen till datorvärlden är stark och det finns inga ansatser i dessa läromedel att föra sådana systemmodeller in i andra tekniska områden som en grund för analys eller beskrivning.

⁴³⁵ Karlsson & Sjöberg, 1981, s 80-83.

⁴³⁶ Sjöberg, 1997a, s 123. Bilden finns nedan under *Exemplet energisystem*.

⁴³⁷ Nordling, m.fl., 1998, s 328.

Vilken typ av bilder dominerar den senare periodens läromedel? Från slutet på 1990-talet har bilderna blivit av högre kvalitet. Det är flerfärgstryck, läckra designbilder, grafiska uttryck, fotografier som framhåller föremålens former – snarare än deras funktioner – som har tagit plats. Man ser ett vidgat sätt att betrakta och använda den tekniska bilden. Bilder framställda med hjälp av CAD-program har kommit in.⁴³⁸ Samtidigt är det ett mer tydligt designinslag i böckerna. Fokus förflyttas därmed delvis bort från systemen, det är de mindre produkterna som ska uppfinnas och designas. Denna *D&M-emfas* har länge varit stark i den engelskspråkiga delen av världens undervisning i.⁴³⁹ Kanske ser vi i detta även en generell tendens i det svenska teknikämnet i slutet av 00-talet?

Sammanfattningsvis är det i mångt och mycket *system med oklara gränser* som presenteras. Systemets grundläggande funktion finner man ibland som en del av systemnamnet, men andra typer av funktioner hos ett system diskuteras sällan. Man inriktar sig mest på de komponenter som man vill visa kan ingå, och förhållandevis lite på systemets processer, eftersom behandlingen av relationen mellan komponenterna riktar in sig på strukturella samband. Ett konstaterande är också att bilderna av systemen har olika syften och de bidrar därmed till hur tankefiguren *tekniskt system* formeras genom att appellera till t.ex. *storlek/komplexitet* eller *relationen mellan komponenterna*.

Komplexifiering

Det finns en ambition i läromedlen att visa eleverna den konstruerade världens komplexitet. Det sker genom vad jag har valt att kalla *komplexifiering* – ett sätt som kan betraktas som ett mer aktivt sätt att gå tillväga än att kortfattat definiera vad ett tekniskt system kan vara.⁴⁴⁰ *Talet om tekniska system* sätts därmed i rörelse i läromedlen. På liknande sätt som i de tidigare temana kombineras vissa undervisningsfokus, systemspråk och bildningsemfaser för att bygga upp tankefiguren *tekniskt system*. Att tänka i termer av tekniska system är ett möjligt sätt att *underlätta vår förståelse av omvärlden*. Komplexifieringen ska ses som ett första steg i denna process. Man vill visa att den teknik vi använder är mer komplicerad än vad man kan tro eller inse. Som kommer att framgå är nästa steg – träningen i att tänka i system – inte framträdande i talet om tekniska system. Ett tecken på det senare är att det sällan finns en tydlig systemfråga att utgå från, eller metoder att ta hjälp av.

438 Se t.ex. *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 90 och *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 127.

439 Se t.ex. Rasinen, 2003, och Klasander, 2007.

440 Komplexifiering – jämför eng. Complexify: "To make something more complex; to complicate." (Wictionary) eller "transitive verb : to make complex, intransitive verb : to become complex" (Merriam-Webster Online Dictionary).

Läromedlen använder tre metoder för att göra tekniska system troliga och begripliga för eleverna.

1. Tekniska system namnges och fylls därefter på med tänkbara komponenter.
2. Man utgår från vardagliga artefakter för att visa på deras systemberoende.
3. Utgångspunkten tas i en historisk bildningsemfas.

Samtliga utgår från det *ontologiska systemspråkets* överenskommelse att de tekniska systemen existerar. De formeras även av relationen till ett *miljöspråk*, samt undervisningsfokusarna *system som en samling komponenter*, *systemens storlek och komplexitet*, samt i viss mån även av *relationen mellan komponenterna*. Därutöver framträder den *industriella bildningsemfasen*, *hantera vardagenemfasen*, den *medborgerliga bildningsemfasen* och den *hållbara utvecklingsemfasen* tillsammans med den *teknikhistoriska bildningsemfasen*. I de flesta fallen är *talet om system* bundet till en viss teknisk kontext, ett specifikt systemexempel.

Som en del av *talet om tekniska system* synes syftet med denna komplexifiering av vardagen vara att ge namn åt delar i denna tekniskt komplicerade värld, så att eleverna vidgar sin tekniska repertoar och ökar sin tekniska vokabulär, med förhoppningen att omvärlden då ska uppfattas som mer begriplig.⁴⁴¹ I läromedlen förekommer dessa tre varianter av komplexifiering ibland också parallellt.

Att fylla systemen med komponenter

Den första metod läromedlen använder för att komplexifiera omvärlden för eleverna innebär att man utgår från förgivettagna systemnamn: bilen, telefon-systemet, järnvägsnätet etc. Strategin är att från den utgångspunkten presentera och beskriva så många centrala delar av systemen som möjligt. Läromedelsförfattarna rör sig förhållandevis fritt mellan begreppen system, nät, väv och infrastruktur – fritt i den bemärkelsen att det för eleverna sällan finns en mer tydlig beskrivning av vad dessa varianter av begrepp kan betyda. Ofta är det en *linjär* bild av systemen enligt den tidigare presenterade ”från ... till”-modellen som framträder.⁴⁴² Järnvägsnätet blir t.ex. tydligt i rälsens materiella utbredning, vilket oftast likställs med systemets underförstådda gräns. Vad som kan tänkas ingå i dessa nät, vävar, system och infrastrukturer framstår i det närmaste som gränslöst – och på vilka grunder delarna skall räknas in anges nästan aldrig. Det

441 Komplex och komplicerad har, både som adjektiv och substantiv, förhållandevis likalydande förklaringar i ordböckerna – många delar som är sammansatta på ett svåröverskådligt sätt.

442 Flera exempel på linjära systemmodeller tas upp senare i detta kapitel.

är som att göra en *mind map* där alla associationer är tillåtna, och där frågan om varför man gör den saknas.⁴⁴³

Denna typ av komplexifiering har således likheter med den gränslöshet som vi fann bland beskrivningarna och definitionerna ovan. Kopplingen till undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* utgör grunden för hur systemen, i princip, lämnas utan tydlig gräns. Det betyder t.ex. att när man använder sig av en hierarkisk systembeskrivning, vänder man inte intresset mot den systemnivå man utgår från.⁴⁴⁴ Man riktar i stället in sig mot de enskilda komponenterna eller delsystemen, deras funktioner och hur de fungerar – snarare än deras funktion i systemet. Härvid är bildningsambitionen stor i läromedlen. Vad som utgör det systemiska framträder dock otydligt.

De stora samhällseliga systemen kan utgöra ett exempel. De har behandlats i teknikläromedlen redan i den tidiga delen av den undersökta perioden.⁴⁴⁵ *PULS Teknik* introducerar begreppet infrasystem i upplagan från år 2004 vilket inte fanns med i den från 1998. Under rubriken *Telegrafen – ett tidigt infrasystem* redogörs för telegrafnyckelns funktion, mottagarens pappersremsa, morsealfabetet, telegrafistens roll, hur viktig magnetism är – för telegrafen och för nutida lagring av information – och att telegrafen var det första medium som använde elektricitet för att förmedla information. Men egentligen nämns inget om telegrafsystemet i sig mer än:

Telegrafnätet och senare telefonnätet är exempel på *infrasystem* för information. Infrasystem betjänar många människor. Elnätet är ett infrasystem för energitransport. Järnvägarna är ett infrasystem för transport av varor och personer.⁴⁴⁶

Storleken på systemen är i exemplet ovan kopplade till betjäningen av många människor, stora områden. Vart kunde man skicka telegram? Hur kom det fram till rätt mottagare? Att telegrafsystemet inte hade automatiserade växlar, utan att telegrafisterna utgjorde själva växeln, omtalas inte. Inte heller belyses

443 Se t.ex. skillnaden i framställning mellan hur bilen och dess delsystem noggrant presenteras på s 116-123, i jämförelse med utpekandet av skilda delar på ett flygplan på s 134 i *NO Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a. Läroboken *Teknik i flera perspektiv* innehåller just förslaget på en *mind map* ”Jag och telefonen” på s 120, Thorén, 1996.

444 Ett exempel från den senare delen av den undersökta perioden utgör Bonniers *Teknik Direkt*. Kapitlet *Energiteknik* (s 204-210) tar upp energikällor som komponenter, medan elsystemet nämns på s 71 och risker med strömvabrott på s 56, Börjesson, m.fl., 2008b.

445 Se t.ex. kapitlet *Tekniken i samhället* i Karlsson & Sjöberg, 1981, s 67 ff eller Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 93-105.

446 Sjöberg, 2004a, s 52, kursiv i original.

att telegrafin inte enbart var beroende av ett elsystem, utan även av ett sorts postsystem.

I konsekvens med metodens fokusförskjutning mot delsystemen eller komponenterna ställs de flesta elevfrågorna i läromedlen på motsvarande lägre nivå. Vid de tillfällen där elevuppgifter verkligen berör en hög systemnivå, kunde arbetet med detta ha underlättats av t.ex. gränsdragningsövningar.⁴⁴⁷

Att tilldela komponenter ett sammanhang

Även med den andra metoden är läromedlens ambition att skapa förståelse för vad ett tekniskt system kan vara. Man gör det genom att visa att de artefakter vi hanterar har en koppling till mer komplexa strukturer i omvärlden – sammanhang. Artefakterna ges en kunskapsmässig inbäddning, något att relatera dem till. Man vill visa *att* det finns ett sammanhang där den aktuella artefakten på olika sätt kan ingå. Den ges en medierande roll, som ett tekniskt interface mellan människa och omvärld.⁴⁴⁸ Starten för denna variant av komplexifiering finner man i mitten på 1990-talet, grovt sett i övergången mellan den tidiga periodens ”så funkar det/så är det/gör så här” och den senare periodens ökade intresse för teknikutveckling och värdering av teknik. Sammanhangskomplexifieringen framträder i materialet på tre sätt:

- artefakter sätts i relation till sitt produktionssystem
- artefakter presenteras som starter eller slutstationer för ett distributions-system
- artefakterna komplexifieras genom att visa att deras beroende av och infogning i ett system är en förutsättning för deras funktion

Till det första sättet kan vi räkna in t.ex. bilens relation till det löpande bandet, hur man beskriver produktionssystemet för papper, eller hur man gör en livscykelanalys utifrån en produkt.⁴⁴⁹ För det andra sättet utgör beskrivningen

447 Bonniers *Teknik Direkt* föreslår t.ex. flera aktuella och angelägna frågeställningar med systemrelevans kring bl.a. energibehov i ett hus och hur Kinas och Indiens ökande energiförbrukning påverkar resten av världen, Börjesson, m.fl., 2008b (faktabok), s 220 och Börjesson, m.fl., 2008a (lärarhandledning), s 108.

448 Begreppet *medierande artefakt* behandlar jag i kap 2. I en liknande metaforisk betydelse används även begreppet *gränssnitt*, från engelskans *interface* – förbindelsen mellan två ytor. Vanligen används begreppet gränssnitt i datorsammanhang som förbindelsen mellan mjukvara och hårdvara. Den medierande artefakten fyller samma funktion, som en förbindelse mellan artefaktens yta och en större kunskapsyta, en förståelse av omvärlden, artefakten i ett sammanhang.

449 Papperstillverkningssystem finner vi i *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 188f. Livscykelanalys finner vi i *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999c, (studiebok), s 118 f.

av en mobiltelefons relation till telefonsystemet ett typexempel.⁴⁵⁰ Hur husets vattenkran befinner sig mellan ett vatten- och ett avloppssystem är ett annat.⁴⁵¹

Det tredje sättet finner vi sparsamt representerat.⁴⁵² Motsatsen är vanligare – att man negligerar systemberoendet – vilket kommer att uppmärksammas senare i kapitlet.⁴⁵³

De undervisningsfokus som används är riktade mot *storlek/komplexitet* och *system som en samling komponenter*. I viss mån riktas fokus även mot *relationen mellan komponenterna* eftersom det talas om att det finns komponenter som har samband. Karaktären hos dessa samband beskrivs sällan explicit. De framträder som en konsekvens av hur komplexifieringen genomförs, genom de exempel som författarna använder. Valet av exempel motiveras framför allt ur en *industriell emfas* eller en *hållbar utvecklingsemfas*.

Språkets betydelse är central. Genom att *utgå* från en artefakt söker man fånga in ett antal andra komponenter som man menar kan anses tillhöra systemet, inom en överenskommen systemgräns. Flera läromedel använder sig just av ordet *sammanhang*.⁴⁵⁴ Även här är bredden stor och gränserna otydliga. Komplexifieringen av artefakterna kan relateras till teknisk kunskapsutveckling, mänskliga behov, kulturell acceptans, hållbar utveckling, individ, omgivande samhälle och natur m.m.⁴⁵⁵ Det kan i vissa fall vara svårt att tolka komplexifieringen av vardagens artefakter, insättningen i sammanhang, som en ambition

450 Se t.ex. *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 17 ff.

451 Se t.ex. *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 71, eller *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 98f.

452 Se t.ex. *Teknik*, Sundin & Norderyd, 1998. Författaren visar på det som utifrån systemsignifikanterna skulle kallas *andra ordningens system* – ett system beroende av ett annat.

453 Bonniers *Teknik Direkt* kan utgöra ett exempel på båda dessa förhållningssätt. Elektriska apparaters beroende av ett omgivande system tas upp under kapitlet *När modern teknik slutar fungera*, s 56ff, medan toalettstolen, dess flottör och vattenlås etc., behandlas utan att relateras till VA-systemet, s 83 f, Börjesson, m.fl., 2008b. Även *Teknik*, Sundin & Norderyd, 1998, tar upp risker som uppstår när stora system fallerar.

454 *Skapande teknik* från år 1996 tar upp ”Bilar i ett större sammanhang” och relaterar till miljöfrågor (avgaser, katalysatorer), olycksfrekvens, olika typer av motorer och vägnätets utformning. Hur dessa länkar till varandra, mer än att de har en koppling till bilar, är oklart. (Rogala & Ali, 1996c, blad 1f, ff.) *Teknik i flera perspektiv* från 1997 beskriver systemen utifrån grader av *komplexitet* där ett tekniskt system framstår som nästan allt som har ett sammanhang. (Thorén, 1996, s 10.) *PULS teknik 4-6* från år 1998 skriver i bokens inledning att ”Olika delar hänger ihop på ett eller annat sätt. Sådana sammanhang kallas tekniska system.” (Sjöberg, 1998., s 39) *Peros Teknik 04* från år 2004 skriver att ”Målet behöver inte vara att kunna allt om hur [föremålet] fungerar, men ändå att eleverna får någon slags förståelse av föremålet i sitt sammanhang.” (Rosberg, m.fl., 2004, s 4:5)

455 Läromedlen innehåller även utgångspunkter som grundar sig i centrala tekniska begrepp, såsom hållfasthet och kraftöverföring.

att ge detta en systemkaraktär, trots att flera av dessa artefakter skulle kunna sägas vara obrukbara, eller till ingen nytta, om de inte ingått i tekniska system.⁴⁵⁶ Oklarheten i relationen mellan sammanhang, systemanspråk och gränsdragning framträder genom att ovan nämnda sammanhang i läromedlens exempel inkluderar tekniska föremål och system som spänner över tyg, tråd, nål och sax, ett vallonbruk, ”två hål i väggen”, till dörrhandtag, toalett, rulltrappa, hiss och trafiksignal. Beroendet mellan delarna framhålls, men vad som utgör det systemiska framgår däremot inte.

Viljan hos läromedlen att komplexifiera verkar leda till att sammanhangen kan se ut hur nästan som helst. Sammanhangen framstår inte som tydliga strukturer för att tänka över den konstruerade världen i termer av tekniska system. Det ger ett slumpartat intryck av vilka system som tas upp.

System i teknikhistoriskt ljus

Ett historiskt perspektiv används i läromedlen i en tredje metod för att visa på hur system för att kommunicera, transportera och producera över tid har vuxit i storlek och att de samtidigt kan betraktas som allt mer komplexa till sin struktur. Det undervisningsfokus som dominerar är således riktad mot systemens *storlek/komplexitet*.

Systembeskrivningarna präglas här av en *diskontinuitet* – så var det då, så är det nu. Utvecklingen, vilka krafter som verkat, vilka behov, drivkrafter och villkor, som präglat övergången mellan de olika faserna, uppmärksammas inte i någon större utsträckning. En grovt tecknad bild av läromedlen ger vid handen att oavsett hur de teknikhistoriska momenten fördelas inom läromedlens kapitel, så finns ett grundläggande drag av ”först kom det här, då kunde man göra detta och detta, sedan kom det här...”. Vilka är systemen man avser beskriva? Kan man säga att det är samma t.ex. telefonsystem då som nu – eller är det två olika? Här finner vi åter igen gränsdragningsproblematiken. Användningen av det *ontologiska systemspråket* leder till att den frågan kommer i skymundan.

Man använder teknikhistorien till att komplexifiera omvärlden, genom att

- visa på utveckling av nya funktioner på systemnivå och den hastighet med vilket detta sker,

⁴⁵⁶ Ett exempel finner vi i *Peros teknik 04*. Den är genomgående dominerad av en *D&M-emfas* och de systemrelaterande delarna berör huvudsakligen elektronik behandlat med ett tydligt *S&R-språk*. Fokus är ofta ställt mot just själva föremålet, trots att någon fråga relaterar till miljöpåverkan och någon till produktionen av föremålet. En fråga i läromedlet rör ifall det ”behövs andra komponenter för att man ska kunna använda föremålet?”, Rosberg, m.fl., 2004, s 4:5.

- använda sig av *HU-emfasen* eller den *medborgerliga emfasen* för att peka på att teknikhistorisk kunskap är viktig för att kunna fatta kloka beslut i framtiden,
- utgå från två olika syner på tryck- eller drivkrafter bakom utvecklingen av tekniska system – en artefaktcentrerad naturvetenskapligt baserad och en systemberoende.

I den tidiga delen av perioden är läromedelsexemplen inriktade mot att förklara ”hur det är konstruerat”, ”hur tekniken fungerar” och ”så här ska du göra”. Ett exempel finner vi i *Teknikboken* från 1981 och det sätt den tar upp teknikhistoria – endast med kommenterade bildsamlingar över bilens, båtens, flygplanets, raketens utseende och hur drivningen, storleken och räckvidden hos dessa förändrats över tid.⁴⁵⁷ Ju senare i perioden, desto vanligare är det att man anlägger ett historiskt utvecklingsperspektiv på tekniken i vår omgivning, där syftet synes vara att visa på hur den konstruerade världen blivit allt mer systemisk.

Man tar ofta upp hur *produktionssystem* vuxit fram, men riktar då in sig på en förändring av en komponent eller en delprocess, utifrån synsättet att

- systemet producerar samma produkt billigare och snabbare
- samma produkt produceras mer miljövänligt
- systemet producerar numera *en annan produkt*, med nya bättre egenskaper
- systemet har överlevt (men det finns sällan begrepp för att ytterligare problematisera detta)

Teknikutvecklingens ökade systemiskhet

Det första sättet använder komplexifiering genom att rikta in sig mot några av de effekter (funktioner) som den accelererande systemiseringen i samhället har lett till, exempelvis den stigande mängden av både varor, energi och signaler, samt hastigheten dessa kan överföras på. Utgångspunkten är här inte artefakter, utan system i överenskommen betydelse.

Teknik i flera perspektiv från år 1996 anknyter till det historiska perspektivet och berör kommunikationssystemens sociotekniska funktioner genom att mena att TV har alienerat oss från varandra.⁴⁵⁸ *PULS Teknik* från 1997 använder också telekomexemplet när man talar både

⁴⁵⁷ Karlsson & Sjöberg, 1981, s 100 ff.

⁴⁵⁸ Thorén, 1996, s 129.

om systemens tillväxt och om deras sammanväxning till vad som benämndes "IT-samhället".⁴⁵⁹ Mobiltelefonens platsoberoende och faxens förmåga att överföra bilder, anges som viktiga förändringar. Man påtalar även hur ny teknik har förändrat hur vi transporterar gods och personer "...på ett sätt som man förr inte kunnat drömma om. [...] Detta omsätter enorma energimängder."⁴⁶⁰ Mellanstadieboken *Teknik* från år 1998 beskriver hur "utvecklingen går svindlande snabbt" när "telefon, dator med Internet och TV kopplas samman till ett enda system för hela världen."⁴⁶¹ Utan att explicit nämna det i sådana termer berör man biltransportsystemet och menar att bara för att man löser avgasproblemet med bensinbilarna, innebär det inte att systemets output är löst. Systemet ändras och leder till andra problem med utsläpp – t.ex. av elbilarnas batterier. *NT Handboken* från år 1998 tar upp teknikhistoriska aspekter med exempel från jordbrukets och kommunikationstekniken utveckling i sitt kapitel *Teknikens utveckling*. Även om nya systemfunktioner inte påpekas explicit, så framgår det av framställningen.⁴⁶²

Teknikutveckling i hållbart och demokratiskt perspektiv

Över lag är det en förhållandevis teknikpositiv bild som visas upp i läromedlens historiska avsnitt. Endast undantagsvis används där inslag för att markera de tekniska systemens enkelriktade påverkan på naturen och man finner få exempel där en *HU-emfas* leder till frågeställningar av problematiserande art. Ett svagt antytt biocentriskt *miljöspråk* går att identifiera. Teknikkritiska perspektiv och frågeställningar är relativt sällsynta i läromedlen över lag.

Läromedlet *PULS Teknik* från år 1997 kännetecknas bl.a. av att det finns teknikhistoriska exempel i nästan samtliga kapitel. Här finner vi en *HU-emfas* som söker omfatta mer än enbart miljöaspekter. Efter kapitlet *Natur och kultur* som har ett uttalat historiskt och delvis civilisationskritiskt anslag, riktas följande påstående till eleverna att ta ställning till: "Alla kineser borde ha tillgång till bil."⁴⁶³ Författaren resonerar om stora tekniska system och *storlek och komplexitet* som en faktor i samhällsutvecklingen.⁴⁶⁴ Stora tekniska system blir svåra att

459 Sjöberg, 1997a, s 120.

460 Ibid., s 118.

461 Sundin & Norderyd, 1998, s 77. Jämför titeln på antologin om IT-systemet: *Världens största maskin – människan och det globala telekommunikationssystemet*, Karlsson & Sturesson, 1995.

462 Nordling, m.fl., 1998, s 262-270.

463 Sjöberg, 1997a, s 19. Även Bonniers *Teknik Direkt*, använder sig av påståenden i form av tidningsrubriker för eleverna att förhålla sig till som ett underlag för diskussionsuppgifter om framtida teknik. Dessa berör genteknik, kärnkraft, energifrågor, klimathotet etc., Börjesson, m.fl., 2008b, s 221.

464 Sjöberg, 1997a., s 18.

överblicka, menar han. Den ökade omsättningen av energi och materia i systemen ställs mot uppfattningen att man trots detta inte upplever att livskvalitén höjs i motsvarande grad i västvärlden.⁴⁶⁵ Ska man då i andra länder sträva efter en liknande utveckling, undrar författaren. Vi ska använda modern kunskap och inte behöva leva som för hundra år sedan, men samtidigt vara sparsamma med resurserna. Uppenbart är också att författaren torgför åsikten att människan har möjlighet att välja väg för teknikutvecklingen.

En *medborgerlig emfas* kan man finna i Sundins bok *Teknik*, med undertiteln ”dess utveckling och betydelse för natur, samhälle och individ”.⁴⁶⁶ Boken vänder sig till mellanstadiet. Under kapitlet *Informationssamhället* lyfts motiven för en specifik medborgerlig kunskap fram: ”...man måste också komma ihåg att tekniken kan missbrukas av den som har makten i samhället. Därför är det viktigt att så många som möjligt klarar av att använda sig av sin tids informationsteknik.”⁴⁶⁷ De *demokratiska* aspekter på tekniken som lyfts fram sluter an till tidigare passager i boken, där olika tekniker belyses i ett maktperspektiv, t.ex. överfallshjulet i kvarnar – så stora och dyra att bara redan rika kunde och fick bygga dem.

Teknikutvecklingens drivkrafter

Ett tredje sätt att komplexifiera med hjälp av historien utgår från synen på drivkrafter eller tryckkrafter för systemutvecklingen. Två olika synsätt har identifierats. Ett av dem har artefakten i centrum, medan ett visar på ett systemorienterat stigberoende.⁴⁶⁸

I den artefaktcentrerade modellen framstår uppfinningarna som historielösa, samtidigt som man pekar ut en ”historia framåt”. Uppfinningarna påverkar samhällsutvecklingen, men har ingen tydlig historia bakåt – inte ens om man läser läromedlens historiska framställningar ”baklänges”. Det är inte vanligt att sådana saker som bakomliggande behov, drivkrafter och villkor diskuteras i inom de teknikhistoriska avsnitten.⁴⁶⁹ Detta leder bland annat till att uppfinningarna nästan ensidigt framstår som, vad Hughes skulle kalla *radikala uppfinningar*, snarare än *konservativa uppfinningar* i förhållande till ett system i ut-

465 Ibid., s 18.

466 Sundin & Norderyd, 1998.

467 Ibid., s 36.

468 *Stigberoende*, se kap 2.

469 Jämför t.ex. Mumfords eller Sundins beskrivning av hur det som oftast betraktas som ”den mörka medeltiden”, en tid av teknisk stagnation, snarare hade karaktären av en dynamisk förberedelseepok för upplysningen och den stundande industrialismen, Mumford, 1984 respektive Sundin, 1991, eller gå till *Technological innovation as an evolutionary process*, Ziman, 2000.

veckling eller som svar på problem i ett redan befintligt system.⁴⁷⁰ Jag väljer att illustrera detta med ett exempel som även innehåller synsättet att nya naturvetenskapliga rön utgör tryckkrafter bakom teknikutvecklingen. I förlängningen av detta ligger synen på teknik som tillämpad naturvetenskap, vilket kommer att diskuteras mer utförligt senare i detta kapitel.

Eftersom läromedelsserien *NO Kombi* utvecklades för användning när Teknik ingick i NO-blocket under Lgr80 var kopplingen till NO tydlig i häftets grundkurs. Grundkursen i häftet *Teknikens utveckling* från år 1994 har ett anslag som i till stor del följer Lewis Mumfords epokindelning av teknikhistorien.⁴⁷¹ Det är utifrån artefakterna författarna skriver historien framåt. Man framhåller att takten i teknikutvecklingen under de senaste 200 åren har varit snabb, men nämner inget explicit om komplexitet eller systemiskhet. Motorernas utveckling angavs som drivkrafter bakom stora samhällsförändringar. Texterna runt olika motortyper kretsar kring hur dessa fungerar med cylindrar och rotationer, in- och utsläpp av gasblandningar etc. På samma sätt behandlades andra tekniker. Enskilda, men naturligtvis viktiga, komponenter i systemen togs upp – t.ex. radioröret men inte antennerna. I elevbokens fördjupningsuppgift *Teknik under 100 år* får eleverna, ur en lista på cirka 45 olika uppfinningar, välja fritt att fördjupa sig kring någon av dem. Frågan är ”hur de har förändrats under den tid de funnits?” Här finns allt från brandvarnare till kärnkraftverk, termostat till supraleddare etc. Eleverna ska även placera in 5-10 st på en tidsaxel.⁴⁷² Det är alltså uppfinningarnas förändring, inte de system de kunde ingå i, som intresset riktades mot. Samtliga elevövningar av praktisk karaktär i grundkursen är naturvetenskapligt inriktade laborationer. Budskapet i boken är att människan har försökt att ändra sina levnadsvillkor och sin omvärld genom sitt användande av teknik, men tekniken har drivits framåt av naturvetenskapliga framsteg.

Man kan kontrastera den modell av historisk komplexifiering *NO Kombi* ger uttryck för, med den som lyste fram i Sundins mellanstadiebok *Teknik* från år 1998, vilken visar på uppfinningarnas tillkomsthistoria och deras systemberoenden. Ett centralt avsnitt i den senare boken behandlar uppfinningarnas utveckling på ett sätt som visar deras historiska och kontextuella beroende. Man skriver att ”...det egentligen inte går att tala om enstaka uppfinningar. Varje uppfinning hänger oftast samman med en rad andra uppfinningar.”⁴⁷³ Boken framhåller att

470 Se Hughes, 1987. En *radikal uppfinning* betraktas som den teknik som ett tekniskt system eller stort tekniskt företag startas kring, medan en *konservativ uppfinning* är en som krävs för att det redan etablerade systemet ska anpassas eller överleva.

471 Se Mumford, 1984. Faserna han använde var eoteknisk, paleoteknisk respektive neoteknisk fas.

472 Hägglund, m.fl., 1994c.

473 Sundin & Norderyd, 1998, s 69.

många uppfinningar har en naturlig plats som en del i ett system, att flera system kan bero av varandra och att inte heller en uppfinnare är historielös. Hon eller han är sällan ensam, utan del av en grupp. Sundin exemplifierar med att Edison och ”hans många medhjälpare lyckades utveckla ett helt belysningsystem. Med hållbara lampor, lamphållare, ledningar, generatorer och elmätare.”⁴⁷⁴ ”Allt som gör det möjligt för lampan att lysa bildar ett tekniskt system.”⁴⁷⁵ Uppfinningen som lyfts fram här är själva *systemet*. Det är visserligen ett mindre elektriskt energisystem som berörs i jämförelse med de megasystem som har utvecklats efter Edisons tid, men poängen här är alltså att Sundin lyfter fram helheten, snarare än delen. Han heroiserar inte heller Edison på det sätt som annars är vanligt. Samma argumentation för en evolutionär syn på teknikutveckling används i *Interaktiv teknik* från år 2004. Författaren menar där att även om ett system försvinner, så kan grundkomponenter leva vidare i nya system eller artefakter.⁴⁷⁶ Båda läromedlen ger uttryck för att tekniken är stigberoende. Har man slagit in på en väg, investerat i och byggt upp ett tekniskt system, kan det finnas begränsningar för vilka utvecklingsvägar som är rimliga.

Fram till denna punkt i framställningen har läromedlens ambitioner att visa och troliggöra vad som avses med ett tekniskt system varit det centrala innehållet. Vi har redan kunnat se att systemens komponenter på flera sätt spelat en viktig roll i detta. Men det har i analysen också framkommit att *talet om tekniska system* försvårats av två omständigheter: fascinationen för artefakten respektive ett naturvetenskapligt företräde. Om detta handlar de följande två avsnitten.

Fascinationen för artefakten

I de uppfattningar om teknikundervisning som framkommer på medieringsarenan har ett speciellt *undervisningsfokus* en mycket dominant roll i *talet om tekniska system*, så dominant att själva systemen kommer i skymundan. Detta sker inte enbart i vissa fall, utan ofta. Jag väljer att illustrera med exempel från tre systemområden – transportsystem, kommunikationssystem och energisystem – tre av de mest centrala undervisningskontexterna med systemanslag inom arenan, vilka även till sin karaktär skiljer sig åt.

Det finns i dessa lärresurser en fascination inför de tekniska produkter som hjälper människan att transportera sig och att kommunicera med andra, som skiljer sig från flera andra undervisningsteman. Trots det korta tidsspänn som studerats ser man en förskjutning över tid, enkelt uttryckt från bilar till

⁴⁷⁴ Ibid., s 51.

⁴⁷⁵ Ibid., s 69.

⁴⁷⁶ Sjölander, 2004, s 74, 75.

telefoner. Kommunikationsteknikens område har tagit över rollen som symbol för teknikoptimismen, där det tidigare var transporttekniken och motorn som var fanbärare. Denna förändring inom *talet om tekniska system* har inte enbart inneburit att arbetsområdenas relativa omfång i läromedlen har skiftat, utan även att det sätt på vilket de tas upp har ändrats. Sådana förändringstendenser ser vi även på energisystemens område.

Vi kan även se en förändring i *talet om tekniska system*: de mer storskaliga i transport- respektive kommunikationsteknikerna har fått mer utrymme. Från mitten av 1990-talet ändras delvis undervisningsfokuset från att ha behandlat *system som en samling komponenter* till att också ta upp frågan om *storlek och komplexitet* på ett tydligare sätt.

Exemplet transportsystem

Bilen är ett exempel där undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* övergår till *system som en samling delsystem*. Denna del har inte försvunnit fram till idag, men det sätt på vilket man tidigare ingående lät examinera motorerna har sjunkit undan. Det rör sig om en kvardröjande *industriell emfas*, med ett inslag av verkstadsförberedande uppgifter, samtidigt som det på ett inte uttalat sätt andas en *hantera vardagenemfas* – trots att bilen och framför allt dess innandöme förmodligen inte tillhör det stora flertalet av elevernas vardagliga möten med teknik. Frågor om större transportsystem ställdes enbart sporadiskt.⁴⁷⁷

Bilen som en samling delsystem – den tidiga delen av perioden

Böckerna från 1980-talet riktar i övervägande grad intresset mot själva transportmedlen. Undervisningsfokuset ställs mot *komponenterna*, de delar en moped, en bil, ett flygplan eller ett fartyg var uppbyggda av. Man beskriver motorerna och utvecklingen från ångmaskin till fyrtaktsmotor och jetmotor. Illustrerade genomsnittsbilder och serier av hur motorerna arbetade i olika takter är vanliga.⁴⁷⁸ Eleverna ska bibringas en förståelse för att det är just *motorernas* utveckling som har möjliggjort de stora förändringarna.⁴⁷⁹

⁴⁷⁷ *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 69, har ”en karta över trafiken i Eskilstuna centrum [...] som anger hur många tusen fordon som i genomsnitt åker på gatan under ett dygn”. *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 95, innehåller en nyare likadan karta.

⁴⁷⁸ Se *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 94 ff, och *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 117 ff. I det närmaste samtliga läromedel har med dessa illustrationer. Några upplagor nöjer sig med att använda vevstaken som ett rent mekaniskt exempel. Dessa berör även bilens fjädring, torkarblad, handbroms, motorhuv och växellåda etc. och syftar mer åt de mekaniska principerna för att hålla något på plats eller för mekanisk rörelseöverföring. Se t.ex. *Tekniklära*, Sjöberg, 1995, s 80 respektive *PULS Teknik*, Sjöberg, 1997a, s 77.

⁴⁷⁹ Man kan t.ex. jämföra detta med hur Jane Summerton beskriver bilens sociala infogning, samt dess systemaspekter, vilket uppmärksammas i denna avhandlings kap 2.

Den fysiska konstruktionen utgör gränsdragning för varje system och delsystem i läromedlen. Upplagorna av *Teknikboken* från 1981 respektive *NO-Teknikboken* från 1988 använder i de avsnitt som berör bilen en siluettbild för att illustrera delsystemen.⁴⁸⁰ I lärarhandledningen till *Teknikboken* kan man läsa att syftet med övningen är att ”eleverna ska få kännedom om de olika system som behöver samverka för att en bil ska fungera. Man behöver inte kräva någon detaljrikedom i inritningarna av ”system” i bilarna – det viktigaste är att huvudsystemen finns med.”⁴⁸¹

En förändring mot att uppmärksamma bilens systemiska egenskaper – både som eget system och som en komponent i ett större vägtransportsystem – påbörjades redan i slutet på 1980-talet. Av de nio delsystem som nämns i *NO-Teknikboken* från 1988 har begreppet *system* stärkts genom att de flesta nu fått suffixet *system*, rubrikerna har blivit styrsystemet, smörjsystemet, avgassystemet etc. Lärarhandledningen från 1989 konstaterar summariskt att ”Avsnittet handlar om bilens olika system.”⁴⁸²

Beskrivningen ger en *hierarkiserande* framställning av bilen. I övrigt kommenterades varken hur delsystemen interagerar med varandra, hur respektive delsystem är uppbyggt i någon annan grad av detalj eller hur de bidrar till systemet bilen som helhet. De elevuppgifter som anvisas närmar sig inte heller bilen som en komponent i ett större system.

Bilen som en del i transportsystemet – den senare delen av perioden

Knappt tio år senare har intresset för bilen och dess delsystem både förändrats och reducerats. Till viss del kan man här börja skönja en övergång från en *industriella emfas* till en alltmer stärkt *HU-emfas*. En framspringande *design&make-emfas* tar också över och blir, genom sin karaktäristiska produktcentrering, en del av den *artefakternas skugga* som faller över möjligheterna att låta systemfrågor behandlas. Ett tecken på detta är de konstruktionsuppgifter man anvisar i anslutning till undervisningen kring bilen och dess delsystem. Flera läromedel föreslår att eleverna ska tillverka en modell av en bil. Allt i enkel materiel: pappkartonger med grillpinnar som hjulaxlar, värmeljusbehållare i aluminium till hjul etc. Drivningens kraftkälla ska t.ex. utgöras av ett gummiband, en ballong, ett vattenfylldt medicintrör med värmeljus under (ångdrift) eller elmotor med remdrift. På så vis blir undervisningsmaterialet också en del av diskursens materialitet. Den sätter ramar för vilka systemaspekter som är möjliga att representera i fysisk form.

480 Karlsson & Sjöberg, 1981, s 94-100, Karlsson & Sjöberg, 1982b, s 74, samt Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 117-123. Även *Skapande teknik* använder senare en liknande modell, Rogala & Ali, 1996b, s 47 ff.

481 Karlsson & Sjöberg, 1982a, s 29.

482 Karlsson & Sjöberg, 1989, s 17.

Läromedelspärmarna i serien *Skapande teknik* från år 1996 vänder sig till eleverna i skolans tidiga år. Faktapärmens blad anlägger först ett *teknikhistoriskt undervisningsfokus* om bilar och biltyper. Bladet *Bilar i ett större sammanhang* tar upp föreningar från bilar och trafikolyckor. Man visar på möjliga lösningar för en minskad miljöpåverkan och påpekar att det för en ökad säkerhet i trafiken "krävs att vägarna byggs ut och det påverkar också miljön".⁴⁸³ Här finns alltså ett embryo till en beroende systemsyn inom ett trafiksystem. I det följande tas bilens delsystem upp på varsitt blad utifrån målet att eleverna skall förstå hur en bil är uppbyggd. Syftet är att förbereda dem för vad man ska "tänka på när man konstruerar en bil".⁴⁸⁴ *Skapande teknik* uppmanar eleverna att konstruera rullande fordon. De mål som anges för dessa övningar är – förutom att "tillverka modeller av rullande fordon" – till exempel "anknytning till verkligheten", "att lära sig bilens uppbyggnad och funktion" samt "att studera bilens effekter på människan, samhälle och natur från ett historiskt perspektiv".⁴⁸⁵ Förutom de två generella frågeställningar som föreslås i lärarpärmen kring miljö och framtid, ser man inget av detta. Ytterligare en fråga undrar, med riktningen nedåt i systemhierarkin, "Vilka system ingår?".⁴⁸⁶

I *Bonniers teknik* från 1997 finns en liknande konstruktionsuppgift, där den bild som flankerar uppgiften endast har kraftöverföringens komponenter tydligt markerade med pilar.⁴⁸⁷ En annan elevuppgift handlar om att ta reda på vilka delsystem som är beroende av batteriet "för att bilen ska fungera". Tändsystemet och startmotorn var de två som lärarhandledningen angav.

Ett ytterligare steg i trenden bort från bilens delsystem och mot transportsystem, finner man i det sponsrade gratisläromedlet *Teknikboken*. Under avsnittet *Vad styr den tekniska utvecklingen?* tar man upp transportteknik som ett exempel. "Hjulet slog inte igenom på allvar förrän det fanns vägar att köra vagnarna på."⁴⁸⁸ Man visar i boken fram det transportsystem som bilen är en del av på ett sätt som leder tankarna till ett systems *emergenta*, och i vissa fall också oönskade, *funktioner* eller konsekvenser. Man skriver: "Men bilen är också en dödsmaskin som årligen kräver runt 500 liv på svenska vägar. Dessutom är den

483 Rogala & Ali, 1996b, s 48.

484 Ibid., s 49.

485 Rogala & Ali, 1996c, s 120-124, Rogala & Ali, 1996a, s 134-152.

486 Rogala & Ali, 1996c, s 39.

487 Nettelblad, 1999c. Peros *Teknik04* använde gummibandsbilen som kontext för att belysa mekanisk och elektrisk rörelseöverföring, snarare än något som har med bilen och dess delsystem att göra, Rosberg, m.fl., 2004, s 6:59 och 6:60.

488 Andersson, 2005, s 47. Den första upplagan producerades 2003 och har sedan dess utkommit varje år med endast smärre justeringar av innehållet. Man kan jämföra detta påstående med frågan som ställdes i *PULS Teknik* om rimligheten i att varje kines ska ha bil.

Bonniers Teknik, 1999, Lärarpärn, s. 13:4. Samma bild används i Teknik Direkt, 2008, Faktabok, s. 173.

en miljöförstörare, som påverkar hälsa och klimat.”⁴⁸⁹ Intrycket förstärks när författaren några sidor senare tar upp efterföljaren till den bensinbil han snart tror sig se gå i graven. Om bensinbilen skulle ersättas med bränslecellsbilar i detta system, så skulle hela systemet påverkas:

Ett distributionsnät för vätgasen måste byggas upp. Bara att förse alla mackar med vätgaspumpar kommer att ta tiotals år och kosta hundratals miljarder kronor.⁴⁹⁰

Att förändra transportsystemet framstår här närmast som att eliminera en bromskloss i systemets utveckling, en *reverse salient* för att tala med Thomas P Hughes, och bränslecellsbilen snarast som en *konservativ* än en *radikal uppfinning*.⁴⁹¹ Det är inte framstegsoptimism utan tvång och nödvändighet som verkar vara drivkraften här.

Även den nya utgåvan av *PULS Teknik* från 2004 förstärker *talet om system* när det gäller transportsektorn. Baserat på en hierarkisk systemdefinition med system, komponent/delsystem – representerat av vägar, broar, tunnlar och signalsystem – sker detta genom att ett helt uppslag ägnas åt *Tekniska system för transporter*. Det finns en *teknikhistorisk emfas* i det att författaren tar upp de stora transportsystemens utveckling ”från hästskjuts till snabbtåg”. En antydning till att lyfta fram *komponenternas samband* kan skönjas i passager som nämner

489 Ibid., s 49.

490 Ibid., s 53.

491 *Reverse salient*, se kap 2. Jämför även detta kapitel, avsnittet *System i teknikhistoriskt ljus*.

”noggrann samordning”.⁴⁹² Trots detta framstår kunskap om de enskilda komponenterna som det huvudsakliga fokuset för undervisningen i detta avsnitt.

Sammantaget kan man säga att, när det gäller fascinationen för bilen, dess *del-system*, motorn och dess *komponenter*, så har talet om system förändrats till att gå mot ett innehåll som *tar upp* begreppet system, men som ännu inte fyller det med systemiskt innehåll, begrepp eller modeller. Fascinationen för bilen som artefakt hindrar fortfarande att trafiksystemen tas upp i undervisningen. Även övningsuppgifternas inriktning bidrar till detta.

Exemplet kommunikationsteknik

Även inom det arbetsområde man skulle kunna kalla kommunikationsteknik sker en liknande utveckling i mitten på 1990-talet. Det råder vid denna tid en stark medvind för IT i bred bemärkelse i samhället. IT-kommissionen publicerar sitt betänkande *Vingar åt människans förmåga* och PC:n börjar på allvar få genomslag i hemmen.⁴⁹³ För skolans del märks bl.a. det speciellt riktade ITiS-projektet (IT i Skolan) som under åren 1999-2003 drivs av regeringen, genom KK-stiftelsen.⁴⁹⁴ Man kan från denna tidpunkt se en förändring i *talet om tekniska system* inom kommunikationsteknikens område. Det systemiska får nu mer utrymme. I läromedlen ersätter telekomsektorn bilen som teknisk framstegssymbol och som bärare av *fascinationen för komponenterna*. I skiftande grad introducerar läromedlen allt mer ett *historiskt undervisningsfokus* kring informationsöverföring, ”från röksignal till Internet”.⁴⁹⁵ Telegrafen används gärna som exempel, men med fokus riktat mot *komponenterna*. I den mån telegraf- eller telefonsystemet tas upp är det utifrån en *linjär* beskrivning, där meddelandets eller samtalets väg oftast mycket kortfattat beskrivs.

492 Sjöberg, 2004a, s 158-159.

493 Se t.ex Informationsteknologikommissionen, 1994. Ytterligare belysning av denna ibland mellan vision och verklighet motsägelsefulla epok kan man t.ex. finna i den i stora stycken kritiska framställning som Emin Tengström, 1987, gav i *Myten om informationssamhället* av de visioner om framtiden som bars fram av olika myter om IT's roll för det goda livet, eller i rapporten *Skolan och datorn*, där Ulla Riis, 1991, resultatredovisar och reflekterar över 1980-talets satsningar, eller i några av de bidrag som speciellt rör skolan i antologin *Brus över landet*, Ingelstam & Sturesson, 1993, eller i den delrapport och den mer översiktliga rapport över KK-stiftelsens satsningar på skolutvecklingsprojekt som skrevs av Edström & Riis, 1997, respektive Jörgen Nissen, 2002. Rapporterna fokuserar inte på Teknikens användning av IT, utan om IT's potential i skolan i stort – alltså, IT som undervisningsteknologi snarare än IT som del av teknikundervisningen.

494 Se t.ex. Tebelius, m.fl., 2003. ITiS-projektet (IT i Skolan) omsatte ca tre miljarder kronor under denna period i utbildning, nätverksbyggande, infrastruktursatsningar, hårdvaruuppdateringar etc.

495 Denna rubrik finner man i *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 108.

Telegrafen och telefonen – den tidiga delen av perioden

Redan inom *Barn och teknik*-projektets temahäfte *Kommunikation* från år 1980 föreslår man att eleverna ska bygga både telegrafnyckel och burktelefon.⁴⁹⁶ Att bygga burktelefoner är också ett vanligt inslag i flera läromedel, liksom att koppla ihop två telefonlurar med ett 4,5 voltsbatteri.⁴⁹⁷ Texterna och de övningar som föreslås i *Teknikboken* från 1981 respektive 1988 domineras av hur telefonen eller fingerskivans signalpulser fungerar. Telefonnätet tas upp för att visa uppdelningen i riktnummer och abonnentnummer för att kunna genomföra telefonkatalogövningar med eleverna. Andra övningar inbegriper sammankoppling av två begagnade telefonlurar respektive att koppla en fingerskiva till ett batteri och en glödlampa för att visa hur strömmen bryts när man slår en siffra.⁴⁹⁸

Både NO Kombi *Teknik i hemmet* från år 1994 och Natur och kulturs *Tekniklära* från 1995 riktar undervisningsfokuset mot telefonens och telegrafens elektromekaniska principer. I *Teknik i hemmet* föreslås man kontakta Televerket och beställa deras broschyr *Samtalet hem* om man vill veta något ytterligare om det nationella telenätet. *Tekniklära* för inte läsaren längre fram än till slutet på 1800-talet. Kapitlet hette *Nord och syd*, vilket associerar till en magnet.⁴⁹⁹ Studiebokens elevövningar i *Bonniers Teknik* från år 1999 föreslog också att bygga en enkel modell av en telefax med hjälp av en fotoresistor.⁵⁰⁰

Förutom de naturvetenskapliga inslagen byggde avsnitten i denna del av perioden på en *hantera vardagen-emfas* med de enskilda apparaterna i centrum för undervisningsfokuset. Elevfrågor kunde handla om hur man ringer samtal till annat land, till räddningstjänst eller vilka tekniska hjälpmedel man kan få till sin telefon.⁵⁰¹

496 Skolöverstyrelsen, 1980d, s 53-59.

497 Fördjupningsuppgiften *F12 Ringklockan och telefonen* i NO Kombi *Teknik i hemmet*, Hägglund, m.fl., 1994d, *Bonniers Teknik studieboken*, Nettelblad, 1999c, s 18 f. Jämförelsen med rättfälebliden är oundviklig.

498 Karlsson & Sjöberg, 1981, s 58 (faktaboken), Karlsson & Sjöberg, 1982b, s 51-52 (studieboken), samt Karlsson & Sjöberg, 1982a, s 21 (lärarhandledning). På s 58 i faktaboken finns även ett foto på en i sina beståndsdelar utspridd telefon med bildtexten "En telefon består av många olika delar".

499 Sjöberg, 1995, s 62-65.

500 Nettelblad, 1999c, s 18 f.

501 Hägglund, m.fl., 1994d, s 63 ff.

Telefonsystemet och Internet – den senare delen av perioden

I den senare delen av perioden stärks systemdelarna ytterligare. Redan i *NO-Teknikboken* från 1988 får telefonsystemets delar en utförligare beskrivning. Både AXE-växlar och radiolänksatelliter nämns. Elevernas telefonövningar är nu borta och det enda som återstår på kommunikations-sidan, jämfört med upplagan från 1981, är att tillverka en TV-antenn.⁵⁰² *PULS teknik* från 1997 inleder det nya kapitlet *Hit och dit* med transport- och kommunikationshistoria. Eleverna uppmanas i en övning i faktaboken pröva att bygga en enkel hörtelefon med ett konservburkslock, en magnet och lite koppartråd. Men här finns även en nyhet i kapitlet: en fråga om hur man kan tänka över system har tillkommit bland övningarna:

14. Kors och tvärs

Bilden visar två olika sätt att organisera kommunikation.

a Kan du hitta ett exempel på vardera sättet?

*b Vilka för- och nackdelar kan de ha?*⁵⁰³

En ytterligare skillnad är att *PULS Teknik* också nämner att *stora tekniska systemen* på IT-sidan har byggts samman. IT-samhället är här, menar man.⁵⁰⁴ Varken tidigare i boken eller i lärarpärmen ges dock någon ledtråd till vilka alternativ som kan vara gångbara svar till frågorna ovan. Internet och ett telefonnät, eller ett logistikschema för ett transportföretag respektive ett järnvägsnät? Även i *Bonniers Teknik* från 1999 har mobiltelefonin och Internet tagit plats i faktaboken. Efter en inledande presentation av den första telegraflin-

502 Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 102-105 (faktabok), Karlsson & Sjöberg, 1988b, s 41 (studiebok) och Karlsson & Sjöberg, 1989, s 15 (lärarhandledning), NO Kombi *Teknik i hemmet*, Hägg-lund, m.fl., 1994d.

503 Sjöberg, 1997a, s 123.

504 Ibid., s 120.

jen lyfts dagens moderna, sanabba kommunikationer fram.⁵⁰⁵ Datorn får en central roll som kommunikationsredskap, medan Internet beskrivs som ett "nät" man kan ansluta sig till. Mobiltelefoner, basstationer, satelliter och antenner nämns på samma *linjära* sätt som tidigare det trådburna telefon- eller telegrafsystemet. Av de frågor som ställs till eleverna pekar enbart två mot en något mer systemisk behandling: "Vilken funktion har basstationerna för mobiltelefoner?", respektive "Varför ökade behovet av telefaxen på 1980-talet?". Kring Internet ställs ingen fråga, däremot en om hur datorn "ser ut inuti och hur den arbetar". I studieboken föreslår man också eleverna att koppla samman ett antal burktelefoner i ett litet *nätverk*. "Är det något speciellt ni måste tänka på?", frågar man eleverna i samband med detta.⁵⁰⁶ Upplagan av *PULS* från år 2004 lägger till begreppet *infrasystem* med förklaringen att det "betjänar många människor". Beskrivningen utgår från telegrafsystemet, vilket tas upp i två skilda kapitel. Övningarna där eleverna ska konstruera en telefonmikrofon och en telegrafnyckel finns kvar, men att den trådbundna telegrafen kompletterades med radioburen dito, nämns exempelvis inte.⁵⁰⁷ I Bonniers senare bok, *Teknik Direkt* från år 2008, får AXE-växlarna ett helt avsnitt där de omtalas utifrån att de är datorer. Här beskrivs även att telefonsystemet härmed har fått flera nya extra funktioner, s.k. Plus-tjänster.⁵⁰⁸

Förutom *system som en samling komponenter* berörs de undervisningsfokus som framträder även systemens *storlek/komplexitet*, här kopplat både till geografisk utbredning och till betjäningen av många människor. Med undervisningsfokus *relationen mellan komponenterna* följer signalen i en *linjär* modell, men är ofullständig. Även om man växlar mellan att använda begreppet *system* och begreppet *nät*, blir nätmetaforen för infrastruktur inte tydlig – systemen framstår på ett *linjärt* sätt av sändare, ledning och mottagare. I läromedlen tydliggörs systemgränsen genom systemens materiella utbredning. Kommunikationssystemet behandlas som något som *finns*, det som leder signalen.

Vi ser en parallell rörelse mellan två krafter. Sällan förmår man i läromedlens beskrivningar träda förbi de enskilda apparaterna. Fascinationen för artefakterna, viljan att beskriva hur de är uppbyggda – *och hur de fungerar, snarare än deras funktioner* – behåller till stor del undervisningsfokuset kvar på komponenterna. Samtidigt håller ett ökat intresse för de stora och moderna kommunika-

505 *Telegrafinjen* har enbart genom sitt namn en linjär konnotation, bunden till den enskilda telegrafråden.

506 Nettelblad, 1999c, s 18 f. Inget svar gavs till frågan om nätet av sammankopplade burktelefoner, men kanske tänkte man på avsaknaden av en växel?

507 Sjöberg, 2004a, s 52 resp. s 108 f.

508 Nettelblad, 1999a, s 45.

tionssystemen på att utvecklas. Den *teknikhistoriska* *emfas* som framträdde allt tydligare berörde systemframväxten eller systemens beroende av varandra. Till viss del kan man finna att intresset för den moderna kommunikationstekniken har lett till att man i läromedlen tar upp mer nytillkomna systemfunktioner som SMS, MMS och WAP.⁵⁰⁹

Exemplet energisystem

Energiförsörjningen i samhället framstår som ett centralt stoff inom teknikläromedlen. Men genom hela perioden finns ett glapp i behandlingen av energifrågorna. Det kommer till uttryck genom att man i läromedlens textdelar visar ett initialt intresse för systemrelaterade energifrågor medan man i andra delar såsom studieuppgifter, elevfrågor och övningar, koncentrerar texterna mot energigivarna i egenskapen av komponenter.

Komponenterna i energisystemet – den tidiga delen av perioden

Det finns i början av perioden innehåll som fokuserar på de nationella energisystemen. *Teknikboken* från 1981 har med cirkeldiagram över Sveriges energiförbrukning fördelat på olika sektorer och energiproduktion fördelat på olika källor.⁵¹⁰ Man använder en hel sida till en tecknad bild över det svenska kraftnätet både i läroboken och i en övning i studieboken, medan dess uppföljare från 1988 i princip inte har med något

Teknikboken, Karlsson & Sjöberg, 1982b (studiebok), s. 55

509 *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 111.

510 *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 72 ff.

om elnätet. Behandlingen har där reducerats till en kort passage om spänningen i skilda delar av nätet, vilken står att återfinna inom avsnittet *Samhällsplanering*.⁵¹¹

Kanske är detta en sista kvarleva från den period där de nationella tekniska systemens framväxt var en del av den samhällsidentitet som skolan kunde förmedla till eleverna. I avtagande grad tas dessa upp i läromedlen och ersätts med de moderna tekniska system som inte längre huvudsakligen är statligt ägda, utan reglerade.⁵¹² Det elektriska kan även tas upp i en mindre systemmiljö, som en del i avsnitt som rör elsäkerhet – hur man får koppla sladdar hemma, vad man ska tänka på, vilka regler som gäller. I några fall tas husets eget elektriska system upp och eleverna föreslås bygga modeller av det i t.ex. en pappkartong.⁵¹³ Återigen ser vi exempel på diskursens materialitet.

Energigivarna som delsystem – den senare delen av perioden

Typexemplet innebär att man tar upp en energigivare (eller energiproducent) i taget, med varierande detaljrikedom och ofta med en tekniskt allmänbildande ambition. Här ser vi att fascinationen över artefakten har skalats upp och riktats mot ett större energisystems komponenter.

Hela häftet *Energi* i *NO-Kombi*-serien från 1993 bygger, i princip, på strukturen kring stora elsystem uppdelade i energigivarkomponenter. Ledningar, transformatorer, ställverk, omkopplingsstationer etc. ges *linjära* beskrivningar. I bokens fördjupningsdelar har eleverna möjlighet att välja att ytterligare tränga in i respektive energigivares särskilda villkor och egenskaper. Ett fotokollage i fördjupningsuppgiften *Transformatorn* visar "Energins väg från kraftverk till konsument" och olika spänningsnivåer.⁵¹⁴

Två hål i väggen ger oss ström kallas avsnittet om elektrisk energi i *Bonniers Teknik* från 1999. Här står generatoren i centrum för beskrivningen av de olika typer av kraftverk som omvandlar olika former av energi till elektricitet. Dessutom tog man upp att "strömmen måste verkligen transporteras lång väg", från Norrland till södra Sverige. Ingenstans nämns dock hur denna transport går till.⁵¹⁵

511 *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 97.

512 Se t.ex. *När folkhemselen blev internationell*, Högselius & Kaijser, 2007.

513 Se *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 66 ff, *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 66 f, eller *NO Kombi Elektricitet*, Hägglund, m.fl., 1994a, s 27 f. Flera läromedel kopplade energisystemets utveckling specifikt till belysning i husen, t.ex. Thorén, 1996, s 79 ff. För en teknikhistorisk betraktelse över energisystem och belysning, se *Tidernas ljus*, Garnert, 1995.

514 Hägglund, m.fl., 1993b, s 47.

515 Jämför bilden här ovan ur *Teknikboken 1982*, eller beskrivningen av trefasssystemet i *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 195.

Avsnittet om den elektriska energitransporten är likalydande i *Teknik Direkt* från 2008. Skillnaden är att bilden och bildtexten av en kraftverksdamm och en generatorstation i genomskärning tagits bort.⁵¹⁶

Endast ett läromedel behandlar enskilda kraftverk som egna tekniska system. *NT Handboken i naturvetenskap och teknik* från 1997 tar upp vattenkraftverk och även innehåller bilder på både tryckvatten- respektive kokvattenreaktorer som relativt slutna system.⁵¹⁷ Ett teknocentriskt *S&R-språk* används för att beskriva kraftverken. Man talar i texten om att kedjereaktionen regleras ”med hjälp av ämnen som suger upp neutronerna och därmed bromsar kedjereaktionen”.⁵¹⁸ *S&R-språket* markerar i detta fall att tekniken är under teknikens egen kontroll och människan är frånvarande i denna process. I de flankerande bilderna syns ingen styrning av systemen, men däremot tar man i samband med vattenkraften upp hur man reglerar en damm, beroende på efterfrågan på elenergi. Reglering av fallhöjd och anpassning efter behov nämns som två varianter.⁵¹⁹

Energisystem är en undervisningskontext på medieringsarenan som lämpar sig för att peka på vad som *inte* sägs i talet om tekniska system. Relaterar vi till *systemsignifikanterna* ser vi att energigivarna varken blir behandlade som delar av egna råvarusystem eller som delar av ett energiproduktionsnät.⁵²⁰ Eventuella beroenden dem emellan tas inte heller upp. Man visar intresse för den speciella form av energikälla – sol, gas, kärnkraft, biobränsle etc. – som utgör grunden för de komponenter i det energisystem man avser att belysa.⁵²¹ I den mån man talar om energisystem handlar det huvudsakligen om *elsystemet*, vare sig man talar om olja, vatten, gas, kol, vind eller uran. *S&R-språket* till trots nämns sällan hur reglering går till och inte heller används begrepp som återkoppling eller *sensorer*.

516 Börjesson, m.fl., 2008b, s 71.

517 Nordling, m.fl., 1998, s 277.

518 Ibid., s 276.

519 Ibid., s 279.

520 Två undantag finner man i *NO-Teknikboken* och *NO Kombi Energi* vilka i fördjupningsuppgifter tar upp kärnkraften ur ett produktionsperspektiv. Där belyser man uranets väg från gruvan till slutförvaring som en linjär process, Karlsson & Sjöberg, 1988b, s 42 f, respektive Hägglund, m.fl., 1993b, s 52 f. Båda dessa har ett naturvetenskapligt anslag i behandlingen av momentet.

521 En intressant beskrivning av tillförseldiskursen (hur talet om energikällornas karaktärer gestaltas relativt undervisningens uppgifter och innehåll) i några olika klasser i grund- respektive gymnasieskolan, beskrivs av Per Gyberg, 2003, i hans avhandling *Energi som kunskapsområde: om praktik och diskurser i skolan*. Gyberg lyfter även fram hur gränsdragning blir en viktig faktor i formeringen av energidiskursen, s 179 ff.

Elektricitet och energi tas ofta upp på flera ställen i samma läromedel – vid energigivarna, vid elektriska apparater, eller där den enskilda bostadens energianvändande tas upp etc. Ingen lärarhandledning ger anvisningar för undervisning som sammanlänkar dessa avsnitt. De olika kraftkällorna framstår huvudsakligen som oberoende av varandra.

Fascinationen för artefakten eller komponenten illustrerar även ett annat problem: viljan att teknikundervisningen ska innehålla praktiska moment, d.v.s. manuellt konstruktionsarbete, tycks i läromedlen stå i ett motsatsförhållande till systemansatserna. När man talar om system, låter man konstruktionsuppgifterna handla om komponenter i systemen eller den artefakt man utgår från. Detta har således en koppling till de tre metoderna för komplexifiering.

Det naturvetenskapliga företrädet

Vi har tidigare sett en naturvetenskaplig diskurs påverka *talet om tekniska system*. På medieringsarenan framträder detta på ett sätt som framför allt relaterar till fysik och kemi. Det berör tydligast hur råvaru- eller naturtillgångsbaserade produktionssystem, inklusive energiproduktion och energiöverföring behandlas i läromedlen.

Denna specifika del av diskursen omfattas av en *industriell emfas*. Det är både ett *ontologiskt språk* och ett *linjärt undervisningsfokus* som dominerar hur systemen tas upp till behandling. *S&R-språket* är till övervägande del det som används för att skapa klarhet i den tekniska delen av beskrivningarna.

Koppling till metoden att komplexifiera genom att fylla ut systemen – att vilja söka sig längre inåt/nedåt i systemen för att finna viktiga komponenter – är tydlig. Här ser vi alltså ett drag av atomism, en förmodan att om man känner systemets minsta delar kan man uttala sig om systemets funktion, möjligheterna att reglera det etc.⁵²²

Det finns en mer eller mindre explicit naturvetenskaplig retorik inom *talet om tekniska system*. Inom projektet *Barn och teknik* påpekar man att systemavgränsning är en komplikation sett från ett naturvetenskapligt perspektiv.⁵²³ I projektets temahäfte *Kommunikation* från 1980 ger författarna en antydan till definition genom att utgå från bokens ämnesrubrik.

522 Denna typ av atomistisk syn på kausaliteten står således i ett motsatsförhållande till vad som framträder i avsnittet som leder fram till systemsignifikanterna i kap 2.

523 Skolöverstyrelsen, 1979, s76.

Med kommunikationsteknik menar vi både processer, apparater och materiel. I fråga om apparater ingår naturligtvis även hur de fungerar och de tekniskt-naturvetenskapliga principer på vilka de bygger.⁵²⁴

Komponenterna finns i fokus. De principer man avser är *naturvetenskapliga* – friktion, flytkraft, densitet etc. – och gäller speciellt transporttekniker till lands och sjöss.

På artefakt/system-nivå träder retoriken bl.a. fram i *Teknik i annat perspektiv* från 1997. Boken är ingen traditionell lärobok för elever, utan mer en blandning mellan lärarhandledning och fortbildningslitteratur. Man skriver:

Speciellt under de första skolorna är det en fördel att göra en stark koppling mellan teknik och naturvetenskap för att ge den erfarenhet som vidare naturvetenskapliga studier skall bygga på. Som exempel kan nämnas att ficklampan först kan studeras som tekniskt system och sedan motivera studier av elektriska kretsar med batterier, ledare och glödlampor.⁵²⁵

Utläsningen av detta citat kan göras på två sätt. Antingen siktar undervisningen mot vidare studier i naturvetenskap, eller så tänkte författaren att teknik är en del av naturvetenskapen. När författaren till *Interaktiv teknik* från år 2004, under rubriken *Teknik – att återanvända erfarenheter*, skriver:

Uppfinningen och tekniken fanns alltså långt innan man visste varför och hur det egentligen fungerade. I grund och botten är det så här mycket av vår tekniska utveckling har gått till. Först kommer uppfinningen, den återanvänds och blir därigenom en teknik, sist kommer naturvetenskapen och förklarar hur det går till.⁵²⁶

innehåller denna passage åtminstone tre utsagor med polariserande karaktär: dels att teknik likställs med den praktiska uppfinningen och naturvetenskapen med det teoretiska på ett sätt som osynliggör teknisk kunskap och teknisk bildning, dels den reducering av denna tekniska kunskap som uppstår när måttstockarna "det praktiska funktionsvärdet" respektive "det naturvetenskapliga förklaringsvärdet" ställs mot varandra, och dels frågan huruvida naturvetenskapen kan tänkas ha förklaringsanspråk på de tekniska systemen, hur de tekniska systemen "går till". Något senare i boken återkom man till tårtan som exempel på ett system.⁵²⁷ Under avsnittet *Tekniska beskrivningar* tog man Carl von Lin-

524 Skolöverstyrelsen, 1980d, s 24.

525 Thorén, 1996, s 20.

526 Sjölander, 2004, s 18.

527 Se detta kapitel, avsnittet *Gränsdragningsfrågan*.

nés systematik som utgångspunkt för att resonera om hur man beskriver tekniska system och man lutade sig mot naturvetenskapen.⁵²⁸

Till viss del kan detta förklaras med att Teknik räknas som ett NO-ämne inom Lgr 80 och att några förlag försöker vara följsamma. Ämnet saknade en stark egen identitet och erbjöd kontexter som kunde utnyttjas för naturvetenskapliga frågeställningar. Intresset för laboratoriet hade svalnat och kopian av den lille vetenskapsmannen var inte längre ett ungdomsideal. Naturvetenskapen sökte nya vägar att popularisera skolämnena – ett gränsarbete som pågår ännu idag. Teknikämnet antogs vid denna tid kunna bidra till en lösning på detta problem. Även det undersökande arbetssättets företrädare spelade in, vilket beskrivits tidigare. Därmed övertog naturvetenskapen till viss del även förklaringsanspråken – det låg naturvetenskapliga förklaringar bakom snart sagt varje teknisk innovation eller systemutveckling. Den naturvetenskapliga vetenskapskulturen gavs både kontext-, problemformulerings- och tolkningsföreträdare.

Att tänka över tekniska system handlar i hög grad om ifall man ska inkludera människan och hennes roll i systemet, till exempel den i vissa fall psykologiska aspekten av en återkopplingslinga i ett mjukt system. Hur vi människor påverkar och påverkas av den teknik vi använder kan, när man tänker över det i termer av systemiskhet, ofta vara det som är själva frågeställningens grund. Just det faktum, att man inom teknik inte frånskriver sig möjligheten att räkna in människan och hennes användande av teknik som en del av det identifierade – eller definierade – systemet, skiljer sig från till exempel fysikens sätt att traditionellt reducera bort ”störkällor” och idealisera sin försöksuppställning. Där är man oftast intresserade av det ”rena” fenomenet.⁵²⁹ I *talet om system* syns alltså denna typ av motsättning förhållandevis tydligt.

Exempel från tre områden

De tydligaste exemplen på när ett naturvetenskapligt företrädare stäcker ambitionen att ta upp något tekniskt ur ett systemperspektiv, finner man i läromedlen inom tre tekniska innehållsfält: transportteknik, energiteknik respektive processsteknik.

Transportteknik

Inom transporttekniken kan man se det systemiska falla bort genom att i läromedlen snarare vänder intresset mot kemiska förbränningsreaktioner i

528 Sjölander, 2004, s 59.

529 Idealiseringar sker även inom systemanalysen, men är oftast en del av gränsdragningsprocessen. Skillnaden ligger snarare i hur man betraktar beroendena mellan komponenterna och kausaliteten inom systemet.

motorerna och avgasrening (*NT Handboken*), mot likformig rörelse, acceleration och friktion (*NO Kombi Säker i trafiken*) eller mot energiomvandlingar.⁵³⁰ Esseltes *Teknikboken* från år 1981 skiftar till *NO-teknikboken* år 1989 – utan att radikalt förändra innehållet. Vissa anpassningar, som bidrog till den naturvetenskapliga skuggan, har dock gjorts. I lärarhandledningen för *NO-teknikboken* från 1989 ser man en skillnad mot utgåvan från 1981. När det gäller bilens delsystem, som är tydligt behandlat i den tidigare utgåvan, så ersätts detta med en mer utpräglad inriktning mot övningar och texter som ska anknyta till hur man inom Fysiken behandlar energiomvandlingar.⁵³¹ Samtliga elevövningar av praktisk karaktär i grundkursen i NO Kombi *Teknikens utveckling* från 1994 är naturvetenskapligt inriktade laborationer. De enkla maskinerna (lutande plan, hävstång och block) undersöks med fysiksalens utrustning: dynamometrar, 100 gramsvikter, stativ etc. När man når fram till motorerna, ångmaskinen och förbränningsmotorn, riktas fokus mot värmeutvidgning, vad en gas är och hur den uppför sig vid kokning och kondensering, samt förbränningsexplosionens utvidgning av gaserna. Flera laborationer föreslås kring detta tema.⁵³²

Energiteknik

Läromedelsserien *PULS Teknik* från Natur och kultur har i sina upplagor ett genomgående naturvetenskapligt drag inom energiområdet. Jämför man utgåvorna från år 1997 med den från 2004 finner man att genomgången av olika kraftkällor såsom, vind, vatten, sol, ånga och förbränningsgasar och hur de omvandlar energi i kraftstationer hela tiden har ett *naturvetenskapligt fokus* riktat mot de energiomvandlingar som där sker.⁵³³ Både i text och med flankerande ikoner, tydliggör man mellan vilka former energin omvandlas i respektive kraftverk. År 1997 används en hel sida till att visa en sammanställning av de olika energiformerna, år 2004 har detta reducerats till en halv. Hela avsnittet handlar huvudsakligen om ”Att omvandla energi” – inte om de system som vi utvecklat för att göra energitransport i stor skala möjligt. Lärarhandledningen poängterar särskilt de naturvetenskapliga termerna och talar om att ”Arbete och elöverföring likställs”. Olika energiomvandlingar kan både ”bli tydliga bitar i energipusslet” och ”sättas ihop till kortare eller längre kedjor”. Fyra tekniska artefakter (generatoren, elmotorn, ackumulatoren och kondensatorn) används för sex exempel på övergångar.⁵³⁴

530 Nordling, m.fl., 1998, respektive Hägglund, m.fl., 1993a.

531 Karlsson & Sjöberg, 1989, s 17.

532 Hägglund, m.fl., 1994e.

533 Detta uppmärksammar även Gyberg, 2003.

534 *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004b (lärabok), s 134-135.

Det är både en naturvetenskaplig grundton för framställningen av energisystem och ett linjärt undervisningsfokus som framträder. Komponenterna behandlas, men inte systemet – kanske för att strävan att förklara energiomvandlingarnas karaktär leder in mot komponenterna i stället för ut mot systemen. ”Energipusslet” som omtalas i textutsnittet ovan blir en del av de linjära systembeskrivningarna genom att man talar om kedjor av händelser.

Processteknik

Om de två tidigare kontexterna har ett naturvetenskapligt företräde med fysikanslag, är kemi det framträdande inom processteknik. Beskrivningar av processtekniker för framställning av råvaror som plast, papper och metall finns i flera läromedel, ofta i *linjära* modeller. Masugnen utgör ett typexempel. Den har, som system betraktat, likheter med läromedlens beskrivningar av raffinaderiet, pappersmaskinen och strängsprutningsredskapet för plasttillverkning. Där den ingår, finns pilar som visar input, pekar på processer och pekar på output. Råvaran och processen är i centrum.

Visserligen är materialkunskap ett centralt område i den tidiga periodens teknikundervisning, men det handlar övervägande om materialets tekniska egenskaper, böjbarhet, draghållfasthet, elasticitet etc., och om de tekniker som användes för att forma det. Det naturvetenskapliga inslaget är därför inte särskilt starkt i *Teknikboken* från år 1981. Man leder eleverna från komponent till komponent i systemet med hjälp av tecknade bilder, foton och små korta texter.

Vi ser sedan ett skifte. Den masugn som, i *Teknikboken* från år 1981 får följande beskrivning,

Sinter och koks tillförs då masugnen från toppen. Masugnen upphetas så att kolet brinner och malmen smälter. Järnet befrias från sitt syre, smälter och rinner ut ur masugnen i en ränna i botten. Järnet får stelna i tackor.⁵³⁵

får i *NO Kombi – Material* från år 1996 en än mer naturvetenskaplig ton. Rubriken för avsnittet heter *Från malm till metall* och den lilla sektionen om masugnen har fått rubriken *Reduktion*. Järnoxidens väg till tackjärn beskrivs med kemiska reaktionsformler, snarare än med tekniska attribut.⁵³⁶

Bilder av masugnen finner man i flera läromedel.⁵³⁷ I elevernas arbetsbok till *NT Handboken* finner man frågan ”Beskriv masugnsprocessen med en reak-

535 Karlsson & Sjöberg, 1981, s 130.

536 Hägglund, m.fl., 1996b, s 26.

537 Utöver de tidigare redan nämnda finner man också masugnen i *Interaktiv teknik* på s 49, Sjölander, 2004, samt *NT Handboken* s 298, Nordling, m.fl., 1998.

tionsformel” samt bilder av kemiska laborationsupställningar för undersökningar av järnoxidsreduktion.⁵³⁸

Linjärt beskrivna produktionssystem för papper ges utrymme i teknikdelen av *NT Handboken* från 1999, liksom kemisk-tekniska industrigrenar. Fokus ligger på hur man framställer de grundmolekyler som behövs – salt, kväve, ammoniak, salpetersyra, svavelsyra etc., och hur dessa är förutsättningar för handelsgödsel, sprängämnen, plaster, mediciner och legeringar. Man accentuerar med provrör, gipskutsar och bunsenbrännare, samt demonstrationstillverkning av nylon. Livsmedelsteknik behandlas här inte som ett produktionssystem av typen *från ko till hamburgare* och frågeställningar däromkring. I stället riktar författarna in sig mot förhållandevis naturvetenskapligt närgångna beskrivningar av saltning, torkning, infrysning, syltning. Bland elevuppgifterna fann man bland dem som berörde livsmedelsteknik även frågor om rimlighet i avstånden för livsmedelstransporter, miljöpåverkan från frysar och kylar, samt huruvida hushållsapparater har förändrat våra matvanor.⁵³⁹

Trots den här redovisade fascination för artefakter och det naturvetenskapliga företrädet, hoppas jag ändå förmedla bilden av att det finns en strävan att ta upp tekniska system till behandling på medieringsarenan. Här finns också några mer etablerade systemrelaterande inslag i läromedlen där delvis andra följesmeningar har större genomslag inom diskursen. Nästa avsnitt handlar om det.

Etablerade tal om tekniska system

Tidigare avsnitt i kapitlet har pekat på att beskrivningar med systemrelevans eller systempotential varit möjliga att identifiera i läromedlen. Av dessa har tre speciella delar av innehållet på ett mer tydligt sätt lyckats etablera sig på *medieringsarenan*. Det gäller system som tas upp som linjära exempel, utifrån styr- och reglertekniska aspekter på tekniska system respektive tekniska system i ett hållbart perspektiv.

Exemplet linjära system

Trots att det i vissa fall används ord som *nät* eller *väv* för att framför allt benämna men ibland också beskriva tekniska system, är en *linjär* modell av tekniska system den allt dominerande. Många sådana exempel har redan nämnts. Det är ofta *stora system* som studeras. Undervisningsfokus riktas alltså mot *relationen mellan komponenterna*.⁵⁴⁰ Den vägledande tanken för *relationen mellan kom-*

538 Lindahl & Starck, 1999; Nordling, m.fl., 1998, s 73.

539 Lindahl & Starck, 1999, s 72-83.

540 Jämför t.ex. Kaijser, 1994, som ger översikter kring stora systems karaktäristika.

ponenterna att det är en råvaras väg man följer – ”från tall till pall”, ”från ko till köksbord”, ”från träd till papper” etc. En bakomliggande *industriell emfas* kan skönjas, men syftet är inte uttalat att eleverna ska skolas in till att bli industriarbetare, som under Lgr 62 och Lgr 69, utan att de ska bli bekanta med våra stora industrier och våra nationella nät. En *teknikhistorisk bildningsemfas* används också för att belysa det som man talar om som tekniska system och hur dessa vuxit fram och förändrats. De tekniska system man för fram och uppmanar eleverna att beskriva bärs fram av en tanke där flödet av en naturresurs, energi eller information går från en punkt till en annan och det är längs denna transportväg som systemet framträder genom att nödvändiga komponenter identifieras. Det fordska *löpande bandet* är en arketyper för detta sätt att *tala om tekniska system*.⁵⁴¹

Den tidiga delen av perioden – linjära processsystem

Denna innehållskultur har rötter tillbaka till projektet *Barn och teknik* från sent 1970-tal. Förmodligen har den djupare rötter än så, men vid den tid då Teknik etablerades som ett obligatoriskt ämne i skolan bidrog projektets delrapport temahäftet *Från tall till pall till talet om tekniska system* genom att just föreslå ett antal arbetsområden för barn i skolans tidiga år som tog upp skillnaden mellan hantverksmässig och industriell produktion. En väsentlig skillnad mot de etablerade läromedlen för Teknik är att man i detta temahäfte lägger stor vikt vid ”arbetslivets villkor, arbetslivets organisation och de ekonomiska krafterna, dvs människan i produktionen.”⁵⁴² I rapporten redovisar man försök att genomföra undervisning i nära samarbete med personer och företag i det omgivande samhället. Man föreslår också ett antal produktionsprocesser som skulle kunna studeras: från tall till pall, från ko till ost, från ax till limpa, från lera till kruka, från får till ylletyg, från frö till linne.⁵⁴³

Senare läromedel föreslår arbetsområden av samma typ och den breda floran på förslag tyder antingen på att det är centralt att förstå något om produktions-system, eller att det är egalt vilket exempel man väljer.⁵⁴⁴

Teknikboken från 1981 är med sin *industriella emfas* mer utförlig i sin beskrivning av t.ex. hela det produktionssystem som följer petroleumet från oljepumparna, via pipelines, tankers och depåer fram till raffinaderiet.⁵⁴⁵ *NO-Teknikboken* från

541 *Det löpande bandet* tas bl.a. upp i *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, s 116, *Teknik direkt* Börjesson, m.fl., 2008b, s 157, samt *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 166.

542 Skolöverstyrelsen, 1980c, s 36. Understrykning i original.

543 Ibid., s 59.

544 *Peros Teknik* 96, Rosberg & Osbeck, 1996, s 1:13 och 1:14, *Skapande teknik*, Rogala & Ali, 1996a, s 2.

545 Karlsson & Sjöberg, 1981, s 132.

år 1988 innehåller flera processtekniska områden med linjär beskrivning: plast, papper, stål, jordbruk, boskapsskötsel, slakteri, mejeri och livsmedelsindustri. Raffinaderiet beskrivs också i bild i *NT Handboken* från 1998.⁵⁴⁶ Samma tendenser går att finna när det gäller produktionssystem med råvaruförädling som sitt första steg. Boken tar upp en sammanvävning mellan ett energisystem och ett råvarusystem. I bokens energiavsnitt beskrivs råoljans raffinering i text och bild med hjälp av en stor kolonn. Det ser ut som ett input/output-system, där råoljan kommer in och de olika fraktionerna och krackningsprodukterna åker ut. Asfalt rinner ut i botten, gas kommer längst upp. Inget nämns dock om det hela i systemtermer. Och på samma sätt som i avsnittet om fascinationen för artefakten, stannar en möjlig beskrivning av energins flöde genom systemet vid att man vänder intresset mot komponenterna.⁵⁴⁷

I mellanstadieboken *Teknik* från 1998 finner man också ett linjärt exempel: ”En modern kossa kan ju sägas vara en del av ett tekniskt system med mjölk-ningsmaskin, tankbil, mejeri, snabbköpets kyldisk och hemmets kylskåp.”⁵⁴⁸

Den senare delen av perioden – de stora nationella systemen

Ett, på många sätt, typiskt exempel på arbetsuppgift runt tekniska system finns *NT – Arbetsboken i teknik* från år 1999. Den överbryggar mellan den undersökta periodens två delar. Man börjar nu tala om andra typer av stora tekniska system, men håller samtidigt kvar vid processsystemen. Risker i systemen framträder som ett moment att behandla.⁵⁴⁹ Uppgiften *Tekniska system* inleds med att man talar om ett av de stora nationella infrasystemen, järnvägsnätet. Man radar upp komponenter i ett tänkt järnvägssystem – nästan utan gränser. ”Listan kan göras mycket lång”, skriver man, och leder tanken över till att följa själva resenärens väg längs spåret och se vilka komponenter som passeras. Elevövningen som föreslås handlar om ”Att undersöka ett tekniskt system”. Inriktningen är mot ”produkter”. Man skriver: ”Välj en produkt att undersöka. Beskriv systemet runt produkten, från råvara till färdig produkt.”. Till eleven förslår man bröd, vatten, t-tröja och bok.⁵⁵⁰ Under den formulerade uppgiften har eleverna ett utrymme på tio rader att beskriva systemet. Notera att man talar om systemet i singularis.

546 Nordling, m.fl., 1998.

547 Ibid., s 275.

548 Norderyd & Sundin, 1998, s 73. Här återvänder Sundin till vad han tagit upp om jordbruket som det första tekniska systemet i sin bok *Den kupade handen*, Sundin, 1991, s 36 f.

549 Risker vid ett avbrott i ett stort tekniskt system tas även upp i *Tekniklära*, Sjöberg, 1995, s110, *PULS Teknik*, Sjöberg, 1997a, s 103, *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, s 138. Samma exempel används i alla tre för att visa på effekter i olika delar av samhället som konsekvens av ett strömbavbrott.

550 Lindahl & Starck, 1999, s 86.

Som vi tidigare sett har de stora tekniska systemen fått en plats i läromedlen under den senare delen av perioden. Samtidigt finns en tendens att linerarisera även de mest komplexa system vi kan föreställa oss.⁵⁵¹

Utifrån *systemsifikanterna* kan man peka på några svårigheter med de linjärt beskrivna systemen. Utifrån vilken frågeställning görs systemavgränsningen? Hur beskriver man systemutveckling utifrån en linjär modell? Ska de elever premieras som kan ange flest komponenter/delsystem/processer längs en linje, eller elever som kan beskriva andra typer av samband mellan komponenterna än det linjära? På vilket sätt utgör en linjär beskrivning av ett system en bra grund för förståelsen av systemets styrning?

Det jag med dessa frågor velat peka på är att det i många läromedel inte ges någon vägledning till vare sig lärare eller elever kring modeller för beskrivning av systemen. Få begrepp görs tillgängliga som kan användas för beskrivning och som skulle kunna stödja en analys av det systemiska. Eleverna får heller ingen hjälp med *gränsdragningar*. Det linjära företrädet bygger på att så många komponenter som möjligt längs vägen från A till B räknas upp. Hur många system ska man som elev behöva möta i så fall?

I den senare delen av perioden kompletteras den *industriella* respektive den *medborgerliga* *emfasen*, som dominerar det linjära undervisningsfokuset inom de produktionstekniska arbetsområdena, med en *D&M-emfas*. Tecken på detta är ett ökat inslag av industriell design i läromedlen.⁵⁵² Fokus ligger här på att designa artefakter. Samtidigt har systemteman av typen ”från råvara till färdig produkt” i den tidigare beskrivna bemärkelsen i det närmaste försvunnit från läromedlen. Trots att det talas mer om t.ex. stora tekniska system och infrastruktur har *talet om tekniska system* i denna del försvagats.

S&R-tekniken och elektroniken

Den cybernetiska delen av systemteorierna har fått fotfäste på medieringsarenan. Det har till exempel rört bilder av produktionssystem där input och output varit synliga, eller till och med markerade. Återkopplingsslingor har dock, såvitt jag kan finna, aldrig funnits med i bild. Dels finner man speciella avsnitt som tar upp just styr- och reglerteknik (S&R), men det existerar också på en mer tydligt utmejslad och begränsad del av arenan – den som berör elektronik.

551 Se t.ex. under *Fascinationen för artefakten*, avsnittet om *Exemplet kommunikationsteknik*.

552 Se t.ex. *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004a, *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, och *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b.

De bildningsemfaser, som tydligast ligger till grund för dessa avsnitt i teknikläromedlen, är den *industriella emfasen* och *hantera vardagenemfasen*. Undervisningsinnehåll som är motiverat med en *industriell emfas* framstår som teknocentriskt, och tas upp till behandling utan större omsvep eller kontextualiseringar. Eleverna ska lära sig de tekniska metoderna att hantera en mängd olika styr- och reglersituationer och elektroniska grundkopplingar. *Hantera vardagenemfasen* bygger däremot på en antropocentrisk tekniksyn. Ett syfte är att eleverna ska uppfatta att mycket av tekniken runt omkring dem är styrd, reglerad eller automatiserad, eller att den består av komponenter baserade på elektronik. Styr- och reglertekniken kontextualiseras, och eleverna ska se nyttan av att mycket av vår omgivning kan styras och regleras av *människan*. Till övervägande del är det en teknikpositiv bild som målas upp, men här finns även inslag där risker med automatisering tas upp.

Det viktigaste undervisningsfokuset här är *sambandet mellan komponenterna*. Detta framställs ofta direkt kausalt, både inom elektroniken och styr- och reglerområdet. Om denna givare visar ett visst värde, så ska följande hända. *Sér-språket* är det som understöder detta fokus. Det ger, trots vardagsemfasen, ett ingenjörsmässigt intryck. Signalen till eleverna är att människan har makt över tekniken, att den är möjlig att styra. Åtminstone gäller detta så länge man använder hård teknik – sensorer, elektronik, relän och programverk – och begränsar sig till förhållandevis små system. Endast i små doser förs resonemang om människans inkludering i de system som ska styras och regleras, om vem som ska kontrollera den eller det som kontrollerar, eller om människan som återkopplare i systemen.

Den tidiga delen av perioden – elektronik

Ambitionen att inkludera cybernetiska inslag i teknikämnets innehåll finns redan i den reflexion som Björn Andersson gör inom projektet *Barn och teknik* 1979. När han introducerar *tekniskt system* som ett något vidgat och delvis parallellt begrepp till *teknologi*, gör han det med att antal preciseringar av vad som kännetecknar ett *tekniskt system*. Ett system har ett *mål*. I systemen kan både människor och verktyg ingå. Människorna har kunskap om nödvändiga tekniker som behövs i systemet. Det kan finnas olika *input* till systemet, systemets *output* kan vara av karaktären produkt/biprodukt, avsedd/icke avsedd, önskvärd/icke önskvärd, kortsiktiga/långsiktiga. Exemplet tar Anderson från ett tvättsystem för hemmabruk.⁵⁵³

553 Andersson arbetar med exemplet utifrån att det teknologiska systemet har en *given* målsättning. Det är även så han sammanfattar definitionen av det teknologiska systemet. Systemet med den givna målsättningen rymmer människor, verktyg och teknisk know-how. Skolöverstyrelsen, 1979, s 76.

Av de teknikområden som man kan tänka hör ihop med modern styrning och reglering är elektroniken ett av de mer uppenbara. Elektronik har också varit ett stadigt återkommande innehåll under perioden. Den är representerad redan i läroböcker i den tidiga delen av perioden.⁵⁵⁴ Undervisningsfokuset är där riktat mot komponenterna och deras funktioner. Med viss fördröjning tar sig läromedlen därefter an tonen från Lgr80 och låter naturvetenskapens skugga falla även över elektroniken. Komponentfokuset består, men intresset riktas delvis mot dessas innanmäten och förklaringar om n- och p-dopning av kiselkristallerna, mot kondensatorsns isolering och elektrolyt, mot fotoresistorns elektronövergångar etc.⁵⁵⁵ I ett fall fördes elektroniken in till fysikdelen i läromedlet.⁵⁵⁶

Den senare delen av perioden – styr och regler

I den senaste delen av perioden behåller elektroniken sin starka position.⁵⁵⁷ När eleverna har lärt sig – och i vissa fall fått undersöka – komponenternas grundfunktioner, får de prova att bygga tongeneratorer, små larm, förstärkare, blinkers etc., efter givna kopplingsscheman. Endast i två läromedel är elektronikens utrymme svagt eller obefintligt.⁵⁵⁸ Samtidigt etableras ett område som behandlar *styrning och reglering* i läromedlen.⁵⁵⁹

Det dröjer dock till mitten på 1990-talet innan områden som kan ses som inkörsportar mot ett cybernetiskt tänkande får fotfäste i läromedlen. Utifrån de cybernetiska begreppen *input*, *output*, *återkoppling*, *sensor*, *automatik* och *fjärrstyrning* utvecklas ett eget område inom teknikläromedlen. Det finns en koppling till elektronik och dess förlängning in i till exempel kommunikations- och datateknik. Sådana kapitelavsnitt ligger ofta i anslutning till styr- och regleravsnitten.⁵⁶⁰

554 *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s 17 ff, *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s 44 ff, *Tekniklära*, Sjöberg, 1995, s 94 ff.

555 T.ex. *NO Kombi Elektronik*, Hägglund, m.fl., 1994b.

556 *NT Handboken*, Nordling, m.fl., 1998, s 235 ff.

557 PULS Teknik, Sjöberg, 1997a, s 106 ff och Sjöberg, 2004a, s 145 ff. Läromedlen från Peros *Teknik 96*, Rosberg & Osbeck, 1996 respektive *Teknik 04*, Rosberg, m.fl., 2004, har väldigt omfattande inslag av elektronik som baserar sig på konstruktion efter färdiga byggsatser.

558 Detta gäller Bonniers båda läromedel *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a respektive *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, samt *Interaktiv teknik*, Sjölander, 2004.

559 *Tekniklära*, Sjöberg, 1995, s 102 ff, *PULS Teknik*, Sjöberg, 1997a, s 98 ff och Sjöberg, 2004a, s 132 ff, *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, s 158 ff samt *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 78 ff.

560 Sjöberg, 1997a, s 98 ff, Sjöberg, 2004a, s153 ff, Nettelblad, 1999a, s 158 ff, Börjesson, m.fl., 2008b, s 78 ff.

NO Kombi Teknik i hemmet från år 1994 tar upp hur mikroprocessorn och datatekniken har ”kommit till användning även i hushållsarbetet” och nämner symaskiner, torktumlare, tvättmaskiner, dammsugare, spisar och hur dessa kan regleras automatiskt eller styras.⁵⁶¹ Något egentligt styr- och reglerresonemang förs inte på ett generellt plan, även om man i elevboken nämner hur en modern spis kan ha en inbyggd elektronisk termometer som reglerar plattans temperatur.⁵⁶²

Lärapärmen till läromedlet *Skapande teknik* från år 1996 har, under fliken *Tekniska begrepp*, en definition där författaren utgår från ett produktionssystem för att baka bröd för att ge en beskrivning av systembegreppet. Här nämner författaren både flera tänkbara mål för systemet, de verktyg som används och de människor som ingår i systemet, samt dessas kunskaper. Därutöver exemplifieras även vilka former av input och output som kan vara aktuella att ta i beaktande.⁵⁶³ Återkopplingsbegreppet är centralt inom cybernetiken. I läromedlen hukar man inför detta begrepp och det används sparsamt. Återkoppling nämns i lärapärmen till *PULS Teknik*:

Vad menas med återkoppling?

Återkoppling är inget enkelt begrepp. På detta stadium är det bäst att teoretisera så lite som möjligt. Presentationen sker i stället med hjälp av exempel.⁵⁶⁴

I *NT Handboken* från 1998 beskrivs ottomotorn och tvåtaktsmotorn ganska ingående, med inflöden, kolvrörelser, tändningar, ventilöppningar etc. Hur detta styrs framgår inte. Det bara händer.⁵⁶⁵

Tekniken är i vår ställföreträdande tjänst som kontrollör. Eleverna ska lära sig att tekniken kan styras och styrningen kan automatiseras. Man skriver t.ex. i lärarhandledningen till *Teknik Direkt* från 2008 att:

Vi vill i kapitlet också göra eleverna medvetna om att ”det är människan som styr tekniken – inte tekniken som styr människan”. Med andra ord så ska eleverna tränas i att ifrågasätta teknik och att inte bara acceptera allt nytt.⁵⁶⁶

⁵⁶¹ Hägglund, m.fl., 1994d, s 10.

⁵⁶² Hägglund, m.fl., 1995a, s 13.

⁵⁶³ Rogala & Ali, 1996c, s 34.

⁵⁶⁴ Sjöberg, 1997b, s 6:5.

⁵⁶⁵ Nordling, m.fl., 1998, s 287.

⁵⁶⁶ *Teknik Direkt*, lärarhandledning, Börjesson, m.fl., 2008a, s 103.

Den teknik vi konstruerar innehåller andra givare än våra sinnen – även om den kopplingen inte görs tydlig i läromedlen.

Läromedlen använder ibland korta historiska tillbakablickar till James Watts centrifugalregulator, som ett tidigt exempel på återkoppling och automatisk reglering. Men oftast tas exemplen från en mer modern vardag: spisens eller strykjärnets termostat.⁵⁶⁷ Fokus är satt på själva komponenten och dess funktion. När öppnar sig termostaten? Vad reagerar den på för input? När automationens ställföreträdande funktion belystes och givare (sensorer) tas upp, görs det dels för att visa på hur detta sparade mänsklig möda och dels lyfter man fram säkerhetsaspekter. Risker ska elimineras i de tekniska systemen.⁵⁶⁸

Trots sin relativt tidiga entré på medieringsarenan och sin befästa position inom *talet om tekniska system*, har *S&R-språket* fortfarande sin starkaste position inom sitt eget inmutade område där man, som i exemplen ovan, talar om styrningsprinciper. Men man finner också att reglering av tekniska systemhändelser osynliggörs på två sätt. För det första överförs begreppen inte till andra teknikområden eller kontexter i någon större utsträckning. Vid några tillfällen finner vi bilder där input respektive output markeras som pilar in och pilar ut ur processsystem eller VA-system.⁵⁶⁹ Här är det mestadels en direkt återkoppling, och dessutom av balanserande art, som avses.⁵⁷⁰ Det finns undervisningsinnehåll i läromedlen där det hade varit möjligt att inkludera styr- och reglerbegrepp för att stärka förklaringsvärdet – men där dessa möjligheter inte tagits tillvara. Flera exempel på detta har vi sett i tidigare kapitelavsnitt. För det andra överförs inte heller det cybernetiska kunskapsinnehållets begrepp in i områden där *människan* eller *samhället* kunde ha varit en del av systemet. Till exempel grundläggs och tillämpas termerna *input* och *output*, samt *återkopplingsprincipen*, i övningarna på enkla system eller delsystem. Men ett sådant synsätt förlängs alltså inte till att användas i större, mer komplexa eller mjukare tekniska system.

Automation är viktigt i läromedlen. Tekniken presenteras som att den är självgående. Den del som inte styrs automatiskt ges i läromedlen intrycket av att det mest är människans del i programmeringen som är viktig. Inte att människan

567 Exempelvis *PULS Teknik* Sjöberg, 1997a, s 105, och Sjöberg, 2004a, s 137, samt *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 81.

568 Här använder sig *PULS Teknik* av ett exempel med ett följdstyrt sammanbrott i det amerikanska elnätet. Sjöberg, 2004a, s 138, medan *Bonniers Teknik* talar om riskeliminering i kärnkraftverk, Börjesson, m.fl., 2008b, s 81.

569 Se några av de exempel som finns under *Det naturvetenskapliga företrädet*, avsnittet om processsystem, i detta kapitel.

570 Sjöberg, 1997a, s 111.

genom sitt agerande – i allt ifrån att kontrollera och övervaka enskilda delar av systemet, till att påverka systemet genom sina handlingar (t.ex. genom att utnyttja systemet) – har en del i själva styrningen under gång.

Från ett nationellt till ett globalt miljöperspektiv

Genom hela den undersökta perioden finns det i läromedlen ett engagemang för miljöfrågor.⁵⁷¹ Oftast är detta präglat av en biocentrisk *HU-emfas*, vars basargument är att eleverna ska lära sig om teknikens (de tekniska systemens) *relation till sin omgivning* eftersom sådan kunskap kan bidra till att Jorden tar mindre skada i framtiden. Eleverna ska bibringas både ett kosmopolitiskt ansvars-tänkande för den globala miljön och en mer vardagsnära handlingsberedskap.

Den tidiga delen av perioden – energin och miljön

Den hållbara utvecklingsemfasens motiv lyfts tidigt fram i samband med arbetsområdet *Energi*. Parallellt med kärnkraftdebatten och i efterdyningarna av oljekrisen prövade ett antal skolor arbetstemat *Energi* i sin undervisning inom projektet *Barn och teknik* i slutet på 1970-talet. Bland annat gjorde man kopplingar till de fördelar på ett privatekonomiskt plan som goda kunskaper och praktiska färdigheter kunde ge upphov till, beroende på hur man till exempel väljer att värma sitt hus eller använda varmvatten i bostaden. I projektets rapport uttrycker man både en *HU-emfas* och en *medborgerlig emfas*. Genom att svara på sin egen fråga ”Varför skall vi arbeta med det här?” lyfts också teknikens roll i den energipolitiska samhällsdebatten fram. Man framhåller att många fler aspekter än rent tekniska för- och nackdelar måste tas med i bedömningar kring vår framtida energiförsörjning.⁵⁷² Syftet med arbetstemat i undervisningen beskrivs i medborgerliga termer. Elevers insikter och förmåga till ställningstagande är det som ska förberedas inom undervisningens ramar. Tydligt präglad av kärnkraftsdebatten, ses träning i att göra sin egen röst hörd som en del av en medborgerlig inskolning och en väg för att påverka samhällsutvecklingen. För detta ”krävs att man kan sätta sig in i området”.⁵⁷³ På många håll i landet hålls också lokala skolval parallellt med den riktiga folkomröstningen 1980.

571 *NO Kombi* häftena *Var rädd om miljön*, Hägglund, m.fl., 1995b respektive *Energi*, Hägglund, m.fl., 1993b och *Stoppa föroreningen*, Hägglund, m.fl., 1994c, *Teknik i flera perspektiv*, Thorén, 1996, s 15 och s 90, *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999a, s 150 ff, *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 200 ff, *PULS Teknik*, Sjöberg, 1997a och Sjöberg, 2004a.

572 Skolöverstyrelsen, 1980b, s 27. Andemeningen i miljöavsnitten här är att människan genom industrialismen har brutit de naturliga kretsloppen och ersatt dem med linjära som slutar i en tipp. Vi måste tillbaka till ett sammansatt teknisk och naturligt kretslopp som tar hänsyn till naturen. Resursslöseriet kan inte fortsätta.

573 *Ibid.*, s 27.

NO-Kombi Energi från år 1993 använder den *medborgerliga emfasen* när man i lärarhandledningen skriver att vi ska ”förstå energins betydelse för oss liksom vi också ska kunna förstå de energidiskussioner som förs i massmedia”.⁵⁷⁴ Läromedelstexternas framställning av energiproduktionen är i den tidiga delen av perioden inriktade mot hur energiproduktionen går till rent tekniskt.

Den tidiga delen av perioden rymmer även läromedel med en stark teknikpositiv bild. Läser man t.ex. *NO-Teknikbokens* faktabok från 1988 framstår tekniken som bekymmersfri och miljöproblemen inte som några problem. Mäniskan producerar avfall och detta avfall måste tas omhand. I den frågan verkar därefter nästan ingenting vara omöjligt. Vad det än är för avfall, så kan vi med teknikens hjälp åtgärda det hela – och dessutom få något bra ut av det. Intrycket är att det finns tillförlitliga system att låta avfallet gå in i. Att själva produktionen av avfall eller riskmaterial skulle vara ett problem i sig, tas inte upp.

Flytande avfall spolas ner i avloppet. Avloppsvattnet får inte släppas ut direkt i ett vattendrag i naturen utan måste först renas.⁵⁷⁵

[...]

Från hushållen kommer också avfall som är giftigt och miljöfarligt, t ex batterier, överblivna läkemedel och kemikalier. Stora mängder giftigt avfall kommer från industrin. Det är viktigt att det tas om hand och förstörs. Vid SAKABs anläggning i Norrtorp förstörs mycket giftigt och miljöfarligt avfall.⁵⁷⁶

En förtroendeingivande genomskärningsbild av SAKABs anläggning med tillhörande bildtext pekar ut varje tekniskt steg i processen och accentuerade denna teknikpositiva framställning. Med denna utgångspunkt resonerade författarna vidare om återvinning av plast och papper och glas på samma sätt som man beskriver hur vi behandlar kärnkraftsavfall med upparbetning och lagring ”på en plats där det inte kan göra skada”.

Jämför man i hur stor utsträckning som avloppsreningsverket beskrivs, i förhållande till hur andra system avsedda att minska miljöpåverkan (som till exempel återvinningssystem) beskrivs, finner man att avloppsreningsverket får lejonparten av utrymmet i läromedlen i den tidiga delen av perioden.⁵⁷⁷ Det beskrivs

⁵⁷⁴ Hågglund, m.fl., 1993b, s. 6.

⁵⁷⁵ Karlsson & Sjöberg, 1988a, s. 98.

⁵⁷⁶ Ibid., s. 100.

⁵⁷⁷ T.ex. *Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1981, s. 71, *NO-Teknikboken*, Karlsson & Sjöberg, 1988a, s. 98-99.

huvudsakligen *linjärt* och ofta som den avslutande delen i det lika linjärt beskrivna VA-systemet.

Den senare delen av perioden – från nationellt till globalt

På samma sätt som det i läromedlen funnits en miljömedvetenhet när det gäller energiutnyttjande av elektricitet och olja, så har detta gällt råvaruresursernas roll i läromedlen. Förskjutningen har gått från ett huvudsakligen produktionsorienterat undervisningsinnehåll, till ett som behandlar råvarornas eftermarknad, återvinningssystem och LCA (livscykelanalys) – ett tänkande där produkters möjliga återvinning analyseras och förbereds redan på produktionsstadiet. I den senare delen av perioden har produktionssystemen börjat belysas som *andra ordningens system*, beroende av fungerande återvinningssystem.⁵⁷⁸ Dessutom kan man se att innehållet i den designtrend som sprungit fram i den senare delen av perioden vidgas genom att frågor om t.ex. den till produktionssystem relaterade metoden livscykelanalys infogas.⁵⁷⁹

En intressant och avgörande skillnad i *HU-emfasens* uttryck, är att man i periodens senare del ägnar mer utrymme åt hur vi ska kunna klara oss, hur vi ska få energiresurserna att räcka. Från ett något mer *nationellt* intresse för det svenska elnätet har en glidning skett till att mer betrakta energiproblemen ur ett *globalt* perspektiv. Den underliggande förståelsen av "hur vi ska klara oss" ligger närmare frågan varifrån ska vi få den energi som vi behöver, än ett bekymmer för att mänskligheten eller jorden ska klara sig.

Så tar till exempel *Skapande teknik* från år 1996 upp Agenda 21 i sitt avsnitt om *Energi och miljö* i Faktapärmen och ställer också frågan "Hur skall vi klara oss när oljan och kolet tar slut?".⁵⁸⁰ Miljömedvetenheten, det vill säga kunskapen om energiproduktionens påverkan på omgivningen i betydelsen *naturen* och med avseende på förurning, ozonpåverkan, långsiktiga radioaktiva effekter etc. verkar tagen för given i böckerna den senare delen av perioden.⁵⁸¹

Att som *medborgare* kunna följa med i mediedebatten om energifrågorna anses viktigt. Många gånger uppmanas elever att söka mer kunskap i andra källor än läromedlet, och man hänvisar till tidskrifter, dagstidningar, hemsidor etc.⁵⁸²

578 Bonniers *Teknik*, Nettelblad, 1999a, s 150 och 152, *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b, s 202. Med *andra ordningens system* avses ett system som är beroende av andra system för sin funktion.

579 Bonniers *Teknik*, Nettelblad, 1999c, s 118, 119, *Teknik Direkt*, Börjesson, m.fl., 2008a, s 108, 109.

580 Rogala & Ali, 1996b, s 149 och 121.

581 En precisering av detta kan vara att sammanfatta det genom att, i stället för att använda begreppen energiproduktion och energianvändning, tala om energiomsättning, där omvandlingen av såväl lagrad som flödande energi inkluderas. Energikällor, energigivare, energimottagare och verkningsgrad är också begrepp som används i läromedlen för att peka mot speciella delar av den verksamhet som leder till energiomsättning.

582 Bonniers *Teknik Direkt* skriver till exempel i sin lärarhandledning till avsnittet *Energiteknik* om

Läromedel – sammanfattning

Vi har tidigare sett hur energiområdet behandlats genom användningen av skiftande undervisningsfokus, där antingen systemens komponenter varit framträdande eller där ett naturvetenskapligt synsätt stått i förgrunden. Trots den svaga systemkopplingen, och den gränsdragningsproblematik som också är en del i otydliggörandet av det systemiska, kan vi se att energiområdet är ett område som framställs med systemambitioner.⁵⁸³ Undervisningsfokuset *växelverkan med omgivningen* framträder som det centrala inom de områden som avser miljöfrågor. Behandlingen av energisystemen är ett exempel på hur man uppmärksammar eleverna på hur systemets komponenter påverkar omgivningen. Den bild man ger är att tekniken ensidigt påverkar omgivningen. Den kunskap man vill förmedla handlar alltså inte om hur systemet, som möjlig helhet, ständigt balanserar mellan olika energigivare, eller påverkas genom våra konsumtionsmönster etc.

Ser man däremot till de *bildningsemfaser* och *systemspråk* som påverkat energifrågornas behandling i läromedlen kan vi identifiera några skiften. Läromedlen domineras av en *HU-emfas* och en *medborgerlig emfas*, vilka med varierande uttryck präglas av olika sätt att se på hur teknik kan bidra med lösningar på energiproblemen. I den tidiga delen av perioden bärs detta fram med ett biocentriskt *miljöspråk*, där omsorgen om naturen är i förgrunden. Detta består och skiljer inte nämnvärt läromedlen från 1980-talets början från dem som är på marknaden i mitten på 00-talet.⁵⁸⁴ Men vi kan samtidigt se en förändring i *miljöspråket*. Den senare delen av perioden visar fram ett antropocentriskt tema som utgår från frågan hur de tekniska systemen kan hjälpa människan, nu på ett hållbart sätt. Tillsammans med en allt mer inkluderande *HU-emfas* innebär användningen av undervisningsfokuset *relationen mellan systemets komponenter* till viss del en förändring av den *linjära* synen på de tekniska systemen. Kretsloppens cirkulära bild får ett ökat utrymme. Egentligen är det dock fortfarande en linjär systemsyn som man låter bita sig själv i svansen.⁵⁸⁵ Man följer material – eller atomer – runt i en cirkel. Det är lätt att påminnas om att miljörörelsens slagord ”Ingenting försvinner – allt blir kvar!”, har en global grundklang där Jorden är systemgränsen.

just användandet av dagstidningar, Börjesson, m.fl., 2008a, s 104.

583 Se avdelningen *Fascinationen för artefakten* och avsnittet *Exemplet energisystem* i detta kapitel.

584 Hultén, 2008b, sammanfattar på s 195 en liknande förskjutning inom den naturvetenskapliga undervisningens kanon under perioden från 1980 och framåt. Miljöfrågorna tränger in i undervisningen men med lite olika förtecken, beroende på om det är inom Biologi eller inom Kemi/Fysik.

585 Se t.ex. Hägglund, m.fl., 1996a, *NO Kombi – Luft och vatten*, s 12., eller *Metaller & mineral*, Sjölander, 2006, s 32 f.

Energiproblematiken och teknikens roll i detta har varit tydligt närvarande, om än med något större intresse riktat mot kärnkraft i början av perioden. I den senare delen ställs fortfarande frågor till eleverna om att fundera över dess för- och nackdelar. Senare vrider innehållet något mer åt olja, alternativa energikällor och frågor om hur vi ska kunna producera hållbar energi. Förhållandet mellan individen, samhället och de tekniska systemen övergår från en nationell till en global beskrivning. De flödande energikällornas överlägsenhet ur ett globalt miljöperspektiv blir ett allt mer framträdande inslag i läromedlen ju närmare periodens slut man kommer. Det finns en kluvenhet i denna rörelse mot *energikällorna*. Samtidigt som man tar upp frågor som rör omställningar i energisystemen, leder fokuset på energigivarna bort från att behandla frågor om energiomsättningen i samhället på ett systemrelaterat tekniskt sätt.

Tävlingar, projekt m.m.

Vad som skiljer de tävlingar och projekt som studerats i förhållande till läromedlen är att

- de är inte enbart avsedda för arbete inom teknikämnets ram,
- de har sällan en undervisande karaktär,
- de innehåller nästan inga definitioner eller läsetexter, sådant får sökas på annat håll.⁵⁸⁶

Två nationella tävlingar har valts ut, eftersom de har ett uttalat systemfokus. First Lego League (FLL) respektive Future City vänder sig huvudsakligen till elever i åldrarna 11 – 16 år. De bygger båda på användandet av en etablerad kommersiell produkt. I FLL's fall är det Lego och det robotinterface som finns att tillgå.⁵⁸⁷ I fallet med Future City används det datorbaserade spelet SimCity.⁵⁸⁸ Av projekten har en satsning från Stockholm stad, respektive lärresursen *Energipärmen* valts ut. Samtliga dessa fyra bidrar till medieringsarenan genom att de har, åtminstone potentiellt, stor räckvidd. De företräder också de etablerade delarna inom *talet om tekniska system* som berör styr- och reglerteknik, elektronik och linjära processsystem. Future City riktar dessutom in sig mot infrasystem.

586 Två av de analyserade nationella projekten valdes bort eftersom deras fokus så starkt inriktades mot uppfinneri och enkla artefakter att systemperspektiv inte rymdes inom dem. De projekt där *D&M-emfasen* var stark och dessutom huvudsakligen berörde entreprenörskap och kommersialiseringen av innovationer var *Snilleblixarna* respektive *Finn Upp*.

587 First Lego League, 2008.

588 Future City, 2008.

Sedan de startade i Sverige i början av 2000-talet har båda tävlingarnas teman berört sådana saker som alternativ energi, transporter, bostäder, avfallshantering, trafiklösningar etc. Dessutom är människans och samhällets relation till teknik framträdande drag i arbetsuppgifterna.

Båda tävlingarna innehåller moment av både praktiskt och teoretisk natur. Momenten vägleds av en *hållbar utvecklingsemfas*. Detta framgår framför allt genom de teoretiska forskningsuppgifter som föreläggs de tävlande lagen. Här finns rika möjligheter till etiska överväganden kring människans roll visavi de tekniska lösningarna.

Där Future City har en inriktning mot just den hållbara staden har FLL ett mer globalt anslag i tonen. Där kan utmaningarna röra sådana saker som att undersöka klimatförändringar eller förbereda en rymdexpedition. De systemrelaterade inslagen i tävlingarna har delvis olika karaktär. Förutom att det finns ett gemensamt undervisningsfokus – *systemets relation till omgivningen* – har de även *SeR-språket* gemensamt. Future City har ett reglerperspektiv med något mer socioteknisk förskjutning, medan FLL i sina praktiska moment har robotlösningar som metod.

Staden, som företeelse, har en framskjuten plats även i det gratis inspirationsmaterial som Stockholms stad tog fram i samarbete med Tekniska museet år 2001.⁵⁸⁹ Materialet heter *Bredband och mjölkpaket – allt är teknik*. Syftet var bl.a. att visa upp en alternativ bild av teknik, inte minst för flickor. Den relation mellan teknik och naturvetenskap, som tidigare behandlats i detta kapitel, beskrivs på följande sätt i boken:

Finns det någon koppling mellan naturvetenskap och teknik? Både naturvetare och tekniker arbetar med samma problem, men på olika sätt. Ett exempel kan vara fenomenet regn. En naturvetare förklarar hur regnet uppkommer och varför. En tekniker löser behovet som regnet skapar och konstruerar ett paraply.⁵⁹⁰

En av huvudfrågeställningarna i boken tar upp vad som behövs för att en stad ska fungera. Utifrån denna fråga belyses stadens historiska framväxt från husens horisont, t.ex. hur de byggts, rivits, moderniserats och befolkats. På liknande sätt blir stadens bilism beskriven – det är bilarna som förändrats och bytts ut.

589 *Bredband och mjölkpaket – allt är teknik*. ”Boken, som syftar till att inspirera flickor att välja teknisk eller teknikrelaterad inriktning på gymnasiet, lyfter fram teknik och teknikutveckling i vid betydelse och belyser dess relation till samhällsutvecklingen. Boken har genom utbildningsförvaltningens försorg gratis erbjudits till elever i årskurs åtta och nio i samtliga kommunala grundskolor i Stockholms stad.” Ur Tekniska museet, 2002, årsredovisning 2001, s 22.

590 Kjellman, m.fl., 2001, s 18.

Det är först tunnelbanan som uppmärksammas som systemlösning, som ett svar på ett systemproblem. Stadens VA-system skrivs också fram på detta sätt. Där väljer man inte vägen att presentera förändringar i systemet genom komponenterna, t.ex. de nya toalettstolarna eller kranarna. I stället lyfts stadens underjordiska försörjningssystem fram och man använder sig av metaforerna där systemet likställdes med en organism med blodomlopp, nervsystem och tarmsystem.⁵⁹¹

Av alla de organisationer, enskilda företag eller företagsgrupper och myndigheter som vänder sig till skolan med undervisningsmateriel, är en av de mer resursstarka och mest offensiva energibranschen. Arbetsmaterialet *Energi, mänskliga samhälle* har utvecklats under mer än ett decennium och genomgått flera faser, bytt både namn och form. I den senaste versionen finns det som tidigare fanns att beställa nu i stället som en resurs på webben under titeln *Energi i skolan*.⁵⁹² Förutom att huvudmaterialet i den lärarpärm som är grundstomme har ett systemrelaterat innehåll, pekar det vidare åt en sådan mängd informations- och undervisningsrelaterade lärresurser, att omfånget av detta blir för stort för denna avhandling. Därför riktas analysen mot lärarpärmen.

Liksom de båda tävlingarna har detta material en *HU-emfas*. Undervisningsfokus riktas mot *systemets relation till omgivningen*, och även mot *system som en samling komponenter*. Man anför argument som vilar i en kritisk *medborgerlig enfias*. Eleverna ska genom användning av materialet ”skaffa sig ett personligt förhållningssätt till övergripande och globala miljöfrågor”. Dessutom ska de kunna ”kritiskt granska fakta och inse konsekvenserna av olika alternativ [...] för att i demokratisk mening kunna argumentera och göra ställningstaganden i vår strävan att nå fram till hållbar utveckling i ett globalt perspektiv”.⁵⁹³ Men på samma sätt som energiområdet behandlades i somliga läromedel, blir systemrelaterade delar skuggade av naturvetenskapliga ansatser. Här finns dock utrymme för fler uppgifter och mer diskussioner kring de stora och komplicerade energisystemen. Eftersom materialet är framtaget av Energimyndigheten i samarbete med energibranschens intresseorganisationer finns många energikällor representerade. Detta visar sig också genom att det finns frågor till eleverna som rör inte enbart hur olika kraftverkstyper fungerar, utan även hur dessa samverkar i ett nationellt nätverk och ibland även i ett globalt energihandelssystem.

Vad som framträder i tävlingarna och projekten är att *HU-emfasen* är stark även i det icke förlagsbaserade materialet på medieringsarenan. *HU-emfasen*

591 Ibid., s 46.

592 Webbadressen är www.skolenergi.se (080323).

593 Malm, 2005, s 3.

är stark även i sin globala inriktning. Likaså ser vi tecken på såväl artefaktens som naturvetenskapens hegemoni, vilket tyder på att detta inte enbart är ett läromedelsfenomen.

Medieringsarenan – sammanfattning

Ett resultat av denna delstudie är att medieringsarenans aktörer utnyttjar systemtänkandets potential styckewis och delt. I läromedel, tävlingar och projekt saknas i hög grad begrepp och metoder för att avgränsa systemen mot en omgivning, att beskriva systemens dynamiska inre eller att undersöka hur system kan jämföras över tid och plats. Arenans tal om tekniska system kretsar kring kartering och systematiserade beskrivningar av de språkligt överenskomna utsnitt av den konstruerade världen, som t.ex. elsystemet, vägnätet eller Internet utgör. Vi har också sett att i läromedlen kan ett system vara nästan vad som helst – från det allra minsta och mest okomplicerade till världens största maskin: dagens globala telekomsystem. Det *ontologiska systemspråket* spelar en stor roll i detta. Den konstruerade världen framstår fortfarande som en komplicerad företeelse.

Systemen och begreppen

Utifrån medieringsarenans förhållandevis breda flora av definitioner kan man säga att det både kan bli lätt och svårt för de lärare och elever som använder läromedlen eller deltar i projekt och tävlingar. Mötet med begreppet *tekniskt system* beror i hög grad på vilken författare som ligger bakom det material man använder sig av i sin lokala praktik. Definitioner och beskrivningar av *tekniskt system* förpliktigar inte, som begrepp betraktat, till någon större stringens. Det framträder mer som ett gummibandsbegrepp – töjbart, beroende på vad man vill använda det till. Det går inte att säga att definitionerna har bidragit till att utveckla en konsistent grund, varken vad gäller synen på hur begreppet *tekniskt system* kan användas som redskap för att ge teknikundervisningen en innehållslig kraft eller för utvecklandet av en mer gemensam terminologi och begreppsapparat anpassad för grundskolan. De få begrepp som används relaterar till den *ontologiska systemsynens* hierarkiska perspektiv, som t.ex. komponent och delsystem, eller till *S&R-språkets* input och output. Definitionerna av ett tekniskt system uppvisar därför inga större tendenser till förändring över åren, mer än att storleken och komplexiteten har fått en vidare betydelse.

System och handlingsberedskap

Att flera typer av artefakter är beroende av såväl andra artefakter som andra faktorer och händelser i sin omgivning för att fungera, framstår på denna arena som eftersträvsvärd kunskap för eleverna. Likaså att det finns något som vi

kan kalla tekniska system, vilkas utveckling, funktioner, reglering etc. vi kan pröva att beskriva. Gränsdragningsproblematiken är här central. Infogningen av de tekniska artefakterna i system – eller ”sammanhang” – leder på denna arena, oavsett komplexifieringsmetod, till att karaktären på sambanden mellan komponenterna huvudsakligen beskrivs utifrån en linjär modell med otydlig gräns.

Genom att utgå från att systemen faktiskt existerar kommer *frågan om varför vi vill veta något om systemen* i skymundan. Till detta bidrar även fascinationen för artefakten och de naturvetenskapliga företrädena. När denna fråga exkluderas, begränsas möjligheterna att undersöka och resonera kring de tekniska systemen. Därmed undergrävs också möjligheterna att diskutera frågor om systemens funktioner på den avsedda systemnivån, t.ex. de etiska, hållbara, rättvisa, miljörelaterade aspekter som är beroende av att systemet är avgränsat.⁵⁹⁴ En konsekvens av detta är också att man på denna arena talar enkelriktat om systemens påverkan på det omgivande samhället. Dessutom sker detta på ett sätt där systemets påverkan ofta utgår från en enskild komponents effekter.

Att undervisa kring och tala om tekniska system ska ge högre förklaringsvärde om världen. Eller ska det åtminstone ge en ökad förståelse för omvärlden, än den man får genom att enbart betrakta den enskilda artefakten, eller genom att tala i lösa termer om ett visst system. Systemproblem bör undersökas och lösas på systemnivå. De tre typerna av *komplexifiering* pekar ut att det finns beroenden mellan komponenterna, men beroendenas karaktär är ofta svagt framskrivna på *medieringsarenan*. Tillsammans med ett intresse för artefakten i sig, har de sociotekniska aspekterna av människans relation till de enskilda och mer enkla artefakterna redan en etablerad plats i läromedlen. Trots att det finns en allt mer framträdande *medborgerlig emfas* på medieringsarenan är frånvaron av människor i de potentiella systembilderna, och avsaknaden av begrepp för att beskriva relationen människa-system, ytterligare ett tecken på att sociotekniska perspektiv på tekniska system ännu inte tagit sig in på medieringsarenan. I linje med detta framstår möjligheterna att ställa kunskapen om de tekniska systemen i relation till en elevernas handlingsberedskap – vad de kan göra med denna kunskap – som begränsade.

594 Alla systems funktioner är inte av dessa karaktärer, men exemplen är valda eftersom de hållbara aspekterna framträder med större styrka i talet om system under den senare delen av perioden.

8 Realiseringsarenan

På realiseringsarenan framträder *talet om tekniska system* utifrån dess speciella förutsättningar. Lärarna ska inte enbart betraktas som de som har att exekvera den auktoritativa *formuleringsarenans* beställning. De formar den. De tolkar den och fyller den med innehåll och mening. De tar intryck från *medieringsarenans* läromedel och de relaterar den till sin egen lokal diskurs. Allt detta transformeras till de följemeningar vilka eleverna i slutänden eventuellt möter delar av i klassrummets praktik. Längs denna väg producerar lärarna planeringsunderlag, utkast till lokala betygskriterier, prov, arbetsområdesbeskrivningar och beställningslistor etc. De arbetar och verkar i en diskursiv miljö, vilken de både formar och formas av. Att ha ambitionen att förändra undervisning, är att röra mot den lokala diskursen och allt det som sedan många år tillbaka redan finns etablerat där.

Den lokala skoldiskurs kring *talet om tekniska system* som formeras i processen ovan har även en stark materialitet. Detta påverkar vad som är möjligt att säga och vad som kanske blir uteslutet eller ouppmärksammat. "All discourse is material", som Cherryholmes uttrycker det.⁵⁹⁵ Delar av diskursen är inskrivna i salarnas utformning, inköpt materiel och utrustning, förra årets elevarbeten, inarbetade arbetsområden o.s.v. Den bärs fram av kollegor, rektorer och elever, liksom av schan, tjänstefördelningar, ekonomiska ramar, lokala timplaner m.m. Det är en levande miljö som ibland kan tyckas väsensskild från de kliniskt renskurna formuleringar om kunskapsmål, ämneskaraktärer och bedömningskriterier, som utgörs av *formuleringsarenans* styrdokument.

Händelser och uttryck på *realiseringsarenan* kan ses som en strävan att erövra ett didaktiskt frirum. Skolutveckling har i detta perspektiv en utgångspunkt i den lokala skolans vardagsarbete.⁵⁹⁶ Lindensjö och Lundgren påpekar att lärarnas vardagsverklighet är en faktor som måste räknas med när det gäller förståelsen för hur skolan utvecklas.

Skolan som organisation bygger på en cellstruktur. Lärare är autonoma inom klassrummet. Samtidigt är de en del av en tradition. Det som sker i klassrummet är inte något som varje lärare gör godtyckligt. De följer ett bestämt schema och en bestämd tradition. De elever som finns i klassrummet påverkar ständigt. Resurser och reglering bestämmer utrymmet.⁵⁹⁷

595 Cherryholmes, 1988, s 7.

596 Berg, 2003a, s 34 f och s 57 ff.

597 Lindensjö & Lundgren, 2000, s 26f.

Jag redovisar här resultaten från och analysen av en skolas teknikutvecklingsprojekt. Presentationen och analysen utgår från ett antal typiska fall, mikro- och makroloopar ur empirin, för att beskriva hur regelkategorierna och följemeningarna tar sig uttryck.⁵⁹⁸ Exempel på mikroloopar är till exempel talet om arbetsområden. En makroloop kan vara hur arbetet med att ta fram en lokal kursplan eller bedömningsmatris fortskrider och fylls på med tankefigurer från mikrolooparna. Fallen är exempel på de lokalt etablerade arbetsområden som varit i centrum för våra samtal, som ständigt återkommit och som har förändrats eller konsoliderats över tid. *Talet om tekniska system* har jag försökt skriva fram på lärarnas villkor, så långt det är möjligt. Det är deras uttalanden om vad som ligger i fokus för arbetsområdet jag vinnlagt mig om ska synas. Lärarnas utveckling av sig själva och av teknikämnet har varit det centrala i projekten, medan själva studien har inriktat sig på hur lärarna har formulerat sina tankar om systemundervisning inom teknikämnets ram. Dessa har som undervisningssidéer, lektionsutkast och berättelser om genomföranden, uttryckts i intervjuer och i diskussioner under arbetslagens planeringsmöten. De har även tagit mer konkret gestalt i arbetsområdesplaneringar, lokala bedömningsmatriser, elevunderlag och målbeskrivningar etc.

Inom projektet finns det alltså en utvecklingsambition. Undervisningssidéerna förändras över tid i och med att planeringsarbetet, samtalen, reflektionerna och inspelen hos arbetslaget ständigt förflyttar och förändrar förhållningssättet till undervisning i teknik. Vi för även generella samtal om vad teknik är och om teknikämnets karaktär. Här har de olika lärarna i arbetslaget olika behov och skiftande bakgrunder.

Draghedaskolan

Skolan ligger i ett ytterområde i en mellanstor svensk stad. Den kan beskrivas som en förhållandevis traditionell högstadieskola med sju parallella klasser i de tre årskurserna 7, 8 och 9. Underlaget är alltså i runda tal 600 elever.

När projektet startar i slutet av vårterminen 2005, är jag noga med att sätta mig in i teknikämnets historia på skolan. Jag talar med de lärare som tidigare haft teknikundervisning, men även med den vaktmästare som varit inblandad i konstruktionen av en del undervisningsmateriel. Han menar att teknikämnet är viktigt för de elever som inte är så teoretiskt lagda och jag tänker att han antagligen har talat med tekniklärarna om detta.⁵⁹⁹

598 Mikro- och makroloopar är begrepp som jag hämtat från den interaktiva forskningen. Där används de för att både introducera planerade förändringar, analysera och reflektera över specifika händelser och beskriva delprocesser i större helheter över tid. Se t.ex. Hultman, 2001b.

599 Fältanteckningar 050613.

Jag har i huvudsak följt tre lärare, men av olika skäl bestod inte samma konstellation av tekniklärare över tid. Tjänstefördelningsskäl och sjukskrivningar förändrade situationen. Detta har naturligtvis påverkat själva forskningssituationen, men samtalet om hur teknikundervisningen på skolan kunde utvecklas för att inkludera ett mer uttalat systemperspektiv har ändå kunnat föras. De arbetsområden kring vilka våra samtal ofta kretsar står för en sorts kontinuitet.

På skolan är arbetet organiserat i tre vertikala och ett antal ämnesvisa arbetslag. Vårt projekt rör två vertikala arbetslag. Där genomförs teknikundervisningen enbart i år 8. Två klasser delas i tre 20-grupper och en klass delas i två halvklasser. Totalt blir det fem teknikgrupper. Teknikpassen är schemalagda till 60 minuter en gång i veckan, även om detta har varit utsatt för diskussion på skolan. Det betyder att eleverna har 35 klocktimmar på sig att under ett läsår förkovra sig i teknik och uppnå läroplanens mål. Tekniklärarna framhåller flera gånger att de tycker att detta är besvärligt, men att det samtidigt är oerhört svårt att rubba strukturerna – scheman, tjänstefördelningar, traditioner.

Av den gemensamma konferenstiden på skolan finns för teknikämnets del 5-6 tillfällen på en termin att ha ämneskonferens. Tiden för ett sådant konferenstillfälle är ca 45 min. Den formella tiden för att planera teknikundervisningen, fatta beslut, fördela arbetsuppgifter med mera, utsträcker sig därmed som mest till ca 4½ timmar per termin. I den mån teknikundervisningen kräver andra insatser, såsom inköp av material, skrivarbete, utvecklingsarbete, inläsning av litteratur, koordinering av arbetsområden, underhåll etc., får detta skötas på lärarnas arbetsplatsförlagda tid eller deras förtroendetid.

Teknikundervisningen på Dragheadaskolan sker i en tekniskal som skulle kunna beskrivas som traditionell. Detta utgör en diskursernas materialitet, vilket på flera sätt formar teknikundervisningen och reglerar diskursen. Halva salen består av ett klassrumliknande utrymme där borden är grupperade i fyra grupper, med sex platser vid varje och med fyra fem datorer utmed fönsterraden. Dessa datorer används av eleverna för att söka efter information på Internet, men där finns också det program som används för att styra Legorobotar, ett moment som man planerar att föra in mer permanent i terminsplaneringen. Katedern står på kortväggen vid tavlan. Förvaringsskåp där elevarbeten, lite utrustning och materiel förvaras står utmed den motsatta långväggen från datorerna sett. Ovanpå skåpen står gamla elevarbeten, till exempel gamla brokonstruktioner. I denna långvägg når man genom en dörr ett preparationsrum och ett förråd. Den andra halvan av salen är den kvarlämnade verkstadsdelen med pellarborr, bockningsmaskin, verkstadsbänk med skruvstycken, verktygsskåp, metallsvarv etc. Verkstadsdelen har klinkergolv och rymmer även en speciell golvyta för läggning av plasmatta. Där står även fyra lösa väggar: en för tapetsering, en med toalettstol, en med tvättställ och en gipskivevägg för provborrning och

montering av gipsskruv, etc. Arvet från Lgr69 känns ännu i väggarna. Det framgår av samtal med lärarna att det ligger en hel del arbete investerat i alla de uppställda väggar som utgör basen för arbetsområdet *Vardagsteknik*. Teknisksalen ger ändå ett inbjudande intryck. Det är ganska rent och det ligger inte mycket saker framme och skräpar. Man ser att det är en sal som i första hand är avsedd för konstruktionsarbete och inte så mycket för stillasittande aktiviteter.

Läromedlen som eleverna har tillgång till i klassuppsättning är *Bonniers Teknik*. Den används av lärarna för att ge teoribakgrunder till de i huvudsak praktiskt orienterade arbetsuppgifterna som ingår i terminsplanen. Några exemplar av *PULS Teknik med design*, har också köpts in och används som referenslitteratur.

De tre lärare som projektet på Draghedaskolan startar med har alla jobbat på skolan i minst fem år. För en av dem, Ulrika, är det första gången som hon undervisar i teknik på skolan. De andra båda, Ove och Cissi, har arbetat med teknikämnet i olika omfattning under flera år. Alla tre har svarat positivt på min förfrågan om de vill ingå i ett interaktivt forskningsprojekt, där syftet är att pröva hur den befintliga teknikundervisningen på en skola kan utvecklas till att innehålla fler inslag om tekniska system.

Vi har träffats redan under vårterminen och samtalat om projektet. Kontakten gick först genom Ove och sedan förankrade jag projektet i ett enskilt samtal med en av rektorerna på skolan.

Ove, Ulrika, Cissi och Tekniken på skolan

Efter ett uppehåll kom Ove tillbaka till skolan hösten 1994. Han är därmed den lärare som har varit delaktig i teknikämnet längst och mest kontinuerligt. Ove är "Mr Teknik" på skolan. Inte bara är han den som haft undervisning i Teknik längst, han också är skolans IT-ansvarige. Rent konkret har han mycket att göra med skolans datorer, även om han inte behöver sköta allt själv. Det nationella storprojektet ITiS (IT i Skolan) var han också djupt involverad i på skolan. Han har varit och är engagerad i flera andra lokala, regionala eller nationella utvecklingsprojekt inom NO-sektorn. Dessutom är han facklig förtroendeman. Förutom Teknik undervisar han också i Fysik och Matematik, men undviker Biologi och Kemi om det går. Under projektets gång näst intill tvingas han acceptera att vikariera ett slag i Biologi, en situation han inte säger känna sig helt bekväm i. Inom det valbara timutrymmet *Elevens val* har han hand om en undervisningsgrupp i Data.

Till stor del är det de arbetsområden som Ove varit med att arbeta fram under åren, som är de som gäller när vi startar vårt projekt. Så här beskriver han lärsituationen:

Ove: [...] Ja, i princip, så är det nog jag som har varit spindeln i tekniken där, när det gäller att sköta institutionen och lite idéer och så där.

Jag: Du tog över efter nån, då eller...?

Ove: Ja, jag tog över efter en kille som hade haft tekniken, som slutade som lärare helt enkelt: Bytte bransch. Och sen har ju då Bengt varit med i tekniksammanhang länge också. (Mmm) Fast han har mest fokus på sin slöjdinstitution, (Okej) så att säga. Så det är nog jag som haft fokus på teknikinstitutionen.

Jag: Har du...?

Ove: Och så har det varit olika lärare. Bengt har ju haft uppehåll och inte bara slöjd, ibland. Cissi har ju kommit in och haft teknik (Och Sofi också...) och Sofi har haft teknik och Margareta har haft teknik. Det har vandrat och gått lite olika personer, men jag har varit kvar.⁶⁰⁰

Ulrika har arbetat på Draghedaskolan sedan 1999. Sedan några år tillbaka är hon ansvarig för kemiinstitutionen, men kommer inte att ha någon undervisning i Kemi under läsåret 05/06. Däremot i ämnena Fysik, Biologi, Matematik och Teknik. Tjänstgöringssituationen ändrades raskt i uppstarten på höstterminen -05 när Bengt, som skulle ha varit en del av arbetslaget i Teknik, enbart fick tjänstgöring i Slöjd. Då fick Ulrika hoppa in och ta Teknik. Hon bekräftar följdriktigt Oves bild av en rörig tjänstgöringssituation:

Ulrika: Det är jätteljligt att vi håller på och byter lärare mellan terminerna år efter år. Det vore bra om det dök upp någon som faktiskt gillar tekniken och kan tänka sig att ha den stadigt.⁶⁰¹

Det verkar finnas ett outtalat rättvisetänkande runt vem som ska få "ta den heta potatisen", d.v.s. att få undervisning i Teknik inskriven i sin tjänstefördelning. Ulrika understryker: "Ja, jag har väl sluppit i för många år."⁶⁰²

I sin lärarutbildning, vilken hon avslutade 1995, minns hon att hon hade kurser med inslag av teknik. Det rörde sig om moment som "El i hemmet", "Elektronik" och "Teknisk tillämpning av fysik, kemi och biologi", samt en mer praktiskt orienterad kursdel där lärarstudenterna fick lära sig hantera "svarvar

600 Ove, intervju 050526. Jag i parentes.

601 Ulrika, egen reflektion 050622.

602 Ulrika, intervju 050811.

och bockningsapparater, bandsågar och grejer”.⁶⁰³ Sammantaget tror hon att det var ungefär femton poäng som tangerade teknik.

Hennes minnen och erfarenheter från sin egen skoltid präglas mycket av tillverkning. Undervisningen genomfördes, som hon minns det, enbart i år 8. Den då rådande kursplanen i Teknik var den som gällde inom Lgr80.

Ulrika: [...]vi byggde en elmotor från grunden, då. (Mm...) Med all bockning av plåt och att löda ihop grejer och vira själva och så. Och sen så hade vi en mer elektronikövning, där vi lödde en massa motstånd och grejer och byggde en simpel elorgel. (Jaha...) Slog en massa spikar och så, ja. (Ja, just... okej.) Ja, sen vet jag inte om dataundervisningen ingick i teknik också. Så att... BASIC... (Mmm... just det, programmering och såna där saker.) Ja, just det, lite grann.⁶⁰⁴

Innan hon började studera till lärare gick Cissi ett år på systemingenjörsutbildning i energiteknik. Lärarutbildningen läste hon med inriktning mot Ma/NO eftersom hon tyckte att det var ämnen som hon ville utveckla sig i. Annars var det SO-ämnena som var hennes huvudintressen och starka kort i både grundskola och gymnasium. Hon undervisar nu i alla NO-ämnena i ”sina klasser” – om det är möjligt – och i Matematik. Hon har nyligen varit barnledig och sedan förra året undervisar hon alltså även i Teknik. Hon tog då över efter en kollega som skulle vara föräldraledig.

Cissi: Jag fick det här i min tjänst för ett år sedan, jag har jobbat under ett år, knappt, med teknik. Jag har det i utbildningen, även om du får det på papper sen. Men jag hade alltså inte jobbat med det tidigare. Jag fick en halv chock när jag fick det på min tjänst också. Iiizzhh... hur ska det här gå...?? För vi fick ju oerhört lite med oss från lärarhögskolan. Så det jag gjorde, för det första, var att informera min chef att om jag ska ha det så här, så vill jag ha kompetensutveckling i det. För jag känner själv att jag inte är tillräckligt bra. [...] Det är ett sådant ämne som alla ber att få slippa.[skratt].⁶⁰⁵

Även Cissi är en projektmänniska. Hon är fackligt engagerad. Under vårt projekts löptid söker och antas till en naturguidesutbildning kopplat till ett speciellt naturområde i stadens närhet.

603 Ulrika, intervju 050811.

604 Ulrika, intervju 050811, jag själv i parentes.

605 Cissi, intervju 050526.

Skolan har således bytt tekniklärare ganska ofta. I en del fall är det vikarier som har tjänstgjort en kort tid, men framför allt har ansvaret för teknikundervisningen roterat mellan några Ma/Fy-lärare och två lärare som har slöjd i sin ämneskombination. Det har varit svårt att få ett stabilt arbetslag kring Teknik på skolan. Kontinuitetsproblemet kvarstår under hela den tid jag är på skolan. Detta är ett bekymmer för skolan, liksom för de lärare som är inblandade och för teknikämnet som helhet. De beskriver tjänstgöringssituationen som en splittrande besvärighet. Det blir ryckigt och man förlitar sig i högre utsträckning på det som finns inlagrat i salen och den gemensamma lokala teknikundervisningskanonen. I detta blir de redan upparbetade arbetsområdena det som lättast identifieras som teknikundervisningens kärna. Snarare än att dessa möten fylls av diskussioner om kunskapsinnehåll och motiv, blir ofta arbetsområdena och praktikaliteterna runt att skaffa material, instruera elever, hålla ordning i salen etc., samtalsämnen när tekniklärarna möts.

Ove: [...] Nu ska vi köra det här arbetsområdet. (Mmm...) och dom här grejerna måste vi fixa, (Mmm...) rent praktiskt för att det ska funka. Och då delar vi upp jobb och såna där grejor på dom. Det är så pass kort tid, så det blir inte så mycket visioner och idéer. Det blir mest (Mmm...) för att kunna hålla det flytande, det jobb man gör. (Just det...) Så tiden för utveckling av ämnet, om man säger, den är ganska begränsad. (Ja...) Den gemensamma tiden för det.⁶⁰⁶

Trots att dessa bekymmer naturligtvis påverkar undervisningssituationen, upplever jag att de möten vi har präglas av en framåtanda och en vilja att föröka medverka till förändring. Alla tre lärarna är positiva, intresserade och de har bidragit med idéer. Svåraste hindret för dem är att få tiden och orken att räckta till för egen reflektion, samt att kunna ta sig tid att läsa systemnära litteratur. På samma sätt medför tidsbristen begränsat utrymme för dem att realisera en del av de lärmoment de uttrycker önskemål att förverkliga i sin undervisning. Redan i projektets inledning talar de om problemet med att få tiden att räckta till. Då tänker de inte enbart på utvecklingen av teknikämnet, utan även på sin egen personliga utveckling. Det framgår av våra samtal att det är ett förhållande som har funnits sedan länge.⁶⁰⁷

Sammantaget ser man att de lärare som nu är involverade i vårt projekt har stark anknytning till den naturvetenskapliga sfären. Så har det till stor del varit även tidigare. Men slöjdtraditionen har också kopplingar till hur teknikundervisningen på Dragheadaskolan har kommit att finna sin form. Det verkar som om de lärare som engagerar sig i teknikämnet, gör det utifrån sitt huvudämne,

606 Ove, intervju 050526, jag själv i parentes.

607 Ove, minnesutskrift, 050526, Cissi, fältanteckning, 050613.

från den andra kunskapskulturen de företräder. I detta fall naturvetenskap eller slöjd.⁶⁰⁸

Cissi och jag kommer vid vårt första intervjutillfälle in på just detta, när hon menar att det är Ove och en annan fysikkollega, Margareta, som har utvecklat teknikämnets lokala struktur och innehåll.

Jag: Tycker du att kopplingen mellan fysik och teknik är stark, på det viset?

Cissi: Hos oss är den mycket stark! Därför att det är ju... alla lärare som är inne i det är antingen NO-lärare eller är fysiklärare eller slöjdlärare.

Jag: Okej.

Cissi: Och det är bara en känsla, men det en känsla i alla fall, att Bengt [slöjdläraren] har ju bidragit med mycket av verktygs och... tekniken, så att säga. Och den har vi ju tonat ner efterhand. [skratt]

Jag: Ja, ja. Okej. Det är ändå något som han har fått kämpa för, att få in det i tekniken?

Cissi: Kämpat vet jag inte om han behövt. Det har blivit... för honom är det väl en naturlig del eftersom han har hand om mycket verktyg. Ja...⁶⁰⁹

Dessa olika ämneskulturer ger sitt bidrag till teknikundervisningen och manifesteras i arbetsområdena. Diskontinuiteten i tjänstgöringssituationen för teknikämnet gör att detta endast delvis blir en del av den permanenta teknikundervisningskulturen, i detta fall i första hand manifesterad i ett antal arbetsområden och undervisningsmoment.⁶¹⁰ Detta är inte fastare förankrat än att när slöjdläraren försvinner ur tjänstefördelningen, så reduceras i viss mån ämnets slöjd- och verktygsprofil. Det är upp till det nya arbetslaget i teknik att förhålla sig till hur man ska balansera mellan en föreställning om vad som karaktäriserar god samtida teknikundervisning och de ämneskulturer som man som lärare, på ett mycket starkt och tydligt sätt, bär med sig in i planeringsarbetet.

608 Veronica Bjurulf, 2008, beskriver i sin avhandling *Teknikämnets gestaltningar* hur lärares skiftande bakgrund i dessa traditioner har påverkan på undervisningsinnehållet.

609 Cissi, intervju 050526.

610 Jämför Ellström & Hultman, 2004, s 222 f, vilka talar om relationen mellan förändringar inom en temporär organisation i förhållande till en permanent.

Tekniklärarna upplever att de har ganska stor handlingsfrihet i sin teknikundervisning. Delvis menar de att detta beror på att rektorerna inte har tillräcklig kunskap om ämnet och att det finns en underförstådd tacksamhet att någon ändå tar hand om detta ämne.

Under våra inledande individuella och gruppvisa samtal, våren och hösten 2005, framkommer det att de också brottas med synen på teknik och teknikundervisning. De känner sig osäkra på vad teknik är och om teknikundervisningen ska vara *om* eller *i* teknik.⁶¹¹ Det finns ett stråk i denna osäkerhet som tydligast uttrycks i termer av att teknikundervisningen ses som uppdelad i en praktisk och en teoretisk del. De arbetsområden som, när projektet startar, är löst planlagda för läsåret 05/06 är:

1. *Bron*, där eleverna ska konstruera en bro med hjälp av ett antal A4-ark papper och lite tejp.
2. *Bilen*, där eleverna ska bocka en plåtbit till ett chassi och sätta dit axlar, hjul och en rättfälla som motor, samt komma på en bra överföring mellan motor och hjul.
3. *Vardagsteknik* – ett stationssystem där eleverna passerar praktiska moment som att: byta packning på en kran i ett tvättställ; borra hål och slå in gipspluggar i en gipskivevägg samt montera upp en hylla; lägga golvmatta; studera en toalettstols funktioner; laga en cykelpunktering; rensa ett vattenlås i en vask; tapetsera; montera kontakter och strömbrytare på en elsladd. Några moment har ibland fått utgå, oftast beroende på materialbrist, men även på begränsat tidsutrymme. Vt-05 utgick: studera ett dörrlås; lära sig olika verktyg; eldosor i vägg.
4. *Uppfinningar eller design* – en extra uppgift av buffertkaraktär som har haft lite olika karaktär över åren. Det kan röra sig om att välja en viktig uppfinning och ta reda på fakta om dess utveckling och funktion, eller om personen bakom uppfinningen. Det kan även innebära att klassen är med i riksprojektet *Finn upp* eller att eleverna själva uppmanas att uppfinna något.⁶¹²
5. *Legoteknik med Robolab* – ett övningspaket som den nu föräldralediga Sofi börjat förbereda genom att skriva ett kompendium vilket Cissi har utvecklat vidare. Det handlar om att lära sig programmera en lego-robot att utföra vissa saker.⁶¹³

611 Se t.ex. Hagberg & Hultén, 2005, s 19.

612 *Finn upp* är en nationell uppfinningstävling för elever i grundskolan. Den avgörs bara var tredje år.

613 Minnesutskrift 050818.

Vid våra inledande möten diskuteras just dessa moment och terminsplaneringen. Utgångspunkten är att vi ska pröva oss fram för att lära känna varandra och hur vi tänker om teknik, teknikundervisning och tekniska system. Det är, som framgått ovan, inte bara jag som är ny i detta projekt. Även Ove, Cissi och Ulrika har väldigt olika bakgrunder och relationer sinsemellan.

Arbetsområde 1: Bron 1.0 – att lägga till systemperspektiv

När vi börjar diskutera vilka uppgifter och arbetsområden som ska ingå i läsårsplaneringen för teknikämnet på skolan är *Bron* den första uppgift som eleverna ska möta på höstterminen 2005. *Bron* kommer att få en roll i samtalen om system. Den förändras och vävs dessutom ihop med andra tankar om systemundervisning. Uppgiften existerar i den svenska teknikundervisningstraditionen i flera varianter. Huvuduppgiften är denna:

Bygg en bro som, över ett angivet gap, kan bära en viss tyngd.

De olika varianterna på brobygge utgår från olika konstruktionsmaterial som t.ex. spagetti, papprör, träpinnar, snöre och tejp. Även kraven på realism eller modelltrogenhet kan skifta. Ofta finns det till konstruktionsövningen knutet en uppgift där eleverna utifrån några gemensamma frågeställningar ska skriva en text om en valfri bro. Min egen erfarenhet är att uppgiften upplevs av lärarna som förhållandevis lätt att presentera för eleverna.

Det mest framträdande undervisningsfokuset för *Bron* omfattar idén att elever ska lära sig hur man bygger stabilt. Så även på Draghedaskolan. Lärarnas ambitioner är att det i undervisningen ska framgå att människan under flera tusen år har utvecklat tekniker för att bygga stadigt. Exempel tas från romartidens akveduktbyggen hela vägen fram till Öresundsbron. Eleverna förväntas förstå vad som menas med ett fackverk och ett valv, lära sig några olika brotyper och kanske även ett antal balkformer och korrugering. I teknikläromedel presenteras ofta just dessa tekniker och begrepp i form av text med kompletterande bilder.⁶¹⁴ Genom brobyggarövningen ges eleverna möjlighet att uppleva hållfasthet av olika grad, menar lärarna, samtidigt som de representerar sin kunskap i den modell som de bygger.⁶¹⁵ Uppgiften präglas av en *D&M-emfas*, samt av ett *historiskt undervisningsfokus*. Det senare har en svag systemkoppling, liksom det hållfasthetsfokus som finns.

614 I två av de vanligaste svenska teknikläromedlen, *Bonniers Teknik*, Nettelblad, 1999, s 82-88, och *PULS Teknik*, Sjöberg, 2004, s 24-38, visas brotyper och historiska exempel broar. I inget av de båda läromedlen ligger fokus på att visa hur krafter förmedlas genom konstruktionerna och vidare till brofästen eller pelare. Däremot talar båda läromedlen om drag- respektive tryckkrafter.

615 För ett utförligare resonemang om elevers representationsformer avseende teknisk kunskap, se Blomdahl, 2007.

I detta fall är ett tävlingsmoment inlagt i uppgiften. Eleverna ska i grupper om två-fyra elever konstruera en bro över ”klyftan” – ett avstånd på ca 20 cm – så att en liten modellbil kan passera och att bron håller för minst 100 grams belastning. Tävlingen utgår från att bron inte får kosta mer än 1 500 000 kr. Det material man kan handla är vanliga A4-papper för 100 000 kr/st och tejp som kostar 100 000 kr/10 cm. Brons hållfasthet ska sedan bedömas utifrån den belastning den tål i förhållande till kostnad. Själva testet genomförs på så sätt att man ställer på ,eller hänger på, vikter på bron till dess den brister under påfrestningen.

Det är också tydligt att *Bron* ligger där den ligger, i början av hösten, just som en planeringsbuffert – enkel att starta och eleverna kan ”jobba på”. Under tiden har lärarna möjlighet att planera och förbereda de kommande momenten och arbetsområdena.⁶¹⁶

Under höstterminens första planeringsmöte föreslår jag en liten förändring av *Bron*. Min målsättning är att förflytta fokuset från bron som en isolerad konstruktion med hållfasthetsproblematik, till ett fokus som synliggör bron som komponent i ett trafiksystem. Idén är att låta elevgrupperna få olika bygguppdrag, baserade på var en ny bro skulle kunna placeras i staden.

Jag: [...] Här ska det vara en bro! Och det ska dras vägar till den. Gör en modell av bron. Hur stor ska den vara? Så då blir det liksom nån typ av autenticitet i uppgiften. Varje grupp får en egen uppgift, om man säger så. Den ena bron blir inte den andra lik, om man säger så. Det som behövs är lite kartblad. [...] ...lite olika kartor över staden. Det var liksom ett sätt att sätta in bron i nåt systemperspektiv och ge den autenticitet med hyggligt enkla medel, så där.

Ove: Mmm...

Jag: Det var bara ett förslag.⁶¹⁷

Senare under samma planeringsmöte tar Cissi upp tråden med *Bron* igen och funderar högt över hur det standardfundament med bestämt avstånd, som eleverna använt som mall att utgå från, i så fall kan användas. Ove påpekar att tävlingsmomentets lika villkor tidigare varit viktigt, medan jag argumenterar för att de broar elevgrupperna nu kan konstruera blir olika och att det är andra innehållsliga frågor i centrum för uppgiften. Bedömningen av elevernas arbete

⁶¹⁶ Cissi och Ove, minnesutskrift från möte 050818.

⁶¹⁷ Minnesutskrift från möte 050818.

får då ske utifrån andra kriterier än enbart hållfasthet. Cissi säger att man bara kan dra ut ett mellanrum mellan bänkarna, olika beroende på brons storlek.

Som en utveckling av brouppgiften mot ett mer systemrelaterat innehåll föreslås det från lärarna istället att det till den traditionella konstruktionsuppgiften fogas två frågor:

- Vad har broar haft för betydelse i samhällsutvecklingen genom tiderna?
- Beskriv så utförligt du kan hur bron är en del i ett tekniskt system.⁶¹⁸

Under tiden eleverna arbetar med brouppgiften har de tillgång till salens läromedel och ett datorprogram om brokonstruktion, där de kan bygga olika former av broar.

När Cissi startar brouppgiften med eleverna slänger sig många av dem över datorerna för att hämta inspiration. ”Dom visste inte riktigt vad dom skulle göra”, säger Cissi om elevernas inledande användning av Internet.

Vid ett planeringsmöte ungefär fem veckor in på terminen (050913) diskuterar vi bl.a. användningen av Internet för att skaffa information om broar. Vi byter idéer om hur man kan lägga upp olika webb-favoriter som länkar till sidor om kända broar och dylika resurser. Ytterligare ett förslag som nämns är att välja broar ur olika historiska epoker. Samtalet rör mest elevernas konstruktionsförsök, hur de har använt papper och tejp, hur mycket pengar de har behövt förbruka av sin budget och att några grupper redan hade hunnit provbelasta sin bro. Det visar sig att de flesta elever i princip har konstruerat olika varianter av balkbroar, där några har siktat på att optimera brons konstruktion mot lågt pris, medan andra har siktat på att bygga en stark bro. Det finns för- och nackdelar med att tävla, menar vi alla. Cissi säger att det kan vara roligt med olika lösningar. I samband med detta kommer frågan upp om varför det ändå blir ganska likartade lösningar på brouppgiften i de olika grupperna. En idé är att de broar som står kvar uppe på skåpen i salen sedan förra året har påverkat, men sedan upptäcker Ove ett mönster: eleverna har veckat papperen, korrugerat dem, eller rullat rör. Det blir uppenbart för oss att lärobokens sidor har haft stor inverkan på vilka lösningar som eleverna har provat. Bonniers teknikbok tar upp både rörets form och det veckade papperet under rubriken *Det gäller att bygga starkt*.⁶¹⁹ De därpå följande sidorna ägnas åt olika brotyper, deras kännetecken och egenskaper, samt några historiska exempel.

618 Teknikuppgift *Brobygge* 2005, Dragheadaskolan.

619 Nettelblad, 1999a, s 82-85. Läroboken nämner också bilen som ett tekniskt system på en halv sida (s 117) och tar upp jordbruksteknik som en systemteknisk ”samverkan mellan elektronik, mekanik, biologi, kemi och fysik” (s 144).

Jag är intresserad av hur det hade gått med de två frågorna som skulle föra till ett systemperspektiv till uppgiften. Ännu är de flesta eleverna fullt upptagna med att bygga färdigt, svarar alla tre lärarna. Eleverna har inte haft tid att engagera sig i de två frågorna i någon större utsträckning. Några av dem har börjat skissa lite löst på hur de ska skriva, och någon enstaka elev har arbetat med frågorna hemma.

Uppdelningen av kunskapsmassan i en teoretisk och en praktisk del blir tydlig. Med en *historisk bildningsemfas* länkas området inlämningsuppgift till hur tekniken blir allt mer *komplex*. Att förståelsen av hur broar påverkat framväxten av transportsystemen är central, framgår i lärarnas resonemang. Ulrika talar t.ex. på mötet om hur införandet av Öresundsbron i transportsystemet förändrade hela Öresundsregionen. De talar också om broars historiska betydelse för kulturspridning. En bro ökar flödet av människor och varor och stimulerar kulturutbyte, menar man, innan samtalet åter igen glider över mot tävling, tejpåtgång och olika brotyper.

Undervisningen verkar vid detta tillfälle mest ha riktat in sig mot själva brokonstruktionen. Några veckor senare reflekterar Ulrika om hur arbetet med *Bron* gått:

Ulrika: Eleverna byggde med liv och lust. Vissa började bygga utan tanke. För dem gick det sämre. Andra läste noga teoritexten i förväg och funderade ut hur de på bästa sätt kunde använda materialet. Den teoretiska delen klarade de bra, förutom frågorna kring tekniska system, då de inte riktigt fått en bra definition på vad det egentligen är.⁶²⁰

Frågorna om hur bron som teknisk företeelse har varit med och förändrat samhället verkar Ulrika tycka eleverna ha klarat förhållandevis bra, medan den andra frågan – om bron som komponent i ett tekniskt system – givit dem problem.

På motsvarande sätt skriver Ove:

Ove: Vad gäller arbetet med lite mer fokus på tekniska system så upplever jag att eleverna tycker att det är både lätt och svårt. Vissa elever talar faktiskt om tekniska system, utan att jag ens har introducerat det och vissa greppar det mer pö om pö och så småningom blir det mer självklart när de inser vad det abstrakta uttrycket egentligen beskriver.⁶²¹

⁶²⁰ Ulrika, personlig reflektion, 051011.

⁶²¹ Ove, personlig reflektion i mail, 051024.

Två veckor senare har Ove rättat färdigt inlämningsuppgifterna runt Bron. Frågan om bron som komponent i ett tekniskt system har bara två elever av trettio klarat på ett godkänt sätt, tycker han.

Ove och Ulrika har dessutom beslutat att inte ta upp transportkapitlet (*Bonniers Teknik*, s 114-133) till det prov de ska ha med eleverna halvvägs in i terminen. I stället väljer de att använda kapitlen *Nu bygger vi på fast grund* och *Designen gör tekniken mänsklig*. Provet fokuserar på konstruktioners hållfasthet och artefakters design. Det innehåller därför inga moment som kan anses koppla till tekniska system. Transportkapitlet sparar de till arbetsområdet *Bilen*.

Vid planeringsmötet 051108 talar jag med dem om olika sätt att stötta eleverna med begrepp som kan hjälpa dem att fundera över broars inplacering som komponenter i ett tekniskt system och kring vilka system som en bro kan ingå i. Ulrika säger att hon hade kopierat upp sidor ur *PULS Teknik* om system och delat ut till eleverna för att ge dem lite extra.⁶²² Det hade redan tidigare varit tydligt för alla att det finns en begreppsbrist i vår grupp och jag hade förberett en kortare introduktion om hur man kan tänka om system i förhållande till teknikundervisning.

Synen på den tekniska kunskapen, som uppdelad i en teoretisk och en praktisk del, manifesteras i lärarnas praktik genom att de lägger till två teorifrågor i den uppgift som delas ut till eleverna: en fråga om broars betydelse för samhällsutvecklingen, och en om deras roll i ett tekniskt system. Tävlingen att bygga en stark bro med pappersrör och tejp, baserar sig på kunskap om hållfasta konstruktioner, balkar, fackverk, armering etc. Till detta anges fyra sidor i läromedlet för eleverna att läsa. Bokens följande fyra sidor om brotyper, dammar och slussar, anges inte i uppgiften.⁶²³ Härigenom reduceras ytterligare elevernas möjligheter att själva finna dessa sidor, och att göra den möjliga kunskapskopplingen mellan konstruktionsuppgiften och bokens faktaunderlag. Tävlingsmomentet ligger som en barriär mellan den bro eleverna bygger, och broars historiska beskrivning i ett samhällsperspektiv, respektive dess roll i ett system.

Det är uppenbart att för både elever och lärare är de två infogade frågorna svårhanterad materia. Beredskapen är svag bland lärarna för att hjälpa eleverna med systemrelaterade begrepp och läromedlet stödjer inte detta i tillräcklig utsträckning, om ens alls.

622 Kapitlet *Tillgång och efterfrågan – energi i tekniska system*, Sjöberg, 2004a, s 156-169, vilket t.ex. innehåller avsnitt om *Tekniska system för transporter*, där järnvägen är i centrum.

623 Nettelblad, 1999a, s 82-85 om hållfasthet, s 86-89, om brotyper etc.

Frågorna använder tre begrepp – ”bron”, ”samhällsutvecklingen” och ”tekniskt system” – för att försöka få eleverna att fundera över på vilket sätt relationen mellan dessa kan beskrivas ur ett historiskt perspektiv. Man kan tycka det är lite svepande formulerat om ”hela samhällsutvecklingen”, men å andra sidan öppnar det upp för en hel del möjliga tolkningar hos eleverna när de ska besvara frågan. Räckvidden för dessa tolkningsmöjligheter ges dock utan vidare instruktioner eller förtydliganden till eleverna själva att bestämma.

I frågan om brons betydelse för samhällsutvecklingen finner vi undervisningsfokuset *systemets relation till omgivningen*. Begreppet samhället får här tolkas i vid bemärkelse. Det finns en komplikation inbyggd i de två tillagda frågorna. Ska eleven se bron som en artefakt, vars introduktion i samhället har förändrat det. Eller ska bron ses som en komponent i någon typ av system, vilket över tid står i en dynamisk relation till ett omgivande samhälle. Riktningen för interaktionen är tydlig. Det är teknikens utveckling, artefaktens eller systemets utveckling, som har påverkat omgivningen. Som frågan är ställd till eleverna möjliggörs enbart den enkelriktade analysen. Att broar även kan ses som ett svar på samhälleliga förväntningar på ett systems tillväxt eller hur t.ex. ett trafiksystem förändras när en bro kommer till, fokuseras inte. I den mån det nämns, så är det flyktiga passager om ”behov, drivkrafter och villkor” som hålls fram. Framför allt så är det den nationella kursplanens uppnåendemål för år 9 som citeras i skolans lokala måldokument.

Eleven skall kunna redogöra för viktiga faktorer i den tekniska utvecklingen, både förr och nu, och ange några tänkbara drivkrafter bakom denna.⁶²⁴

Vi ser även ett teknikhistoriskt anslag där den ökande komplexiteten lyfts fram. Det eleverna förväntas lära sig är att transportsystemet för längre sedan var en något mindre komplex *samling komponenter* än idag. Relationen mellan dessa komponenter är osynliggjord, likaså de faktorer för systemutveckling som skulle kunna ha belyst transportsystemets utveckling. Det görs komparativa nedslag, ibland i olika steg, i historien för att se hur det var vid vissa tidpunkter. Presentationen av ”broars betydelse för samhällsutvecklingen” domineras t.ex. av en samling diskontinuerliga berättelser, snarare än av en strävan att ge en över tid sammanhängande socioteknisk och systemanalytisk beskrivning av ett historiskt skeende, med bron som en del av ett system. I inget fall talar man om den teknikhistoriska systemutvecklingen som ett kontinuerligt flöde av händelser, aktörer, materia, information, kapital etc.⁶²⁵ Berättelserna utgörs

624 Jämför även Skolverket, 2000b, kursplanen i Teknik.

625 Jämför t.ex. *Den konstruerade världen*, Blomkvist & Kaijser, 1998, som visar på sådana processer kring t.ex. energisystemets, telesystemet respektive vägnätets utveckling, eller i en något annorlunda aspekt *Technological Innovation as an Evolutionary Process*, Ziman, 2000.

av historier från skilda epoker om brotyper som komplexa strukturer i sig själva, det sätt de byggdes på, materialen de är konstruerade av och vilka typer av broar de är. Systemspråkets fattigdom blir en lösning. Med ett antal begrepp som relaterat till systemutveckling skulle svaret på frågan ha kunnat fyllas med ett mer systemnära innehåll.

Eleverna uppmanas även att beskriva hur bron kan ses som en komponent i ett tekniskt system – men vilket är systemet? Vad är det för typ av bro de bygger? En vägbro eller en järnvägsbro? Jag tolkar det som att *Bron* ingår i ett vagt definierat "transportsystem". Kanske hade det underlättat om de två frågorna hade ställts i motsatt ordning. Då hade bron först definierats in i ett något mer avgränsat tekniskt system, vilket kunnat relateras till en utvecklingsprocess. Nu används ett *ontologiskt systemspråk* och en *teknikhistorisk bildningsemfas* tillsammans. Men kombinationen av dessa är förrädisk, därför att de förgivettagna systemen vi lever med och i idag, just ständigt är och har varit utsatta för förändring. Är det verkligen "samma" system vi ser nu som då? Har systemet behållit sina funktioner, eller har dessa och systemet förändrats på några avgörande sätt?

Den allt överskuggande emfasen är *D&M-emfasen*. Eleverna ska lära sig grunderna i hållfasthet, kanske lite om balkar och fackverk, eftersom det dels ryms inom den rationalitet som hävdar att det är viktigt att eleverna lär sig något om strukturer, deras bärighet och hur detta beror på olika material. Detta är ett centralt tema i mycket teknikundervisning. I valet mellan att ta upp lärobokens kapitel om transportsystem till behandling med eleverna eller att välja designkapitlet, valde Ove designkapitlet för att det "kändes lite modernare och att det hade ett fokus mot hållfasthet".

Den *teknikhistoriska emfasen* emfasens motiv för att foga in de två frågorna om hur systemen påverkat samhällsutvecklingen respektive hur bron är en del i ett tekniskt system, anges inte särskilt tydligt, men har sin grund i den nationella kursplanen.

I slutet på läsåret gör Ulrika följande reflektion över hur vi med de två samhällsrelaterade frågorna försökt lägga till ett systemperspektiv på det redan etablerade arbetsområdet:

Ulrika: Jag tror att man måste utgå från tekniska system på ett helt annat sätt om det ska fungera och inte försöka få in det i befintlig kurs. Börja i ett system och låta de olika kursdelarna rätta sig in under systemet istället. Nu blev det ett begrepp som skulle klämmas in och det blev lite krystat. Man skulle kunna jobba utifrån olika teman/system och få in bitar som design, ritningar, uppfinningar, konstruktion mm.⁶²⁶

626 Ulrika, personlig reflektion i mail, 060619.

Arbetsområde 2: Bron 2.0 – Trafiksystem

Redan vid ett av våra första möten 050913 resonerar tekniklärarna på Drag-hedaskolan om att förbättra arbetsområdet *Bron*. På hösten ett år senare finns avsikter att utveckla det till ett vidare projekt, att förbättra kopplingen mellan konstruktionsuppgiften och inslaget om trafiksystem, samt att hålla fast vid ett historiskt perspektiv.

Men vid höstterminens upptaktsmöte 060810 visar det sig först att varken Cissi och Ulrika har Teknik i sina tjänstefördelningar. Genom ett byte med en annan lärare kan Cissi återta Tekniken, men Ulrika tappar vi. Inför detta möte hade jag förberett en kort fortbildningsinsats om systemtänkande i ett didaktiskt perspektiv, baserat på mina erfarenheter både som lärare och forskare. Nu försvann den möjligheten. Jag bestämde mig för att kombinera det uppskjutna med mer konkreta förslag till förändringsidéer under ett kommande möte.

Ett par veckor senare har Ove och Cissi startat brouppgiften med eleverna. De är uppenbart stressade av turbulensen i terminsstarten. Båda har dock bestämt att ta bort tävlingsmomentet och satsa på att låta eleverna bygga och forska om broar utifrån målformuleringar och bedömningskriterier de tagit från den nationella kursplanen. Dessa har de diskuterat med eleverna, även i förhållande till hela läsårets tänkta innehåll.⁶²⁷ Cissi och Ove har, var för sig, muntligen kompletterat de två tidigare tillagda systemfrågorna. På Oves "teoridel" ska eleverna

[...] ha med broars historia, broars roll i samhället, livsvillkor, miljö och sånt, olika typer av brokonstruktioner och varför just dom har valt just den konstruktionen och så. Broar som ett tekniskt system och som en del i ett större tekniskt system. Analysera och värdera teknik, eller broteknik. [...] Men just det här med att "analysera och värdera teknik", där var tanken att dom ska diskutera då, det dom skrivit upp. Det beror på hur mycket fakta dom fått upp och diskussion och värderingar, ska komma in därnere.⁶²⁸

Cissi har tagit med några frågor som anknyter till de vandringar i skolans omgivning som hon redan förra våren prövat att genomföra med elever:

Vilken typ av broar hittar ni i staden, hur är de byggda, när kom de dit (10, 50, 100 år sedan), vad för problem löser de, varför... ect? För att få eleverna att komma igång och tänka bättre.⁶²⁹

⁶²⁷ Läsårets teknikundervisning har inte förändrats i den lokala timplanen mellan dessa båda år. En klocktimmes undervisning per vecka i åk 8 gäller fortfarande.

⁶²⁸ Ove, minnesutskrift från möte 060828.

⁶²⁹ Cissi, minnesutskrift från möte 060925.

Till viss del sker vandringarna med en koppling till den guideutbildning hon samtidigt deltar i. Redan under våren 2006 hade hon tagit med eleverna på vandringar i skolans omgivning. Då hade hon pekat på en torpruin, egnahems-kvarter och miljonprojektbebyggelse, samt talat om de skilda tekniska villkoren och olika tekniska lösningar dem emellan. Dessutom hade hon börjat ta upp något om de osynliga tekniska systemen, ledningsburna system av typen el och VA, med eleverna. Nu vill hon utvidga detta och även fokusera på trafiksystem – broar, viadukter, cykelvägar, trafikseparering etc. Båda menar att det är viktigt att eleverna reflekterar över vad de håller på med och om vad ett system är.

Brouppgiften fördelas så att det i ungefär sex veckor är ett praktiskt pass ena veckan och ett teoretisk den andra. Organisatoriskt förstärks uppdelningen i teoretiskt/praktiskt genom detta drag, men å andra sidan strävar nu lärarna efter att föra de två delarna närmare varandra. Tävlingsmomentet kring hållfasthet är borta. Nu tänker lärarna att de olika broar som eleverna bygger kan visa på hur människan kommit på nya och bättre metoder att bygga broar, samtidigt som gamla hållfasthetsprinciper såsom fackverk, balktyper och fortfarande är användbara.

Eleverna ges uppgift att tänka över broars, eller transportsystemens, påverkan på våra livsvillkor och vår miljö.⁶³⁰ Detta är en fråga som engagerar lärarna inom brouppgiften. Vid vårt möte 060925 ställer jag frågan om vad de avser med detta. Ove och Cissi diskuterar både Öresundsbronns påverkan på strömningar i vattnet, muddring etc., utsläpp och gifter från en ökad trafik på broarna men även att det blir kortare väg att köra, tryggheten i ett fordonsseparerat trafiksystem med cykeltunnlar och att broar kan ha en estetisk påverkan på ett trafiksystem.

Ove hade vid vårt förra möte försett mig med de inlämnade svaren på de båda tillagda systemfrågorna från en klass och bett mig analysera dem. Det föll ut så här:

Det eleverna skrivit om rörde i grova drag:

1. Utan broar fick man åka runt mycket längre.
2. Broarna har blivit större.
3. Broarnas material har utvecklats för att klara större laster och längder.
4. Broarna ingår i ett trafiksystem på något sätt.
5. Det finns olika sorters broar.

630 Ove, avskrivna tavelanteckningar 060828.

Utifrån min översikt inledde jag en diskussion om broars relation till transportsystem runt sex frågor. Min ambition var att utifrån elevernas konkreta exempel föra systemdiskussionen lite längre. I diskussionen sköt jag in följande frågor:

1. Vilka befolkar systemet?
2. Hur ser vi på systemets funktion och struktur?
3. Ser vi systemet som en samling komponenter?
4. Hur ser vi på komponenternas samband i systemet?
5. Om vi ser ett system, kan vi även se dess omgivning?
6. Kan vi koppla broarna i trafiksystemet till frågan om styrning? Jag tog en parallell till ett vattenflöde.

Vad av detta kunde vara rimligt att ta upp med elever? Fråga 1, vars syfte var att leda till resonemang där systemet inte enbart framstod som rent tekniskt, ledde inte vidare. Fråga 2 knöts till Cissis trafikvandringar och de cykelbroar och cykeltunnlar som hon visar för eleverna. Dessa två olika strukturer är lösningar som utgör en del av samma funktion hos systemet: att separera trafikslag. Kan vi vinna något genom att för eleverna förtydliga skillnaden mellan struktur och funktion, på både komponent- och systemnivå? Vi diskuterade om eleverna kan se systemet uppifrån, vilket ledde till fråga 3.⁶³¹ Ser eleverna trafiksystemet bara som en samling vägar, skyltar, tunnlar, broar? Fråga 4 konkretiserade jag genom att ställa följdfrågan: "Vad händer med systemet om vi byter bort en komponent, eller skjuter in en?". Exemplet var Öresundsbron och Ove och Cissi fyllde på med idéer om hur trafiksituationen förändrats i regionen. Den omgivning som fråga 5 avsåg behandla kom då naturligt in. I samband med att fråga 6 diskuterades försökte jag höja systemnivån i uppgiften runt *Bron*:

Jag: Jag tänkte att det fanns en koppling mellan Cissis brovandring och Öresundsbrofrågan. Om man ställer frågan till... att storlek och komplexitet hänger ihop. Man kan ju faktiskt ha samma fråga om, vad händer ifall vi introducerar en bro här i bostadsområdet, vad händer om vi introducerar en bro över Öresund? Hur påverkar det trafiksituationen? Hur påverkar det omgivningen? Skulle ni tycka att er väg till skolan blev bättre med ytterligare en cykelbro eller en cykeltunnel. Man börjar i det lilla och sedan kanske, när man börjat fatta det här med systemets funktioner och vilka som befolkar systemet, så kan man lyfta frågan till en lite mer komplex nivå?⁶³²

631 Lars Ingelstam, 1996, resonerar t.ex. om en helikopterande metod, en rörelse mellan ett mikro- och ett makroperspektiv, i förhållande till det system man avser studera.

632 Jag, minnesutskrift från möte, 060925.

Samtalet flödar och vi tittar även parallellt i PULS Teknik, som de har köpt in i klassuppsättning. Jag har haft i uppgift i gruppen att lyfta fram systemaspekter i den och visar dem nu flera avsnitt som har bäring på *Bron*.⁶³³ Det *teknikhistoriska undervisningsfokuset* aktualiseras igen i gruppen. Både Cissi och Ove tar upp gamla tiders broar och brobyggnadstekniker. Mötet avslutas med att jag återkommer till den idé jag presenterat för mer än ett år sedan.

Jag: Men tänk om man kompletterar den här vandringen med en karta över bostadsområdet med omnejd. Nu har ni vandrat över de här broarna. Om vi gör en förändring i systemet, vad händer då? Vi lägger in en cykelbro här, en återvändsgränd där. Blir er väg till skolan bättre eller sämre då?

Cissi: Det där tror jag de skulle tycka är skitkul! Det är så sällan den där förändringen sker just under min livstid. Nu kan man göra det på låtsas.⁶³⁴

I klassrummet drar uppgiften med *Bron* ut på tiden. Cissi har genomfört flera vandringar med sina elevgrupper, något som hon själv bedömer har gått bra. ”Det känns som om de börjar få upp ögonen för det tekniska systemet och vi pratar mycket om det och ger exempel på dem så fort de kommer upp”, skriver Cissi i en reflektion.⁶³⁵ Inte förrän framåt novemberlovet startar Ove och Cissi med nästa moment.

Det *komplexifierande* inslaget behåller sin position. Man tilldelar bron ett sammanhang och använder historiska nedslag för att visa att transportsystemen har blivit mer komplexa. Nu kompletteras detta mer av undervisningsfokuset *relationen mellan komponenter*, än av *system som en samling komponenter*.

Här har alltså skett en förändring i talet om system. Detta märks även genom att det *ontologiska systemspråket* luckras upp något i och med att man börjar diskutera transportsystemens omfattning och gränser. Ytterligare en tydlig förskjutning är att man allt mer lämnar *D&M-emfasen*, till förmån för *HU-emfasen* och *miljöspråket*. *D&M-emfasens* syfte är nu förändrat till att låta konstruktionerna representera den kunskap eleverna samtidigt uppmanas söka i det som kallas de teoretiska avsnitten av uppgiften. Sambandet är fortfarande inte starkt, men ambitionen finns. Undervisningsfokuset som rör *systemets relation till omgivningen* stärks i och med detta, men behåller sin huvudsakligen enkliriktade karaktär. Till viss del beror dessa förändringar i *talet om system* på mina

633 Sjöberg, 2004a, t.ex s 158 f.

634 Minnesutskrift från möte, 060925.

635 Cissi, reflektion i mail, 061101.

inspel, vilket lärarna också uppmärksammar: ”Det är när du kommer som det händer något”, säger Cissi när mötet 060828 avslutas.

Arbetsområde 3: Bilen

Denna uppgift fick så småningom stryka på foten i terminsplaneringen under det andra året. Redan under det första året diskuterades inte uppgiften explicit som en systemuppgift, trots att den stencil som delades ut till eleverna innehöll följande punktlista:

1. Ni gör själva den låda som komponenterna ligger i.
2. Sakerna i er låda (komponenterna) ska förflytta sig så långt som möjligt.
3. Ni bör alltså skapa ett tekniskt system av komponenterna.⁶³⁶

Stencilen innehåller även läsanvisningar till läroboken, Bonniers Teknik, s 98-111, kapitlet *Design gör tekniken mänsklig*. Det uppnåendemål som finns inkopierat från den nationella kursplanen inom Lpo94 om att ”kunna identifiera, undersöka och med egna ord förklara några tekniska system genom att ange de ingående komponenternas funktioner och inbördes relationer” syftar snarare mot elevernas beskrivning av den egna bilen, än ett valbart system i samhället. Tidigare hade de haft lärobokens transportkapitel *Vi tar oss fram på land* som läsanvisning. ”Det är väl ingen direkt koppling, men det är i alla fall en indirekt koppling”, menar Ove, och syftar på länken mellan konstruktionsuppgiften och läromedlets textavsnitt.⁶³⁷

Uppgiftens formulering visar på lärarnas tidigare syn på vad ett tekniskt system kunde anses vara – en utgångspunkt som kom att breddas. Ytterligare visar det på den starka *D&M-emfas* som dominerar teknikundervisningen på skolan. Undervisningsfokuset riktades mot *relationen mellan komponenterna*, eftersom dessa skulle sammanfogas till en rättfärdig bil med funktionen att förflytta sig så långt som möjligt.

Redan under hösten 2005 hade jag ventilerat en idé om att reducera området *Bilen* och kanske slå ihop det med *Bron* för att tydliggöra det systemiska inslaget. Som arbetsområdet är upplagt nu innefattar det moment med skärmaskin, plåtbockning av ett metallchassi och användning av pelarborr för att ta ut hål till bilarnas hjulaxlar. Under planeringsmötet 050913 talas det mycket om säkerhet vid användning av roterande verktyg: varvtal, hårtofs, skyddsglasögon

⁶³⁶ Stencil för Teknikuppgift 2, ht 05.

⁶³⁷ Intervju med Ove, 050526.

etc. Ulrika, som inte arbetat med dessa moment tidigare, sätts in i arbetet. Vi talar om relationen till slöjdamnet när det gäller att lära sig att hantera denna typ av maskiner och jag ifrågasätter kopplingen till teknikämnets innehåll. Ove, som varit med längst i teknikundervisningen ställer frågan till oss andra: "Ska dom inte ha viss färdighet i vardagsteknik? Står inte det?". Cissi och Ulrika kontrar direkt: "Men vad är vardagsteknik?", "Hur mycket vardagsteknik är pelarborrmaskinen?". I det följande samtalet framträder både skilda inställningar och genusförskjutningar. Efter att vi avhandlat tryckluftsaggregat, vinkeljörn och skruvdragare, elektrisk bågfil m.m. avklingar samtalet kring denna punkt. Vi enas om att en vanlig handborrmaskin kanske kan räknas som en vardagsteknisk detalj. Senare under hösten konstaterar Ulrika att "rättfällibilen kanske inte är så mycket att utgå från för att diskutera tekniska system". Hon och Cissi är överens om att det är risk för att det är sista gången det området genomförs.⁶³⁸

Möjligheten att föra momentet *Bilen* mot en bättre koppling till system, har alltså att kämpa emot det industriförberedande arvet och undervisningsgodset från tidigare kursplaner och traditioner. Verktygsmaskinerna ifrågasätts delvis inom lärolaget. Synen på i vilken mån teknikämnet skall träna eleverna i att hantera olika former av redskap och verktyg är inte klar och bearbetad.

När vi mot slutet av våren 2006 återkommer till samtal om *Bilen*, som de genomfört i sin undervisning före och efter juluppehållet, ställer jag frågan om de under tiden kommit att tala om system på ett annat sätt med eleverna:

Ove: Jag upplever inte att det här är så speciellt svårt, för eleverna att förstå. (Nej..?) Begreppet "system" och "komponenter", "delsystem" och det här.

Ulrika: På en nivå förstår dom det...

Ove: På en nivå förstår dom det.

Ulrika: ...men på, liksom, att förstå det lite djupare, liksom att lägga in, om man säger, bron i nåt tekniskt system, vaddå, då förstår dom liksom inte att det handlar om... förrän man talar om för dem att det handlar om kommunikationssystem eller, liksom, att det är vägnät och allt, liksom.. (Mmm...) Ja, hur man tar sig hit och dit. Utan det var dom ganska oförstående inför.⁶³⁹

638 Fältanteckning 051011. Ove var inte med.

639 Minnesutskrift möte 060509. Jag inom parentes.

Ove följer upp detta och anser dessutom att det är fel att ta en bil som ett undervisningsexempel. Det "ligger inte eleverna nära", menar han, och ger delvis läromedlet skulden. Cissi för upp ett annat bekymmer:

Problemet här är ju kanske att dom här vardagssystemen, för oss lärare, är alldeles för svåra att förstå. [...] Med delsystem och komponenter. [...] Där tror jag att vi som lärare måste vara mycket mer välutbildade, så att säga...

Exemplen tar Cissi från elektronikens värld. Ove håller med om att vardagens system är svåra. Senare under samma möte, efter att vi diskuterat de andra arbetsområdenas utveckling och planering framåt, enas vi om att försöka låta *Bilen* utgå som enskilt moment det kommande läsåret. Det är intressant att ställa replikskiftet ovan mot den reflektion Ulrika sänder med e-post veckan efter mötet. Hon skriver:

Det är svårt att få eleverna att inse vikten av systemtänkande. De är detaljinriktade i sitt sätt att tänka. De ser inte helheter, eller om de gör det så tror de att detaljer är det vi vill att de ska kunna. Vi har ju alltid frågat efter detaljer.⁶⁴⁰

Det vi ser här är exempel på den *fascination för artefakten* vi tidigare uppmärksammat på och som är ett resultat av en dominant *D&M-emfas* och av undervisningsfokuset *system som en samling komponenter*. På båda sidor om katedern finns alltså samma problematik – svårigheten att se helheter, att se dem som system. Det kräver kunskaper och träning.

Diskursens materialitet är stark. Den utrustning som finns i salen ska användas, tidigare investerat förberedelsearbete ska förränta sig. Ulrika, som är ny i arbetslaget, introduceras därför i den *industriella emfasens* värld som är så tydligt kopplad till salens maskiner, arbetsbänkar med skruvstäd och filklovar.

Arbetsområde 4: Vardagsteknik – från "Hem ljuva hem" till "Hemmet som system"

Redan under hösten 2005 är ambitionen att delvis transformera det sedan länge inarbetade arbetsområdet *Vardagsteknik* mot mer tydliga systemperspektiv. Ove har sedan länge haft ansvaret att underhålla stationsdelarna i tekniksalen, köpa in förbrukningsmaterial som kranpackningar, stuvbitar av golvmattor, gipspluggar och skruv, tapetrullar etc. Redan under vårt första möte 050613 hade jag föreslagit att vi kunde utnyttja *Vardagsteknikens* stationer. Eftersom både en

⁶⁴⁰ Ulrika, e-post, 060619.

vägg med ett tvättställ och en med en toalettstol ingår menade jag att vi kunde utveckla uppgifterna så att de behandlade t.ex. vatten- och avloppssystem. ”Det tas emot hyggligt, men verkar inte fästa riktigt.”, skriver jag i mina anteckningar efter det mötet.

Under höstupptaktens första möte 050818 kommer vi in på detta arbetsområde igen. Inom gruppen är det oklart om och i så fall hur arbetsområdet ska förändras. Lärarna debatterar detta och försöker göra kopplingar mellan arbetsområdets ursprungliga innehåll och de tankar de har på något nytt, mer systeminriktat. De diskuterar om stationerna innehåller väsentlig teknisk kunskap, om de kan koppla stationerna till en vidgad uppgift om *Huset som system*, eller om de ska ta bort området helt. Jag presenterar mina reflektioner över det kompendium, med instruktioner till stationerna och lite extra läsning, som de planerar att eleverna ska få arbeta efter. Detta innehåller en sida med rubriken ”Hem, ljuva hem”. Där specificeras kraven på eleverna för betyget G respektive VG och MVG. Bland formuleringarna finner man, förutom uppenbart artefaktcentrerade kriterier som rör stationerna, även följande punkter:

- Känna till de viktigaste grundfunktionerna som behövs i ett hem samt kunna ge exempel.
- Kunna ge exempel på olika typer av kraftverk samt ange vilka energiomvandlingar som sker.

Kompendiet är ett arvegods från en tidigare tekniklärare som numera inte arbetar med Teknik. Det har anpassats och förändrats något under åren. En vaktmästare jag talade med på skolan, berättade att han var med och byggde upp stationerna för flera år sedan.⁶⁴¹

Mina reflektioner till lärarna rör bl.a. målformuleringarnas karaktärer, exemplifierat som ovan: ”känna till” respektive ”kunna ge exempel på”. Ulrika skämtar själv om en av kriteriepunkterna:

Känna till vad en byggnadsritning är. Vi lägger fram några stycken och säger: ”Vilken av dom är byggnadsritningen?” [skratt]...⁶⁴²

Vi tangerar även frågan om kraftverk, elektrisk ström och generatorer. Jag ställer en fråga om det mål där det står att eleverna ska ”kunna förklara hur en generator fungerar”. Ulrika fångar frågan och undrar varför eleverna ska kunna förklara hur en generator fungerar både i fysiken och i tekniken. Eftersom alla lärarna också är engagerade i NO-ämnena, föreslår jag att man kan proble-

641 Fältanteckningar 050613.

642 Ulrika, minnesutskrift från möte 050818.

matsera generatorexemplets roll i fysikämnet respektive i teknikämnet. Cissi säger att generatoren kanske skulle kunna ses som en del i ett tekniskt system och Ulrika frågar: "Vad har då generatoren för plats i det elektriska, liksom? Försörjningsnätet?"

Under våren 2006 kom *Vardagstekniken* att agera buffert, eftersom arbetslaget då drabbades av mycket undervisningsbortfall. Sjukdom, möten och andra aktiviteter gjorde att många lektionspass ställdes in eller ersattes med vikarie. Stationernas underhåll brast. Terminen blev sönderryckt. Trots det meddelar Cissi i en reflektion att *Vardagstekniken* "är uppskattad och stämmer bra överens med de nationella kursplanerna".⁶⁴³ Vid ett möte 060509 konstaterar lärarna att elevgrupperna endast har passerat 3-4 stationer av nio möjliga. Eleverna har i stället uppmanats att skriftligen reflektera över de stationer de genomfört. Lärarna uppfattar det som att eleverna ändå har tyckt det var lärorikt. De har t.ex. fått pröva på att undersöka en engreppsblendare och byta ventilpackning i en tvåkransmodell. Cissi säger att hon uppfattar ett av bedömningskriterierna till *Hem ljuva hem* som så flummigt att hon knappast själv förstår vad som menas. Det handlar om punkten som berör hemmets grundläggande funktioner. När hon tagit upp frågan med eleverna, har de först exemplifierat med hemmets apparater. Det har givit henne en möjlighet till en riktigt bra diskussion med dem där hon kunnat lyfta fram historiska aspekter på boende, menar hon. Funktionerna hon nämner är skydd, värme, transport av VA och el.

Ett par veckor senare träffas vi igen. Jag ställer frågan om hur de ser på tekniska system nu i förhållande till terminens arbete.

Ove: Jag kan reflektera direkt. Alltså dom jobbar ju med tekniska system. I våra stationer. Vissa av dom stationerna är system, fast vi inte diskuterar med eleverna i termer av olika delssystem. Men ändå så finns systemen där.

CK: Ja, det gör dom ju.

Ove: Och deras förmåga att förstå dom här systemen, är... Ja, det jobbar vi med, fast inte i termer av... Vi nämner ju inte... eh... ja. Solsystem och system i snacket, men det är ju ändå till exempel cykeln, laga punktering och så. Det är ju system. (Mmm..) Det handlar ju, det här om cykelns historik och utveckling, utväxling och hur det gick från trampor till kedja och så vidare. (Mmm..) Det är ju mycket system, fast vi inte pratar om det i systemtermer.⁶⁴⁴

⁶⁴³ Cissi, reflektion i mail, 060224.

⁶⁴⁴ Minnsutskrift från möte 060523.

Jag ställer följdfrågan om vad som är centralt att lära sig om tekniska system, och exemplifierar med några av de teknikhistoriska begreppen behov, drivkrafter och villkor och de systembegrepp som Ove använt: subsystem och komponenter. Ove svarar: ”Ja, det kan man undra. Sammanhang.”

Mötet avslutas med att Cissi sammanfattar att de fortfarande har mycket kvar att lära om system och menar samtidigt att de samtal vi för gör att gruppen utvecklas mycket snabbare. I en senare reflektion skriver Ove att arbetsområdet trots allt har ”upplevts som mycket positivt eleverna och där bör man kunna införa mer systemtänkande”.⁶⁴⁵ Matchningen mellan stationernas innehåll, namn och läsanvisningar i läroboken är inte så bra som lärarna skulle önska, vilket de uppmärksammar mig på.⁶⁴⁶

Arbetsområdet återgick under detta år till den *fascination för artefakten* som redan i utgångsläget präglade den. De eventuella systemambitionerna försvann. Kopplingen till undervisningsfokuset *Storlek/komplexitet* är tydlig, genom att man fokuserar undervisningen mot artefakter, t.ex. vattenkranen och toalettstolen, vars huvudsakliga funktion faller om de inte ansluts till större system. En dimension av detta finner vi i hur lärarna under flera av våra samtal har talat om relationen mellan det de benämner som teori respektive praktik inom teknikämnets undervisning. Momenten i *Vardagstekniken* vägleds av *hantera vardagenemfasen*. Det handlar mer om att eleverna ska tränas i att handgripligen underhålla eller konstruera saker som finns i deras hemmiljö, än att de exempel som stationerna utgör samtidigt ska kunna fungera som *exempel* på vanliga tekniska lösningar, principer eller system. De teoretiska moment som ingår handlar t.ex. om att veta vilka elektriska installationer som man får utföra på egen hand i hemmet, vad cykelns olika delar heter och att genomföra en beräkningsuppgift kring hur många tapetrullar man måste köpa till ett vardagsrum.

Det finns en ansats i kompendiet till en *komplexifiering* av stationernas moment genom att använda historiska hänvisningar. Några sidor i häftet innehåller korta texter om låsets, cykelns och tapetens historia. Detta understöds mer eller mindre väl av att man hänvisar till läsning av nästan samtliga sidor mellan s 66 och 119 i *Bonniers Teknik*. Men läromedlet ger inget större stöd åt de systemiska inslagen. Energiavsnittet tar t.ex. upp omvandlingen mellan olika energiformer och några olika komponenter som kan tänkas ingå i ett kraftverk. Men inget om energisystem.⁶⁴⁷

⁶⁴⁵ Ove, reflektion i mail 060613.

⁶⁴⁶ Minnesutskrift från möte, 060509.

⁶⁴⁷ Se t.ex. kap 7, avsnittet *Exemplet energisystem*.

Arbetsområde 5: Huset som system 1.o

De tankar som redan från starten hösten 2005 funnits på att förändra *Vardagstekniken* till en mer systeminriktad undervisningsaktivitet, börjar vid läsårets slut bli allt mer tydliga. Fortfarande hänger uppdelningen mellan teori och praktik kvar, men man diskuterar hur de olika stationerna kan länkas till bra texter att läsa, bra frågor att ställa. Med det praktiska avses huvudsakligen manuellt arbete. Man är inom gruppen överens om att det är något som bör värnas. Frågan är hur? *Vardagstekniken* håller delvis på att luckras upp genom att Cissi allt mer engagerar sig i ett utomhuspedagogiskt projekt där hon knyter tekniska aspekter till vandringar med eleverna i skolans omgivning. Hon berättar entusiastiskt om sina första erfarenheter där hon provat att knyta ett historiskt perspektiv till teknik i närområdet, från år 1870 och framåt.⁶⁴⁸

En av de saker som genomsyrar lärarnas tal om system under det första året är kopplingen till miljöproblem och hållbar utveckling. Cissi resonerar tidigt om detta i förhållande till både *Bilen* och *Vardagstekniken*.⁶⁴⁹ I arbetet för förändring blir en ökad miljömedvetenhet ett allt tydligare argument. Vid mötet den 9 maj 2006 sker ett skifte i lärarnas tal om tekniska system i undervisningen. Det är som om något som legat och pyrt plötsligt får luft till bränslet. En nyckelfråga kommer upp: "Vad är möjligt att förstå om tekniska system?". Under mötets sista halvtimme sprudlar idéerna fram. Samtalet rör först *storlek/komplexitet* och systemhierarkier, till viss mån präglad av en sorts atomism, en strävan att söka sig nedåt-inåt i systemet – "hur funkar det"-syndromet – men ändrar sedan riktning.

Ove tänker från elevernas perspektiv och säger: "Hemmet som system. Avloppssystemet. [...] Hushållet som system.". Ulrika fyller på:

Ulrika: Men om man tänker som "hemmet", och så tittar man på det, liksom. Vilka delsystem som finns för att det ska fungera.

Ove: Värmen och elen och vad som sköter tvätt och disk. Grovt alltså. (Mmm...) Inte i detalj hur en tvättmaskin fungerar, eller hur stereon fungerar.

Ulrika: Nej, men det kan man ju tala om sen då att, ska man sen gå ner då, liksom, på... så är det ju, liksom, tvättmaskinen i sig ett system som man kan gå in på hur det fungerar, som består av diverse delsystem. Men att man ändå börjar grovt och tar "Hemmet" och säger att man kan gå ner nivåvis, men sen att "Nu går vi inte in på hur den här fungerar, men även däri finns

⁶⁴⁸ Minnesutskrift från möte 060509.

⁶⁴⁹ Cissi, intervju 050526.

det, ja, datakretsar som ska sköta det, och vi har vattenintag”. Vi har diverse saker som ska samverka.

Ove: Och avloppet har vi då.

Jag: Men hur tänker du? Vad är systemnivån i ett hus? Alltså, ovanför tvättmaskinen och... ovanför tvättmaskinen som delsystem. Vad är systemnivån ovanför där? Vad är det för system som hänger ihop, egentligen?

Ulrika: Ja, du kan ju ta, om du tittar på tvättmaskinen, vilka system behöver du ha för att den ska fungera?

Jag: Ja, just det.

Ulrika: Du behöver ha tillförsel av vatten (Mmm...) Liksom, du behöver ha vatten och vattenledningar och koppla det till vattenverket långt där borta, att det är ett stort system. Sen har du avloppet, där vattnet ska ut. (Mmm...)

Ove: Och elen.

Ulrika: Och så elen. Att där har du ju tre grejer som kopplas i en och samma apparat, då, (Mmm...) som ska samverka och få den att funka.

Cissi: Men sen vill jag nog ha det lite högre upp, alltså, för jag pratar ju väldigt mycket, när vi pratar toaletten, att, liksom, alla har ju inte klart för sig, på toaletten inne i tekniksalen, var avloppet är för det. Det är jättespännande!⁶⁵⁰

Det framkommer att Cissi på ett improviserat sätt talat med eleverna om VA-systemen under terminen, t.ex. om avloppsvattnets väg till reningsverket.

Ett problem uppstår när de börjar fundera över de populära stationerna i *Var-dagstekniken* och frågan om vad de kan ha för praktiska bygguppgifter. Det praktiska måste tillgodose, menar man. ”Det får inte bara bli teori. Det måste bli nåt bygg.”, säger Ove. Cissi föreslår att eleverna kan bygga modeller av olika system. Ulrika hade sett en uppgift där man byggde husets elsystem i en skokartong och Ove funderar över ifall man skulle kunna använda en typ av datorbaserat inredningsprogram, som han provat på *Elevens val*. Ulrika tror dock att eleverna redan får göra något liknande i Hemkunskapen, inreda och beräkna kostnader. Cissi driver på och pekar på vikten av att knyta arbetsområdet till frågor om hållbar utveckling och kretsloppstänkande. Hon gör det genom att tala om de tekniska systemen i ett historiskt perspektiv. Mot slutet av mötet repeterar det jag tidigare presenterat om *undervisningsfokus* som ett resultat av

650 Minnesutskrift från möte 060509, jag inom parentes.

min forskning.⁶⁵¹ Här för jag även in begrepp som feedback och systemgräns. Jag avslutar med att ställa frågan om hur vi betraktar tekniska systems funktioner och ritar en bild med huset i centrum och pilar med olika former av input och output. Frågan om vilka som är husets centrala funktioner fångas av Cissi. Hon knyter den till sina teknikhistoriska kulturvandringar i skolans omgivningar, och berättar hur hon med eleverna brukar passera ruinerna av ett gammalt torp. Där talar hon med dem om det skydd huset gav, liksom om den värme och det ljus eldstaden erbjöd. När jag ställer frågan om vad som händer om man flyttar systemgränsen och ”byter ut hela paketet mot *Staden*”, tar samtalet ytterligare en vändning. Tydligare än tidigare används ett undervisningsfokus som berör *systemens växelverkan med omgivningen*. Dels beror detta på att begreppen input och output får en viktigare roll i samtalet, dels att systemgränser diskuteras. Ulrika säger:

Men jag, det kan man ju säga när man har huset i centrum, så kan man ju gå in på dom system som går in och ut, så där, liksom, var får vi då energin ifrån. (Mmm..) Uppvärmningen av huset och, liksom, att du har, man kan både titta på dels såna saker som att vi kan ha våra inbyggda grejer, liksom då, eller så har vi el som värmer upp eller så har vi fjärrvärme. Och tittar på det. Och man kan titta på, sen, ja, hela systemet, som ju också har med Staden att göra. Hur vattnet kommer dit och hur avloppet tar sig därifrån.⁶⁵²

Det fortsatta samtalet rör olika sätt att tänka över huset som system. Egna erfarenheter om värmepannor och luftvärmväxlare tas upp. Jag sammanfattar vårt samtal och säger att vi har en hel del spännande saker att se fram emot i höst. Dessutom pekar jag på vad som står i *Technology for all Americans*: att tänka i system är svårt och något som elever behöver kontinuerlig träning i.⁶⁵³

Hur svårt det är att göra sig av med gamla inarbetade arbetsområden märks i slutet på mötet när Ove först entusiastiskt säger att eleverna kan göra ”nån form av utställning här i foajén härute, där dom ställer ut elevarbeten kring system. Det kan ju vara system på en plansch, det kan vara system i papp och i lite grejer.”, men sedan återvänder till att ”man kan ju ha det här med *Huset*, börja med det och sedan gå in på stationerna.”. Uppenbarligen ser Ove en möjlighet att fortsätta utnyttja stationerna, där jag ser hur materialitetens dragkraft påverkar diskursen.

651 Se kap 5.

652 Minnesutskrift från möte 060509, jag inom parentes.

653 *Technology for All Americans Project & ITEA*, 1996.

I samtalet används igen ett *ontologiskt systemspråk*. De system eleverna ska uppmärksammas på har redan namn: vattensystemet, avloppssystemet, elsystemet etc. Man talar om dessa på ett självklart sätt och att eleverna ska se "sambanden", d.v.s. hur olika delar hänger ihop i dessa huvudsakligen ledningsburna system. Undervisningsfokus läggs på *sambanden mellan komponenterna* och på system med *linjär* beskrivning, men förflyttas också mot *systemets relation till omgivningen*. Den *industriella emfas* som dominerat *Vardagstekniken* har bytts mot en *HU-emfas*.

Våren avslutas med ytterligare ett möte 060523 där *Huset* tas upp inför hösten. Några nya idéer förs fram, som rör vidgningen av systemet. Ove tar upp datorspelet SimCity som ett exempel och jag noterar i mina anteckningar efter mötet att jag missat chansen att ta upp tävlingen Future City, som delvis bygger på detta spel.

Efter terminens slut reflekterar Ove och Ulrika över planerna inför hösten. Ove skriver 060613 i ett mail:

Ytterligare ett arbetsområde kan komma till och ersätta "bilen", det skulle kunna utgå från hemmet som system och sen spridas ut i världen utanför hemmet mot allt mer komplicerade system, modellbyggande mm. Detta kommer att kräva mycket planering, mycket materialanskaffning, mycket kollegialt ansvarstagande både från elever och kollegor.

I sin reflektion 060619 skriver Ulrika i ett mail:

Man kan som vi pratat om använda ett hus som utgångspunkt och se vilken input och output som krävs för att hushållet ska fungera (vatten/värme/el/avlopp). De olika delsystemen kan vara föremål för grupparbeten, där grupper får ta reda på hur systemen fungerar, bygga modeller, göra studiebesök på lämplig plats. De kan sedan producera ett kompendium som alla får läsa på och redovisa i form av en skrivning. Man kan även koncentrera sig på kommunikationssystem och lägga tonvikt på transporter, informationskommunikationer, rymdresor mm.

Arbetet med att utforma undervisning runt *Huset* fortsätter in i nästa läsår. Men innan redogörelsen för hur *Huset* får sin fortsättning vill jag belysa ett arbetsområde som lärarna kämpade med, men som kantades med motgångar.

Arbetsområde 6: Tekniklego

All den möda som arbetslaget lägger ner kring detta område grusas ständigt och av olika skäl. Men trots att arbetsområdet kring tekniklegot aldrig verkställs, diskuteras det vid flera av våra träffar.⁶⁵⁴

Man har sedan ett par år tillbaka investerat i en uppsättning Robolab-satser. En lärare som tidigare var engagerad i Tekniken hade då utvecklat ett kompendium med en manual med övningar. Men nu ligger allt i träda. Ett av bekymren är installationen av programvaran i tekniksalens datorer. Detta lyckas man aldrig lösa under den tid som vårt projekt pågår. Andra problem har att göra med kompletteringsinköp av sensorer och motorer, förbättringar av manualen och utvecklingen av ett system för att hålla ordning på alla legobitar. Arbetet med arbetsområdet blir även bortprioriterat när tjänstgöringsbekymmer, sjukdomar etc. drabbar gruppen.

Övningarna i den redan utvecklade manualen syftar till att låta eleverna bekanta sig med olika former av programmerad styrning, för att sedan pröva att göra enkla programmeringar på egen hand. Elevuppgifterna leder fram till att de kan styra en legobil där en datorenhet är inbyggd i bilen. Programmet som används heter Roboland 2 och man följer de fyra inledande ”pilot-övningarna”. Senare ska eleverna gå över till Inventor 3, vilket ger möjligheter att skapa egna program. De första övningarna handlar om tidsstyrning, men vartefter måste bilen byggas om, sensorer och lampor infogas, samt i den sista övningen även ytterligare en motor. Gruppen vill utveckla arbetsområdet genom att köpa in flera typer av sensorer. Detta inköp genomförs också under hösten 2006.

I elevkompendiet finns dessutom något som benämns som ”Teoretiska uppgifter att lösa under perioden”. Eleverna förväntas besvara frågorna på s 160 och 162 i *Bonniers Teknik*.⁶⁵⁵ De första frågorna berör olika former av styrteknik, sensorer och återkopplingsprocesser, men även några frågor av värderande karaktär som berör risker med styrning, samt säkerhet i trafiken. Här finns alltså möjligheter för eleverna att bekanta sig med några centrala systembegrepp inom styr- och reglerteknik. Frågorna på s 162 är av en helt annan karaktär. De berör mikromekanik, elektronik, bioteknik och genteknik, loksom fördelar och nackdelar med dessa i relation till framtiden.

Vad som skiljer detta arbetsområde från de andra som gruppen behandlar är att de verkar överens om vad tekniklegomomentet ska leda till och hur det

⁶⁵⁴ En senare anställd vikarie för Cissi kom visserligen att pröva några delar av detta, men jag har för liten kunskap om detta för att foga in det i detta sammanhang.

⁶⁵⁵ Nettelblad, 1999a, *Vi vill gärna styra och ställa* (s 158-160), *Biologi och mikromekanik skapar framtidens teknik* (s 161, 162).

skulle kunna genomföras. Det är ett *SCR-språk* som dominerar arbetsområdet. Alldeles uppenbart tränar man eleverna i att den teknik de byggt kan styras. När lärarna första gången talade om kopplingen mellan tekniklegoövningarna och de teoretiska uppgifterna kring genteknik, hade jag svårt att inse hur den övergången motiverades.

En förklaring kan vara att *SCR-språket* inbjuder till att betrakta även livets styrprocesser som något man kan programmera på samma sätt som en legorobot. Cissi och Ove nämner DNA.⁶⁵⁶ En annan förklaring är att teknikbokens avsnitt *Biologi och mikromekanik skapar framtidens teknik* råkar ligga precis efter de tre sidorna i avsnittet *Vi vill gärna styra och ställa*. Ytterligare en förklaring är att man såg en koppling till den nationella kursplanens uppnåendemål för år nio: ”kunna analysera för- och nackdelar när det gäller teknikens effekter på natur, samhälle och individens livsvillkor”, respektive ”kunna redogöra för viktiga faktorer i den tekniska utvecklingen, både förr och nu, och ange några tänkbara drivkrafter bakom denna”. Dessa två punkter finns tillsammans med uppnåendemålet om att ”kunna göra en teknisk konstruktion med hjälp av egen skiss, ritning eller liknande stöd och beskriva hur konstruktionen är uppbyggd och fungerar” bland de teoretiska problem som eleverna förväntas lösa och som presenteras i kompendiet. Däremot är det nationella uppnåendemål för år nio som tar upp systemförståelse inte inkluderat.⁶⁵⁷ Lärobokens avsnitt om bioteknik tar upp etiska och moraliska problem med gentekniken. Samtidigt är det snarare själva hanteringen av legot som dominerar lärarnas samtal om arbetsområdet.

Lektionerna ska huvudsakligen ägnas åt legoroboten, tänker man sig, medan kopplingen till gentekniken och frågorna får behandlas i mån av tid eller hemma. Redovisningarna ska ske genom att eleverna printar sina program från datorerna och lämnar dessa och anteckningar till lärarna. Genteknikmomentet ska avslutas med en debatt. Lärarna ger uttryck för drömmar om en temadag med ämnesöverskridande undervisning. Både Biologi och SO-blockets ämnen nämns. Men även här finner man att lärarnas naturvetenskapliga bakgrund starkast gör sig påmind. Övningarna benämns som ”laborationer”.⁶⁵⁸ De talar om att eleverna förväntas skriva hypoteser för hur legoroboten kommer att uppföra sig under övningarna, d.v.s hypotesen avser ifall eleverna kan förstå det program för roboten som de ser framför sig på skärmen. Senare i kompendiet visas ett annat och mer tekniskt förhållningssätt till programmering. Eleverna uppmanas: ”Prova och lek er fram till ett annorlunda program!”.

656 Minnesutskrift från möte 051115.

657 Skolverket, 2000b, s 115.

658 Minnesutskrift från möte 051115, samt Tekniklegokompendiet.

De *undervisningsfokus* som dominerar detta arbetsområde är dels *relationen mellan komponenterna*, dels *systemets relation till omgivningen*.

Häftet talar om hur man fogar ihop legotill en fungerande robot, med motorer, lampor och sensorer av olika slag, vilka är beroende av varandra för att den ska uppföra sig som man vill. Det är ett steg mot styr- och reglertekniska förmågor. I viss mån riktas även fokus mot hur roboten interagerar med sin omgivning genom att eleverna tränas i att använda sig av sensorernas signaler för att roboten ska göra som den är programmerad.

Delar av det *Se&R-språk* som fattades när lärarna talade om arbetsområdet *Huset* används alltså här. Men systemspråket begränsas av att de inte använder sig av de begrepp som läroboken tar upp när de talar om robotövningarna. Till exempel talar de inte om återkoppling eller om signalernas betydelse. I kompendiet ställs en fråga om en sensors värde: "Vad betyder >55?", men det handlar mer om att eleverna skall förstå just denna sensors speciella karaktär. Över huvud taget är länken svag mellan vad som står i boken respektive kompendiet och hur lärarna talar om att styra och reglera. Sensorer, motorer och lampor nämns, men ingenstans i kompendiet berör man de begrepp som tas upp i elevernas lärobok – input, output, programstyrning eller återkoppling. De begrepp som överfördes till *Huset* var enbart input och output.

Ser man till de *bildningsemfaser* som kommer till uttryck i lärarnas samtal, så är de uppdelade i en praktisk och en teoretisk syn på den tekniska kunskapen. Gränsen går mellan robotlaborationerna och de frågor som ställs till eleverna om gentekniken. Cissi säger: "Då får man med dom som inte gillar legot. Att dom som inte tycker att den 'styr och regleren' är kul, dom får istället in det här att man går in och modifierar. Så det är två delar."⁶⁵⁹ Resonemanget visar att en *De&M-emfas* används för konstruktionsdelen, medan momentet kring gentekniken präglas av den *medborgerliga emfasen*. Detta sistnämnda gäller dock snarare läromedlet, än talet om system bland lärarna. Parallellerna mellan robotövningen och genteknikfrågorna, vilka båda berör konsten att styra och reglera processer, lyfts inte fram bland dem. Hade detta gjorts, kunde den förväntade gentekniska debatten kanske ha präglats av frågan huruvida arvsmassan numera kan eller bör betraktas som en teknisk konstruktion, eller hur systemtänkandet och dess begrepp kan nyttiggöras för att problematisera och understödja ett samtal om svåra etiska frågor som rör både teknik och livets villkor. De etiska och demokratiska aspekterna på teknikanvändning är här uppenbara, något som också antyds på flera ställen i den nationella kursplanen, inklusive bedöm-

⁶⁵⁹ Minnesutskrift från möte 051115.

ningsanvisningarna, inom Lpo94 och inte enbart inom det uppnåendemål som angetts inom detta arbetsområde.

Nu viker lärarna den huvudsakliga tiden i samtalet åt det som inte fungerar – tekniklegot – medan man förlitar sig på att kopplingen till gentekniken löser sig genom läromedlets försorg. *D&M-emfasen* blir därmed den allt dominerande, tillsammans med *S&R-språkets* budskap att även livets mest centrala processer är möjliga att kontrollera, som en legorobot.

Arbetsområde 7: Huset som system 2.0 – Hemmet, staden, (världen)

Eftersom höstterminen 2006 inleds med att Ulrika fråntas Teknik i sin tjänst, får Cissi och Ove ansvar för fler elevgrupper. De känner sig av flera anledningar pressade i sin arbetssituation. Detta avspeglar sig i att de lutar sig mot det som är tryggt och inarbetat. När vi på höstens första egentliga möte 060828 tar upp frågan om *Vardagsteknikens* transformering till en uppgift som skulle kunna kallas *Hemmet, staden, världen* visar det sig att de vill återgå till att först genomföra delar av *Vardagsteknikens* stationer, för att efter jul kunna ta tag i mer systemintensivt innehåll. De känner helt enkelt inte att de har tid att förbereda sig under höstens första del. Därför startas terminen med brobyggaruppgiften där man delar tiden så att grupperna varannan vecka bygger sin bromodell och varannan vecka arbetar med de frågor som finns till uppgiften. Tävlingsmomentet är nu borta. I inledningen ingår även att eleverna får bekanta sig med den nationella kursplanen för Teknik och dess bedömningskriterier.

Under höstens möten vävs planerna för förändring av *Vardagstekniken* i våra samtal allt mer ihop med förändringen av uppgiften runt *Bron*. Cissis vandringar med elevgrupper i skolans omgivning spelar en framträdande roll i detta. Ove säger tidigt under terminen att han tycker *Huset som system* kan ses som en fördjupning av *Vardagstekniken*. Jag presenterar systemtänkande som ett sätt att se hur saker hänger ihop och föreslår att vi tar bort delar av Vardagsteknikuppgifterna som t.ex. *hyllan* och *tapetsering*. Men Ove vill istället gärna se systemiskheten i de befintliga uppgifterna. Han säger att montera en hylla och att tapetsera kan ingå i ett upplevelsesystem, ett välbefinnandesystem, där väggen är en del.⁶⁶⁰ Under det följande mötet i september berättar Cissi om hur hon tillsammans med eleverna diskuterat vad ett system är:

Då kom det fram sådana som vi satt rubrik på – elektriska: tv'n, datorn, hela den där biten, bilen, cykeln... Fast cykeln får ni med i nästa grupp: de kallar vi hjälpmedel – cykeln, smörkniv, osthyvel, hårborste, under förutsättning att det finns olika delar som samverkar för annars är det inget system. Det får inte vara en kam, det är inget system. [...] I alla fall om olika kompo-

⁶⁶⁰ Ove och jag, minnesutskrift, möte 060828.

nenters påverkan på varandra. Lite för att få upp det och göra det konkret. Och många satt och "Oohh... Aha". De satt som fågelholkar. Man såg att "Inläring sker" och ibland kan man ju se "inläring sker inte". Men så var det inte här.⁶⁶¹

Deras bärande idé är att i vår starta med en uppgift där *Huset* är den fysiska gränsen för ett system. Undervisningsfokuset ska riktas mot vad som kommer in i och vad som lämnar huset: "Vilka system som finns i hemmet och vart tar de vägen?"⁶⁶² Vad de framför allt ser framför sig är ledningsburna *linjära* system – VA, tele, datatrafik, men även t.ex. hur livsmedel tas in huset och hur de försvinner därifrån. De ser studiebesök i olika tekniska miljöer som väsentliga för att eleverna ska få en uppfattning om de tekniska systemens utseende. Vattenverk, reningsverk och värmeverk nämns som exempel på ställen att besöka. Digitalkamerorna ska med! Eleverna ska ta foton och redovisa vad de har varit med om.⁶⁶³

De talar om allt som styrs och regleras i ett hus.⁶⁶⁴ Vi diskuterar hur läroboken *PULS Teknik* tar upp styr- och regler och även om hur vattenflödet i stadens VA-system styrs jämfört med hur dess trafiksystem styrs. De tekniska systemens politiska dimension blir påtaglig. Cissi säger att deras elever aldrig har tänkt på trängselskatter.⁶⁶⁵ På så vis växer *Huset* ut i *Staden* och arbetsområdets system få nya gränser. Under hela hösten framträder denna vilja att visa hur tekniken i *Huset* är en del av, och beroende av, en komplex teknisk omgivning. Ofta handlar det i deras fall om att rikta fokuset mot olika infrasystem i *Staden*.

Det är nu tydligt att både Cissi och Ove har förändrat sitt sätt att tänka över teknikundervisningen, även om de fortfarande behåller sina inarbetade arbetsområden som en bakgrund. De drar visserligen åt lite olika håll – Ove håller fast vid *Huset*, medan Cissi mer intresserar sig för *Staden*. Den nya linjen utgår från ambitionen att visa fram en historisk linje för hur de tekniska systemen förändrats samtidigt som det skett en förändring av bostäder och stad. Därutöver vill lärarna försöka föra fram ett tänkande för eleverna som bättre möjliggör för dem att fundera över tekniska system i termer av input, processer och output. Tankarna på att låta eleverna göra modeller av *Huset* eller *Huset som en del av staden* växer sig starkare. De ser framför sig olika elevgrupper som har

661 Cissi, minnesutskrift, möte 060925.

662 Ove, minnesutskrift, möte 060925.

663 Cissi och Ove, minnesutskrift, möte 060828.

664 Cissi och Ove, minnesutskrift, möte 060925. Här talar vi bl.a. om "Det intelligenta huset", projektet "HomeCom" (Linköpings universitet m.fl, startades år 2000) respektive utställningen "Tänk om" (Tekniska museet, 2002-2003).

665 Cissi, minnesutskrift, möte 060925.

ansvar för olika system, t.ex. ett vattenverk, en sopförbränningsstation, avfallshandling, eller en gata. Redan i terminsupptakten oroar de sig för lokaler och material och hur de ska kunna hållbarhetsmodellerna. ⁶⁶⁶

Flera bildningsemfaser är närvarande. Här finns den sedan länge tydliga *HU-emfasen* som ligger både Cissi och Ove nära. Båda två trycker också på hur viktigt det är att eleverna får en känsla för de *historiska* förändringar som skett kring människors boende. "Att blanda teknik med historia gör att fler fångas av guidningen", säger Cissi. ⁶⁶⁷ Ett av hennes syften med vandringarna är att visa på brokonstruktioner och avloppssystem i omgivningen. Hon uppmärksammar eleverna på avloppsbrunnar och drar paralleller med motorvägar under jord. "Avloppen gjorde stort avtryck, trots att detta inte var huvudsyftet". ⁶⁶⁸ Att för eleverna synliggöra de "osynliga" systemen är viktigt, menar de, och tar upp exempel som när stadens tekniska kontor lade ett glasgolv över ett öppnat schakt där man kunde se ner till de rör och ledningar som dolde sig under gågatans asfalt.

Cissi accentuerar vid flera tillfällen att motivet för att eleverna ska lära sig om de tekniska systemen i sin omgivning har en grund i en *medborgerlig* *emfas*. "De är ändå medborgare i Sverige. De kommer att gå till val, de måste fatta beslut!", säger hon. ⁶⁶⁹ Detta uttalande kopplar även till det *S&R-språk* som präglar arbetsområdet. Kunskaper om de tekniska systemen ska göra skillnad, menar de.

Längre fram under terminen förbereder både Cissi och Ove eleverna på det nya arbetsområdet *Hemmet*. Samtidigt pågår *Vardagstekniken*. Ove spårar tillsammans med sina elever fram tankekartor över vad som kommer in i och går ut ur ett hus och säger att han får in roliga förslag som t.ex. postväsende. ⁶⁷⁰ Cissi funderar på att lägga in en ritövning där eleverna ska rita ett hus eller lägenhet i skala, men skriver också att hon gärna vill lyfta fram systemen i vardagen och har uppdragit åt eleverna att själva arrangera studiebesök. Men helst vill hon satsa på att göra modeller av hus eller delar av kommunen. ⁶⁷¹

⁶⁶⁶ Cissi och Ove, minnesutskrift, möte 060828.

⁶⁶⁷ Guiderapport, Cissi, 060926.

⁶⁶⁸ Guiderapport, Cissi, 061013.

⁶⁶⁹ Cissi, minnesutskrift, möte 060925.

⁶⁷⁰ Ove, egen dokumentation från lektion, 061023. Han noterar att han provat att bara ställa frågan om vad som går in och kommer ut ur ett hus, utan att nämna system, och att han då fick förslag på både hundar och katter och föräldrar.

⁶⁷¹ Cissi, egen reflektion på epost, 061101.

Under november får jag i ett e-post i läxa av Cissi att fundera över ”praktiska lösningar kring bygget efter jul. Hur får vi till systemmodeller? Vilket material behöver införskaffas? Hur fritt kan vi släppa eleverna? Vilka förutsättningar är lämpliga att ge? Har du erfarenheter eller idéer, så mottages dessa tacksamt.”⁶⁷² Någon vecka senare svarar jag till dem om egna och andra lärares erfarenheter från modellbyggen av system. Det berör t.ex. energisystem i landskap, produktionssystem som löpande band med legoklossar, husmodeller med elektricitet, reglering av trafiklösningar i en stadsdel och sugrörsledningar för VA-systemen i en stad.⁶⁷³ Strax därefter är jag även med på en av Oves lektioner, där han tar upp *Hemmet* som system. Efter lektionen diskuterar han med mig om olika strategier för att ta sig an arbetsområdet. Ska man starta i hemmet och följa systemen ut i världen, eller starta i de stora systemen och ta sig in i hemmet, undrar Ove. Vi talar också om de idéer till modellkonstruktioner jag delgivit dem i mitt epostbrev. Ove och jag diskuterar vad det är eleverna ska lära sig under arbetets gång. Vad är central kunskap, undrar han. Jag säger att det t.ex. kan handla om att mycket av den teknik eleverna använder i sin vardag är *systemberoende* och att kunna tänka i termer av *input, process, output* kan vara ett gott nog första steg.

Cissi är sporrad av framgångarna med vandringarna och tar med eleverna ut en andra omgång i slutet av november. Nu tar hon även upp skillnaden i kommunikationssystem mellan 1906 och 2006 och hur man transporterade sig i staden, då som nu.⁶⁷⁴

Det är inte längre vattenkranen eller toalettstolen som är i centrum för resonemang om input och output. *Vardagsteknikens* enskilda stationer har vidgats till att nu belysa vatten- och avloppssystemen som något som kommer in i och ut från ett hus. Samtidigt framträder dessa klassiska system som en del av stadens system. *Talet om de tekniska systemen* har tillsammans med Cissi och Ove börjat fånga in en sorts rörelse mellan att se systemen i hemmet och att se dem i ett regionalt eller t.o.m. globalt perspektiv. Denna typ av helikopterande rörelse för att identifiera komponenter och systemgränser är ett spännande steg i vårt projekt.

Men när höstterminen går mot sitt slut blir Cissi sjukskriven för en längre period. Ove meddelar att hans planer numera är att inte börja bygga några

⁶⁷² Cissi, epost 061107.

⁶⁷³ Jag, e-post 061117.

⁶⁷⁴ Cissi, egen reflektion i epost, 061204.

modeller över *Huset* förrän fram emot mitten av vårterminen. Stationerna i *Vardagstekniken* måste först klaras av.⁶⁷⁵

Av olika skäl träffas vi inte igen förrän i mitten av mars 2007. Då är Ove lite nedstämd och pressad och tycker dessutom att ”det här med system är svårt”.⁶⁷⁶ Alla tankar på att låta systemen nå utanför *Hemmet* är borta, av system i *Staden* blir inget. Oves elever har under vårvintern arbetat med en hemuppgift kring system parallellt med *Vardagsteknikens* stationer:

Din rapport ska innehålla:

Försättsblad

Faktaavsnitt där du beskriver ett tekniskt system som utgör output/input till ett hem. Använd gärna skisser med förklaringar och försök förklara alla delars uppgift i systemet.

Diskutera det tekniska systemets för- och nackdelar vad gäller miljöpåverkan. Gör gärna en historisk jämförelse.

Egna tankar, idéer och visioner.

Egna förslag till förbättringar av output/inputsystemet.

Källförteckning (Internet, böcker, tidskrifter, personer etc)

Ej bara Internet!

Du ska blanda löpande text med bilder och använda egna ord och formuleringar.

Försök också hitta ritningar mm som kan förbättra din redovisning. Ca 3 sidor dataskrivet storlek 12 inkl bilder. Självklart kan du också skriva för hand, då blir det kanske några fler sidor.⁶⁷⁷

Uppgiften har varit att beskriva de tekniska system som går in och ut ur ett hus. När jag frågar om han har tänkt något på de historiska aspekterna och miljöperspektivet, eller om han haft någon tanke på att ta upp något om styrningen av de system som passerar genom huset tillsammans med eleverna, t.ex. hur spänningen alltid rör sig runt 230 V, säger Ove: ”Nej, det är mest att beskriva syste-

⁶⁷⁵ Ove, epost 061205.

⁶⁷⁶ Ove, minnesutskrift, möte 070312. Hans länk mellan *Vardagstekniken* och *Huset* finner jag i hans sätt att tala om in/ut i relation till begreppet system. Han tar bl.a. upp kylskåpet som ett avgränsat system i en sådan modell.

⁶⁷⁷ Från Oves utdelade elevuppgift *Output/input till ett hem*, vt 2007.

met [...] det känns att det blir en tillräckligt stor uppgift för eleverna ändå”.⁶⁷⁸ Vad Ove vill ha av dem är en beskrivning av systemets fysiska skikt.⁶⁷⁹

Han har ännu inte formulerat för eleverna på vilka grunder deras arbeten med *Huset* ska bedömas, men tänker att eleverna ska kunna ha både ”detaljerade beskrivningar och att de har helheten [...] att det inte fattas delar i systemet”.⁶⁸⁰ Lite senare i samtalet tar jag upp två böcker som jag vill tipsa om: ”Byggnaden som system” och ”Stadens tekniska system”.⁶⁸¹ Det blir då uppenbart att Oves egna erfarenheter, som ägare till en villa med bergvärmepump, formar hans syn på vad som kan vara bra system för eleverna att engagera sig i. Han säger ”... vissa saker berör ju eleverna mer i hemmet, va. Det de själva sysslar med. De sitter vid datorn och kör MSN. [...] Men däremot kWh och energisystem, det ligger dom inte lika nära.”⁶⁸² Oves egna kunskaper kring ett hus som ett energisystem gör att systemets gräns blir tydlig för honom.

När Ove längre fram på våren sammanfattar terminens arbete kring *Huset* och blickar tillbaka på elevernas arbete är han, trots de olika bekymmer som tillstött, ändå ganska nöjd. ”Jag har lyckats närma mig system på ett annat sätt än förr.”, säger han och tillägger att det varit bra att eleverna fått välja att arbeta med system som ligger dem nära – även om ”en del valt fjärrvärme eller avlopp för att det var enkelt att finna lärmateriell”. Han avslutar tankegången med att säga att det här är ”allmänbildning om hur samhället fungerar i ett tekniskt perspektiv”.⁶⁸³

Gränsdragningsfrågan i uppgiften är mångtydig. Den rör sig parallellt på två systemnivåer. Å ena sidan utgör *Huset* en systemgräns där eleverna ska utgå från vad som kommer in och vad som lämnar huset i form av någon resurs av typen materia (t.ex. vatten eller mat), energi (t.ex. elektricitet eller fjärrvärme) eller information (t.ex. data via Internet, telefoni eller brevpост). Å andra sidan förväntas eleverna enligt lärarna beskriva hela det system som levererar t.ex. energi och där huset således blir en komponent i ett något större och mer komplext system.⁶⁸⁴ Man här kan se att flera undervisningsfokus möts. *storlek/*

678 Ove, minnesutskrift, möte 070312.

679 Fältanteckning, 070521.

680 Ove, minnesutskrift, möte 070312.

681 Abel, m.fl., 2006, respektive Johansson, 2004.

682 Ove, minnesutskrift, möte 070312.

683 Fältanteckningar från möte med Ove, 070521.

684 Ove, minnesutskrift, möte 070312. Han säger också att några elever hamnat i gränsdragnings-svårigheter när de t.ex. skulle behandla mobiltelefonsystemet. ”Det blev för stort för dem”.

komplexitet möter såväl *systemets relation till omgivningen*, som *relationen mellan komponenterna*.

Vi kan också se att det finns en tanke om *komplexifiering* där *Huset* tas som en utgångspunkt för en rörelse mot de system som ett hus och människorna i det är beroende av. Även detta bidrar till otydligheten för systemgränsen i uppgiften och målet att eleverna ska beskriva en helhet där inget saknas.

Uppgiften *Huset* har i Oves senare tappning dragit sig mer mot en *industriell emfas*. Det handlar om att undersöka och beskriva de tekniska komponenter som kan anses ingå i systemen. *HU-emfasen* och den *teknikhistoriska emfasen* består dock, eftersom det ingår i elevernas uppgift att beskriva för- och nackdelar med systemet med avseende på miljön, men Ove lägger inget krut på det längre.

Eftersom frågan om systemgränserna är så otydliga bli det *ontologiska systemspråket* dominerande. *Huset* är ett fördefinierat system och de system som korsar varandra i *Huset* har alla en underförstådd gräns, där de delar som eleven lyckas identifiera ska fylla ut systemet. Oves ambition är att få med alla delar.

Ett halvår senare gör jag ett återbesök och får träffa Ove och blicka tillbaka. En av de saker han poängterar är hur han inriktat sig på input och output som en del av undervisningsfokuset *systemets relation till omgivningen*. Likaså håller han fram rörelsen från undervisningsfokuset *system som en samling komponenter till sambanden mellan komponenterna* som en viktig erfarenhet. Det sammanfaller i hans fall med den *komplexifiering* som tilldelar artefakter ett sammanhang liksom ett *SeR-språk*. Det är tydligt att han har stärkts i sitt sätt att förhålla sig till systemtanken. Detta framgår bl.a. av hur han resonerar om arbetet tillsammans med eleverna: "Det viktigaste med tekniska system, med begreppet system, är ju att man lär sig det på några minuter, egentligen. [...] Men det som är grejen är att [...] dom kan förstå hur komponenterna i ett system beror av varandra och samverkar". Han för ett resonemang som går ut på att vitsen med systemtänkandet är att inte fastna i detaljer – då kan det bli för svårt för eleverna.⁶⁸⁵

Han säger att han tycker att det är lätt att se hur de fem perspektiven i Teknikens kursplan kan gripa in i varandra i undervisningen. *Systemperspektivet* kan länkas till *Utvecklingsperspektivet* och *Vad tekniken gör* etc. och vice versa. "Det är ju massor med systemtillämpningar i samhällets teknik", säger han. "Det kommer tillbaka till det."⁶⁸⁶

685 Fältanteckningar från möte med Ove, 070521.

686 Fältanteckningar från möte med Ove, 070521.

När det gäller vilket stöd han har känt från det läromedel de använder menar han att varken *Bonniers Teknik* eller *PULS Teknik* genomsyras av något större systemperspektiv på teknik. ”Systembegreppet – det finns ju knappt. [...] Det finns ju nåt exempel med nån bil nånstans, och då snackar dom om komponenterna och bromssystem och delsystemen. Sen nämns inte system mer i den boken. [...] Det var inslängt för att det finns i kursplanen.”, säger Ove.⁶⁸⁷

När vi tittar in i salen visar Ove en del, mer eller mindre färdiga, modeller av hus. Ove menar att han höjt ribban på sin teknikundervisning och tror att *Huset* kan komma att leva kvar.

Realiseringsarenan – sammanfattning

På Dragheadaskolan bedrivs teknikundervisningen enbart under schemapositionen Teknik. Alla tekniklärarna har visserligen naturvetenskaplig bakgrund, men strävar inte efter att på något uttalat sätt ta in naturvetenskapligt innehåll i teknikundervisningen. Däremot uttrycker man vid några tillfällen en önskan om samverkan med SO-lärarna kring frågor som berör systemaspekter på tekniken. Att det är tre lärare som i sin tjänst både har teknikundervisning och NO, framgår t.ex. genom det sätt som de använder termen *laboration* även för övningar inom tekniken. Teknikens relation till naturvetenskapen var inledningsvis mer komplicerad. När vi i ett tidigt skede diskuterar innehållsliga gränsland mot fr.a. Fysik, funderar de på att flytta elektroniken från Fysiken till Tekniken och även en del moment inom arbetsområdet *Energi*.⁶⁸⁸ Detta verkar inte lika problematiskt när *Huset* och *Staden* utvecklas åt det systemiska hållet. Men trots detta och att lärarna påpekar vikten av att se sambanden i systemen, är det övervägande undervisningsfokuset riktat mot komponenterna, artefakterna.

Lärarna på Dragheadaskolan har en initial kunskap om några centrala systembegrepp. Men, som de själva anser skulle de behöva mer kunskap. Sättet att tala om system är därför relativt svagt utvecklat. Den kunskapsutveckling som lärarna genomgår med avseende på system och hur detta deras samspelar med deras didaktiska kunskap, är en spännande del av processen. Vad man kan se är att styr- och reglertekniska begrepp har nått denna lokala realiseringsarena, medan begrepp som t.ex. relaterar till STS-forskning inte gjort det.⁶⁸⁹ Detta hänger naturligtvis samman med deras egen bakgrund. Lärarna och jag talar även om systemtänkande som en *metod* för att förstå den konstruerade världen och inte enbart som ett ämnesinnehåll av typen kunskaper om transportsyste-

687 Fältanteckningar från möte med Ove, 070521. Bilexemplet refererar till *Bonniers Teknik*.

688 Fältanteckningar, 050613.

689 STS, här i bemärkelsen sociotekniska system.

met. Vi ser även en *komplexifiering* av typen där systemen fylls med komponenter. Gränsdragningen är undertryckt och systemen språkligt överenskomna. Systemen framställs förhållandevis ofta som *linjära* kedjehändelser. De följer flödet av en resurs – energi, materia, eller information.

Emfaserna som gäller tekniska system präglas av en koppling till resonemang om teknikämnets syfte i stort. Den *medborgerliga emfasen* är, liksom *HU-emfasen*, något som präglar deras undervisningsambitioner kring tekniska system. Det är *HU-emfasen* som driver utvecklingen av arbetsområdet *Vardagstekniken* mot *Huset som system*. Därmed får det ett mer systempräglat innehåll. Den mer allmänna *industriella emfasen* har inte samma starka koppling till systemen, men finns i bakgrunden och dyker upp ibland. Redan i vår inledande intervju talar Ove om vikten av elevernas bildning när det gäller tekniska system. Han länkar denna till rösträtten som en del av medborgarrollen och menar att eleverna bör inse hur ”olika delar i stora nationella system är beroende av varandra [...] om en länk felar, så fungerar inte helheten”.⁶⁹⁰

Identifieringen av tydliga emfaser i det som uttrycks och formuleras i tal och skrift på realiseringsarenan har skett på två sätt. Lärarna har både en mer indirekt och en mer direkt metod för att formulera bildningsemfaser. För det första har jag uppfattat det som att valen av ämnesområden och de undervisningsfokus lärarna vill anlägga, bygger upp en känsla av en överenskommen emfas. Genom att de ser sina undervisningsfokus som en del i de lokalt redan etablerade arbetsområdenas innehåll motiverar de dem mot den nationella kursplanens syften, målformuleringar och betygskriterier och därmed närmar de sig de emfaser och systemspråk som finns på *formuleringsarenan*. För det andra omförhandlar lärarna sitt undervisningsinnehåll och därmed undervisningsfokus genom att utgå från en *bildningsemfas* och ett *systemspråk*. Undervisningsfokuset får en fastare formulering först efter att denna omförhandling skett.⁶⁹¹

Det är en blandad bild av teknikämnet som framträder på *realiseringsarenan*. Man kan tydligt se hur lärarnas utbildningsnivå slår igenom när det gäller självförtroendet i att undervisa i Teknik och att lärarna själva är mycket medvetna om detta. Detta påverkar möjligheterna att utveckla undervisningen mot ett större inslag av innehåll som rör tekniska system. Lärarna upplever att de har lättare att låta eleverna ge sig i kast med konstruktionsuppgifter med enkel materiel och att t.ex. knyta detta till teknikhistorien, än att komma på

690 Intervju Ove, 050526.

691 Dragheadaskolans arbete med omförhandlingen av *Vardagstekniken* till *Huset* är ett exempel på detta. Östman, 1995, menar att fokusarna är primära, s 182. När de har valts är möjligheterna att välja andra följemeningar begränsade. Han har en något annan utgångspunkt än jag och studerar huvudsakligen texter från kursplaner och läromedel, medan jag på realiseringsarenan söker hur lärarna formerar sina egna följemeningar.

systemrelaterade uppgifter. Vi har sett flera exempel på sådana typer av arbetsområden på Draghedaskolan. I förändringsarbetet har lärarnas eget förhållningssätt den lokala diskursen och dess materialitet har varit väsentliga inslag. För lärarna är den aktuella nationella kursplanen ett dokument som de strävar efter att förhålla sig till när det gäller tekniska system. De använder dess formuleringar och tolkar dem när de t.ex. skriver egna lokala bedömningskriterier. Läromedlen, däremot, upplever de inte ha mycket stöd i relativt de arbetsområden som redan finns och som utvecklas på skolan.

Fokus på artefakten – ett hinder som går att undanröja

Det finns redan en *historisk emfas* närvarande på realiseringsarenan när projektet startar. Dessutom uttrycker lärarna en sorts *D&M-emfas*, mer kopplad till det praktiska manuella handhavandet av material, verktyg och några former av tekniska standardlösningar än till en designprocess. Eleverna förväntas bygga modeller som ska representera någon del av den kunskap som arbetsområdet innehåller och som eleverna har möjlighet att erövra. Den uppdelning i teori och praktik som beskrivits på arenan är förhållandevis tydlig i hur lärarna talar om teknikundervisningen. Man kan jämföra med hur man formulerar sig i det kommentarmaterial som Skolverket gav ut år 2000 i samband med kursplane-revisionen. För slöjdämnet skrev man:

Utbildningen i slöjd skall ge både praktiska och teoretiska kunskaper. Många har dock menat att ordparet ”teori och praktik” kan uppfattas som varandras motsats. Orden har därför tagits bort. I stället uttrycks dessa intentioner med begreppet ”intellektuellt och manuellt arbete i förening”.⁶⁹²

Det är uppenbart att lärarna kämpar med frågan om teori och praktik. Den har en systemrelevans genom de följemeningar lärarna erbjuder kring varför eleverna ska bygga något konkret och handfast när de håller på med uppgifter som rör tekniska system. Låt oss betrakta tre exempel:

1. Den *industriella emfasen* och *S&R-språket* samverkar med undervisningsfokuset *relationerna mellan komponenterna* i uppgiften kring *TeknikLEGO* på Draghedaskolan.
2. I uppgiften *Bron* dominerar *D&M-emfasen* själva konstruktionsarbetet, medan det finns ett glapp mellan detta brobygge och den tillagda uppgift som byggde på en *teknikhistorisk emfas*. Här ledde inte de två emfaserna till ”intellektuellt och manuellt arbete i förening” i det första skedet.

⁶⁹² Skolverket, 2000a, s 43.

3. I det andra skedet av *Bron* strävade lärarna efter att finna sätt att se på broar i ett sammanhang och att den modell som kunde byggas skulle illustrera fler aspekter och inte enbart hållfasthet. Bl.a. bidrog *HU-emfasen* till detta tillsammans med ett *miljöspråk* och ett undervisningsfokus kring *systemets interaktion med omgivningen*.

Vad jag vill lyfta fram är att det sker förskjutningar i *talet om system* på arenan när lärarna strävar att förändra undervisningen och att detta tar sig konkreta uttryck i hur lärarna formulerar sig kring elevuppgifterna.

En viktig faktor som påverkar *talet om tekniska system* på realiseringsarenan har en koppling till relationen mellan det teoretiska och det praktiska. Det tydliga fokus på *artefakten*, t.ex. *Bron*, *Bilen* eller *Vardagsteknikens* tvättställ och tapeter, som inledningsvis framstår som så starkt rotat i undervisningspraktiken, sjunker långsamt undan. Detta öppnar möjligheter att tala om artefakternas infogning i tekniska system på ett nytt sätt. När inte modellen eleverna ska bygga enbart representerar den enskilda artefakten, kan lärarna finna sätt att uttrycka sig på där modellen representerar kunskap om ett system som artefakten ingår i. I dessa fall strävar man att ge artefakten ett systemiskt sammanhang – man avser att *komplexifiera* dess position för eleverna. *Bron* eleverna bygger är inte längre enbart en bro utan även en komponent i ett transportsystem. Toaletten i *Huset* är inte enbart en toalett utan komponent i ett VA-system. Det är vanligt att lärarna använder sig av den *linjära* varianten av det undervisningsfokus som rör *relationen mellan komponenterna* för att tala om sådana sammanhang.

Diskursens materialitet

De lokalt etablerade arbetsområdenas kraft är stor och när lärarna av olika skäl inte upplever sig förmögna att gå vidare i förändringens riktning, är det förståeligt att man återgår till det redan kända. Detta är en del där diskursens *materialitet* visar sin betydelse. Upparbetade arbetsområden, inköpt materiel, salens utrustning, redan formulerade elevuppgifter etc. erbjuder en säkerhet. Genom att de flesta exempel på denna materialitet har en grund i teknikundervisningens *fascination för artefakten*, såväl i ett nutida som historiskt ljus, påverkade detta möjligheterna att utveckla *talet om tekniska system*.

Emfasernas och systemspråkens roller

Omförhandlingen av de redan lokalt etablerade arbetsområdena mot en mer systeminriktad undervisning sker på Draghedaskolan uttryckt genom att lärarna där utgår från *HU-emfasen*, den *medborgerliga emfasen*, *miljöspråket* och undervisningsfokuset *systemets relation till omgivningen*. Detta, tillsammans med den redan etablerade *teknikhistoriska emfasen*, får sägas vara det som öppnar för ett mer systeminriktat tal om undervisningsinnehållet.

En särställning har *Se&R-språket*. Det har etablerats en terminologi på Draghe-daskolan, med begrepp som input, output, kontroll, flöde, signal m.fl. Men vi ser också att systemspråkets budskap, att tekniken kan regleras, *inte* överförs mellan t.ex. *Tekniklegots* styrning med sensorer och *Huset* respektive *Stadens* roll som eget system eller som komponent i andra, mer omfattande system. Snarare är det så att man i arbetsområdena *Huset* respektive *Staden* använder begreppen, men inte talar om systemens styrning, medan det är tvärtom i *Tekniklegot*. Där talar man inte om begreppen på samma sätt, men undervisningen är inriktad mot att kunna styra tekniken. Ett antagande är att den *medborgerliga* *emfas* och den *HU-emfas* som dominerar *Huset* och *Staden* ännu inte riktigt är så starka att de kan bära fram frågor som rör hur dessa stora system styrs. Man nöjer sig med att titta på *systemens relation med sin omgivning* och *relationerna mellan komponenterna*.

Genom hela projektet är ett *ontologiskt systemspråk* det vanligaste på realiseringsarenan, även om det finns tillfällen när lärarna diskuterar systemens gränser och de ingående komponenterna på ett sätt som närmar sig ett mer *epistemologiskt systemspråk*. Generellt kan man säga att en aktiv avgränsning av systemet sällan görs. Det finns ingen uttalad frågeställning kring något som behöver systemtänkande för att få ett bra svar. Däremot kännetecknas undervisningen av uppgifter av beskrivande karaktär, t.ex. "beskriv VA-systemet". Det finns en överenskommen och förgivettagen tolkning av vad de mest vanliga systemen ska innefatta. Kopplingen till undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* är stark.

9 Talet om tekniska system – en sammanfattande diskussion

Avhandlingens avsikt har varit att studera hur undervisning om tekniska system tas upp till behandling i den svenska grundskolan. Jag har därför undersökt hur olika uppfattningar om undervisning om tekniska system uttrycks inom den övergripande diskursen *talet om tekniska system* på tre skolarenor: formuleringsarenan, medieringsarenan och realiseringsarenan, från 1980 fram till 2009. Användandet av de tre arenorna har varit en del i en strävan att öppna möjligheter för ett bredare resonemang kring läroplaner och undervisningsinnehåll på det sätt som Goodson eftersöker.⁶⁹³ Genom att identifiera de kategorier av regler som styr diskursen och de följemeningar som etableras och erbjuds inom *talet om tekniska system*, har jag kunnat visa på likheter och skillnader mellan arenorna, liksom hur historiskt betingade och begränsande avlagringar har påverkat formeringen av diskursen under den undersökta perioden.⁶⁹⁴

Betraktar man *talet om tekniska system* som en aktiv och skapande diskursiv process, där de medverkande har ett gemensamt mål i att forma undervisningen inom ett tekniskt kunskapsområde, bidrar varje arena med sina följemeningar på sina villkor.⁶⁹⁵ Uttryck på de tre arenorna står i relation till varandra. Här möts förväntningar, traditioner och den svenska skolans olika verkligheter. Under perioden dominerar olika regelkategorier för undervisningsfokus, systemspråk och bildningsemfaser vid skilda tillfällen. Några av dem uppvisar en beständighet över tid, andra skiftar i styrka. Karaktären hos *talet om tekniska system* har därför varierat. Vi finner såväl skillnader som likheter inom och mellan arenorna över den period som studien omfattar. De tre arenorna har inte kunnat studeras på helt jämbördiga villkor, vare sig över tid eller i omfång. Trots detta anser jag att det är möjligt att peka på några tendenser som griper över samtliga tre arenor på ett sätt som bidrar till bilden av den samlade diskursen *talet om tekniska system*.

693 Se inledningen på kap 2.

694 För en sammanställning, se slutet av kap 5.

695 Oavsett om de medverkande är aktiva (lärare som samtalar) eller passiva (styrdokument och läromedel) deltagare i talet om tekniska system, så kan man betrakta det som att språket inte fungerar "som en neutral avbildning av verkligheten, utan det brukas av människor för att framställa världen på ett sätt som är funktionellt utifrån vissa utgångspunkter och konkreta syften. [...] [att] framställa världen i språklig form är en aktiv handling, ett sätt att ta ställning och göra vissa påståenden i stället för andra.", Säljö, 1999, s 83.

Låt oss gå tillbaka till själva grundfrågan. Hur har den svenska skolan hanterat den didaktiska uppgiften att utveckla ett undervisningsområde om tekniska system? I detta kapitel vill jag diskutera de resultat som framkommit.

Ett tecken på att *talet om tekniska system* har etablerat en position inom teknikämnets innehåll är att underlag för analysen av följemeningar hittats på många läroplansnivåer inom empirin. Textutsnitt som behandlat systemundervisning går inom arenorna att finna på t.ex. innehållsnivå, regelnivå, ämnesnivå och verksamhetsnivå.⁶⁹⁶ Innehållsnivåns rubrik på huvudmomentet *Komponenter och system* inom kursplanen för Teknik inom Lpo 94 är ett exempel. Vi finner även allt tydligare exempel bland kunskapsmål, undervisningsförslag eller -föreskrifter, centrala eller lokala betygskriterier, eller bland strategier för samverkan med andra ämnen och samhälleliga institutioner. En tolkning av detta är att systemundervisning inom teknikämnet har etablerat en sammantaget stark position på *formuleringsarenan*, speciellt under Lpo 94. På de andra två arenorna svarar *talet om tekniska system* ännu inte riktigt upp till detta. Beroende på vilken arena man studerar, har skolan hanterat den didaktiska utmaningen på olika sätt. Kring tekniska system finns fortfarande ett ämnesdidaktiskt *frirum* att fylla ut.⁶⁹⁷

Synen på teknik som kunskapsfält är en viktig faktor för att ett systemrelaterat innehåll ska etableras. När teknikämnet i dess olika varianter långsamt har stärkts på *formuleringsarenan* har detta även påverkat hur tekniska system tagits upp. På *medieringsarenan* präglas läromedlen först av en traditionell *industriell emfas*, vilken senare klingar av och transformeras till en mer designinriktad *industriell emfas*. Arenan karaktäriseras även av övergången från ett ”gör-så-här”-ämne, till ett teknikämne som belyser fler aspekter av teknik. På *realiseringsarenan* verkar teknikämnet slitas mellan Lpo 94-kursplanens förväntningar på en bred allmänbildande undervisning baserad på de fem perspektiv kursplanen nämner, och den tradition där teknikämnet tidigare betraktades som en praktisk asyl från bokliga studier. Detta blir ännu mer komplicerat av kombinationen av en svag ämnesidentitet och lärare med alltför lite utbildning.⁶⁹⁸

I min analys har jag funnit att två *hegemoniska diskurser* hindrar, eller till stora delar försvårar, utvecklingen av *talet om tekniska system*. Dessa begränsar i slutänden för lärare och elever att tänka över den konstruerade världen i termer av tekniska system.⁶⁹⁹ Båda representerar historiska avlagringar som påverkar

696 För utförligare beskrivningar av dessa nivåer, se Berg, 2003a, s 160 ff.

697 Berg, 2003b, Molin, 2006.

698 Se t.ex. Blomdahl, 2007 och Bjurulf, 2008. Man kan även jämföra med den beskrivning Berit Bungum ger i ett norskt skolsammanhang, se Bungum, 2003 och Bungum, 2006.

699 Jämför t.ex. hur Kärrqvist & Frändberg, 2008, s 33, menar att lärares ambitioner att inför eleverna avmystifiera, väcka intresse och stimulera till lärlust i kemiundervisningen genom ett aktivt

diskursens formering. Den första berör teknikämnets egen fascination för artefakten. Den andra berör relationen till andra kunskapsfält. Framför allt gäller det förhållandet till naturvetenskapen och de skolämnen som ansvarar för de bildningsdelarna.

Artefaktens hegemoni

Teknikens starka undervisningsinnehåll om artefakter, konstruktionsövningar, materiallära, verktygslära, studier av apparaters inre delar och verkningssätt etc., har varit ett hinder för den didaktiska utmaningen att ge teknikundervisningen ett mer systeminriktat innehåll. Artefaktbaserad undervisning är naturligtvis en del av ett legitimt teknikinnehåll. Men samtidigt innefattar den en ett sätt att betrakta teknisk kunskap som begränsar möjligheterna att engagera eleverna i frågor och övningar som rör tekniska system.

Att betrakta *system som en samling komponenter* har därför ofta varit det vanliga på arenorna. Syftet med detta är att identifiera bärande tekniska principer och delar. Undervisningsfokuset *storlek/komplexitet* riktar i övervägande grad intresset mot förhållandevis okomplexa och små tekniska artefakter. Undervisningen handlar då om att tillverka produkter eller att lära sig grundläggande tekniska förfaringssätt och principer. Mer sällan gäller det de tekniska systemen. Kursplanen för Teknik inom Lpo 94 är därvidlag ett undantag med sitt *komponent- och systemperspektiv*. Likaså har några av tävlingarna på *medieringsarenan* ett tydligt systemanslag, men det faller en artefaktskugga även över dem.

Teknikämnets fascination för artefakten har flera dimensioner. För det första är artefakterna centrala delar av den teknik människan utvecklat. Här finns – och bör finnas – en stark undervisningstradition. Men om *talet om tekniska system* på arenorna förs på ett sätt där undervisningen ensidigt fokuserar på enkelt uppbyggda artefakter, kommer de systemiska delarna av tekniken i skymundan. För det andra finns problematiken kring synen på teknikens praktiska och teoretiska delar kvar. Detta gäller framför allt *medieringsarenan* och *realiseringsarenan*. Man separerar ofta teorin från praktiken och föreslår konstruktionsuppgifter, vilka presenteras som praktiska, till vilka man knyter teoretiska uppgifter. Med den senare typen avses uppgifter där eleverna förväntas läsa sig till kunskap och skriva en redogörelse som svar på en eller flera frågor. Kopplingen mellan den teoretiska uppgiften och den praktiska är inte alltid tydlig.⁷⁰⁰

”görande”, på detta sätt ”skymt” ett mer vetenskapligt erbjudande om kunskaper av kemiinnehållet.

700 Se t.ex. Bjurulf, 2008, s 161 ff, där hon redovisar erfarenheter från klassrumsundervisning i Teknik och hur relationen mellan teori och praktik speglas i synen på eleverna och deras möjligheter att prestera. Snarlika resultat och analyser lyfter Berit Bungum, 2003, fram. Praktik ses som något ”annat än att läsa i böcker”, gärna någon manuellt inriktad aktivitet.

Kunskapslänken mellan, å ena sidan, förståelsen av teknikens begrepp och metoder och, å andra sidan, den direkta upplevelsen av de tekniska konstruktioner eller system som man arbetar med, lyfts sällan fram. Fakta separeras från hantering och erfarenhet. Som det konstaterades redan i samband med införandet av ett obligatoriskt teknikämne inom Lgr 80, finns det en bestående spänning mellan ”ett ämne där arbetsformerna i stället för innehållet står i fokus”, och de ambitioner som funnits för att öka inslagen av undervisning om tekniska system.⁷⁰¹

I undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* finns en inbyggd motsättning. Ett system anses vara mer än summan av sina komponenter. Att enbart betrakta systemet som en samling komponenter, att i undervisningen tala om ett speciellt system men bara ta upp dess delar, säger något om en speciell syn på den konstruerade världen. Där kommer man inte riktigt förbi artefakt- eller komponentnivån. Av de konsekvenser detta fokus medför är kopplingen till en *medborgerlig emfas* den mest problematiska. Även den *hållbara utvecklingsemfasens* (HU-emfasens) ambitioner får svårt att infrias.

Genom att så starkt fokusera på systemens komponenter, leder man undervisningen bort från de frågor som skulle kunna ställas och behandlas kring de tekniska system där dessa komponenter ingår. Flera frågor av den typ som med medborgerliga förtecken berör hållbar utveckling har stor relevans för de insikter och den handlingsberedskap eleverna behöver erövra i teknikundervisningen för att kunna hantera sina rättigheter och skyldigheter i samhället, eller för att kunna diskutera möjliga tekniska lösningar. En ytterligare konsekvens av undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* är att när det kommer till att behandla systemiska frågeställningar har eleverna endast dessa komponenter och kunskapen om dem att hålla sig till. Någon vägledning i att tänka över hur dessa komponenter hänger ihop ges i princip inte. Begrepp som kan understödja elevernas förståelse för tekniska system, som kan hjälpa dem att identifiera drivkrafter för systemutveckling, principer för styrning av system etc., tas inte upp. Om det enda eleven lär sig är samlingen av komponenter i respektive system, kan man ställa sig frågan hur många system eleven måste lära sig.

Artefaktens hegemoniska skugga har i de senast utgivna läromedlen i Teknik fått ett nytt tillskott. De innehåller i högre grad än tidigare avsnitt med inriktning mot industridesign och kommersialisering av produkter.⁷⁰² Det senare delen av

701 Sverker Lindblad i en debattartikel 1985, citerad i Elgström & Riis, 1990, s 60.

702 T.ex. kapitlet *Form och funktion* i *Puls Teknik*, Sjöberg, 2004a, eller kapitlet *Designen gör tekniken mänsklig* i *Teknik direkt*, Börjesson, m.fl., 2008b.

perioden har även sett tävlingen *Finn upp* och organisationen *Snilleblixstarna* göra entré på medieringsarenan, båda ganska tydligt inriktade mot enklare artefakter. Detta har bidragit till att *den industriella emfasen* har omförhandlats. Från att tidigare varit knuten till den industriella produktionen har den nu en koppling till den industriella designen. Bilden av teknikämnet har blivit renare, produktionen allt mer osynlig. Verkstaden har ersatts av designerns kontor. Vardagens ”gör-det-själv” har ersatts av studier av vardagens artefakter, skisser och modeller av nya prylar att uppfinna. Den *hållbara utvecklingsemfasen* har dock, speciellt med stöd från *miljöspråket*, fått ett etablerat utrymme. På *realiseringsarenan* kan man se att *HU-emfasen* är en portal för att rearrangera gamla artefakt-fokuserade arbetsområden och ge dem ett nytt undervisningssfokus, eller för att lägga till uppgifter med ett systemperspektiv till en redan befintlig uppgift.

Artefaktens hegemoni har även en länk till den *teknikhistoriska bildningsemfasen*. Lyfter man ensidigt fram förändringar i de enskilda komponenterna som det centrala för systemens utveckling, hamnar man i en informationsförlust när det gäller att tänka över en teknisk framtid. Frågor om teknisk förändring är relativt vanliga inslag på arenorna. Men elever och lärare bistås inte med begrepp med vars hjälp man kan förstå teknisk förändring, eller som stödjer dem när det gäller att ta ställning i frågor som rör hur man *tror* att framtiden kan komma att se ut. Eller än viktigare: hur man *vill* att framtiden ska se ut.⁷⁰³ Man kan jämföra med hur kursplanen för Teknik inom Lpo 94 formulerar ett motiv: ”Genom att följa teknikens historiska utveckling ökar ämnet möjligheterna att förstå dagens komplicerade tekniska företeelser och sammanhang.”⁷⁰⁴ I några fall har jag funnit frågeställningar som ställer elever inför uppgiften att fundera över framtida tekniska system, men till övervägande del rör frågorna framtida tekniska *produkters* önskade funktion och form.

Fascinationen över artefakterna, eller komponenterna, lyfter fram ett *didaktiskt behov* av klassrumsövningar som berör system. Det verkar svårt att utforma sådana. Läromedlen föreslår i övervägande grad undervisning som antingen leder till att man studerar eller bygger en komponent som representerar en del av ett system, eller till att man griper sig an en förhållandevis okomplex och liten fristående artefakt. Ett exempel på det förra finner vi i *Bonniers Teknik*. I anslutning till faktabokens avsnitt *En bil är ett system* finns i studieboken en tillhörande uppgift där eleverna utmanas att bygga ”en modell över bilens

703 I Sverige drevs bl.a. projektet *Teknisk framsyn* under åren 1998-2001 på en akademi-och industrinivå, projektet *Barn ser på framtiden* med tävlingen *Framtida* drevs av IVA och Vetenskapsrådet från år 2003-2006 och i England har man haft projektet *Young Foresight* i början av 2000-talet. Samtliga dessa projekt hade nationella ambitioner.

704 Skolverket, 2000b, Ämnets karaktär och uppbyggnad, s 113.

bränslesystem”. I lärarpärmen framgår det att eleverna gärna kan arbeta med enkel materiel som slangar, plastburkar, ståltråd, kaffefilter etc.⁷⁰⁵

En didaktisk dimension i *talet om tekniska system* berör *representationen* av systemen.⁷⁰⁶ För att kunna representera de tekniska systemen i modellform – vilket vi t.ex. ser i elevuppgifter – måste eleverna vara klara över såväl systemens gräns som deras komplexitet. Här rymms också frågan om hur man representerar en blandning av fysiska och konceptuella samband. Med ett *ontologiskt systemspråk* görs ingen åtskillnad mellan system med tydlig fysisk gräns, respektive system med otydlig gräns. Detta yttrar sig t.ex. i hur man talar om modellformer eller simuleringar, framför allt på *realiseringsarenan* men även på *medieringsarenan*.

När det gäller konstruktionsövningar kan vi se att diskursens materialitet påverkar på två sätt genom hur man föreslår att teknikuppgifter ska genomföras. Det första sättet berör hur man representerar system med hjälp av enkel materiel. Då handlar det om att bygga modeller av systemens artefakter, t.ex. gum-mibandsbilar, råttfälbilar, spagettibroar, trafikljus etc., för att välja exempel från transportsystemet. Eller att bygga en cykelhjälm i frigolit. Lär eleven sig då förstå hjälmen som system eller att arbeta i frigolit? Det andra sättet baserar sig på översiktskartan som systemmodell. På Draghedaskolan talar lärarna t.ex. om att göra en liten utställning av montertyp om de tekniska systemen i staden där systemen och deras komponenter presenteras. Materialiteten har därför en stark koppling till *artefaktens hegemoni*. Men här döljs även intressanta didaktiska frågor. Vilken typ av fysisk representation av systemen ska eleverna göra? I vilket syfte? Vad avser modellen belysa? Vilken var utgångsfrågan för eleverna? I vilken mån bidrar modellerna till elevernas kunskapsbildning om de tekniska system de har arbetat med? Vare sig man avser att bygga *hus som system* i skokartonger eller simulera trafiksystem i datorprogram av typen *SimCity*, är det systemets materiella och artefaktliknande egenskaper som framträder starkast i arenornas uttryck. Representationen av systemen problematiseras inte i förhållande till hur deras fysiska utbredning och komponentantal står i relation till deras komplexitet, dynamik och förändring – eller i relation till hur detta kan beskrivas.

Det finns en tankelinje inom arenornas material som rör systemens *storlek*. Denna kopplar till hur man förstår systemens funktioner utifrån vad man känner till om de komponenter som ingår. Hur ska elever förstå system som är större än vad de rent konkret kan ta isär? Ett fysiskt stort system behöver inte vara mer komplext. Vilka typer av samband mellan delsystem och komponent-

705 Nettelblad, 1999a, s 117, Nettelblad, 1999c, s 77, Nettelblad, 1999b, s 13:4.

706 Jämför Blomdahl, 2007.

ter kan man få fram genom konceptuell dekonstruktion? Detta tas inte upp till behandling i *talet om tekniska system*. Som tidigare framhållits brukar systemteoretiker ofta påpeka att man genom att bryta ner systemet i dess delar omöjliggör analys. Genom ett sådant förfarande menar man att sambanden mellan komponenterna förstörs. Bland de starkaste anförarna av denna ståndpunkt finner man biologerna, vilka menar att man till exempel riskerar att bryta ner systemegenskapen *liv*.

Naturvetenskapens hegemoni

Som jag visat har undervisningsinnehållet kring sökandet efter, och illustrationen av, naturvetenskapliga lagar och kunskaper ofta påverkat *talet om tekniska system*. Detta har skett på samtliga arenor.

Det finns ett tvåhövdad drag i den naturvetenskapliga hegemonins outtalade retorik. För det första skiftar den fokus för teknikundervisningens syfte till att mer rikta eleven vidare mot studier i naturvetenskap. För det andra ser vi spår av en mångfacetterad tankefigur, där uppfattningen att teknik är en del av naturvetenskapen ligger till grund. Den samverkar med den naturvetenskapliga kulturens styrka och synen att naturvetenskapliga principer och lagar både kan förklara det mesta och att det går att finna exempel på dem varthän vi vänder oss – eftersom det finns ett generaliserbarhetskrav för dessa.⁷⁰⁷ Inget av fallen gynnar ett tekniskt bildningsperspektiv i skolan och hämmar dessutom möjligheterna att ställa frågor på systemnivå på samtliga arenor.

Från ett systemperspektiv lägger man märke till att det naturvetenskapliga företrädet på arenorna leder till att teknik behandlas på ett sätt där man vänder sitt intresse inåt-nedåt i stället för att hålla sig kvar på en komplex nivå. Rent konkret kommer detta i dagen i synsättet på hur man för eleverna ska förklara ”hur teknik fungerar” – dess verkningssätt. Teknikläromedlen har överlag ett innehåll med inriktning mot att undersöka eller plocka isär tekniska produkter för att se hur de fungerar inuti – en parallell till den naturvetenskapliga dissektionen. Förklaringsanspråket hämtas då från naturvetenskapen på ett sätt som reducerar förklaringen till ett beroende av en naturvetenskaplig princip, generell lag eller process.

Det *undersökande arbetssättets* naturvetenskapliga konnotation med en atomistiskt hypotesprövande deduktiv form, har visat sig vara ett hinder för att analysera systemisk teknik. Med detta synsätt riskerar man att missa systemets

707 Se t.ex. Berner, 1999, s 33. Östman, 1995, pekar på att lagarnas och begreppens generaliserbarhet i ett didaktiskt perspektiv leder till att man är tvungen ”att konkretisera dem med hjälp av enskilda händelser och fenomen i naturen” och att denna konkretiseringen innebär att ”vi plockar in naturen i klassrummet”, s 103. Östman nämner även hur normer för vårt naturumgänge baseras på naturvetenskap och hur dessa normer kan realiseras i form av teknik, s 110f.

beteende, dess inre och ofta dynamiska process liksom dess förändring över tid. Frågan om hur tekniken fungerar kan också tolkas som frågan om vilket som är teknikens eller systemens funktion, dess ändamål. Svaret på en sådan fråga skulle då sökas på den aktuella systemnivå där frågan ställs. Funktionerna man då finner, eller vill belysa för eleverna, är kanske inte de som svarar mot det uttalade syftet med tekniken i fråga. Lika gärna kan det vara önskade eller oväntade funktioner man observerar hos systemen.⁷⁰⁸ Och för de tekniska systemens funktioner har naturvetenskapens (fr.a. fysikens) lagar begränsad räckvidd.⁷⁰⁹

I studien har flera exempel från arenorna presenterats där ett produktionssystem varit i fokus för intresset. I arenornas uttryck utgår man då från tydliga systemkontexter, eller från det *ontologiska systemspråkets* överenskomna system, men låter undervisningsexemplens texter och bilder belysa naturvetenskapliga lagar, kemiska eller biokemiska reaktioner etc. Tillförseln av energi och information in och ut ur dessa tillverkningsprocesser ges nästan aldrig egna pilar i bilderna av systemen. Man följer materiens flöde. Inte heller syns några sensorer eller återkopplingslingor för styrningen av dem. Genom att söka sig bort från den systemnivå man utgår från reduceras möjligheterna att adressera och beskriva systemfunktioner på en högre systemnivå liksom systemens relation till människa och samhälle. I det senare fallet hade dock SÖ-projektet *Barn och teknik* vissa ambitioner.⁷¹⁰

Utifrån *systemsifikanterna* blir det tydligt att det finns en inbyggd konflikt när ett tekniskt ämnesinnehåll med systempotential behandlas med naturvetenskapliga förtecken eller kopplingar. Detta syns framför allt på *formulerings- och medieringsarenan*. När man t.ex. behandlar området *Energi* tar läromedlen upp kraftverken i energisystemet, beskriver och ställer frågor kring dessa, men undviker med få undantag själva energinätet.⁷¹¹ Man intresserar sig för energiomvandlingarna och för naturvetenskapliga kunskaper kring energigivarna, det vill säga energikällorna, tillförseldelarna i energisystemet. Det är, med hänvis-

708 Ett exempel jag tog upp tillsammans med lärarna på realiseringsarenan berörde vägtransportsystemet. Dess grundfunktion är att transportera personer och gods, men en önskad funktion är att tusentals människor i Europa mister livet varje år.

709 Se kap 2.

710 Se kap 7. Man kan t.ex. även jämföra med det material från den engelska lärarorganisationen Association for Science Education (ASE) som översattes till svenska under tidigt 1990-tal. Ursprungsmaterialet hette SATIS – Science and Technology in Society, men översattes till svenska med SNITT – Samhälls- och naturvetenskap i tekniska tillämpningar. Här var avsikten snarare att låta naturvetenskap och teknik utgöra en gemensam grund för andra typer av frågeställningar än de gängse. Se t.ex. *Dammen*, Andersson, 1992, eller *Elektricitet – tillgång och efterfrågan*., Andersson, m.fl., 1997.

711 Jämför även Per Gybergs avhandling *Energi som kunskapsområde: om praktik och diskurser i skolan*, där han tar upp hur högstadiets och gymnasieskolans diskurser kring energi formeras i klassrummets undervisningspraktik, Gyberg, 2003.

ning till *systemsignifikanterna*, tveksamt om kunskapen att det sker en omvandling från potentiell energi till elektrisk energi i ett vattenkraftverk har något förklaringsvärde till frågan om hur detta vattenkraftverk är byggt, eller hur det interagerar med ett svenskt elnät. Har man i ett läromedel syftet att för eleverna belysa energisystemet *som ett system*, blir det problematiskt att blanda in allt för mycket naturvetenskap. Det skymmer sikten för de tekniska frågeställningarna – och anvisar en naturvetenskaplig riktning för svaren.⁷¹²

Att naturvetenskapligt företräde begränsar möjligheterna att ta upp ett undervisningsinnehåll kring tekniska system är inget unikt för Sverige.⁷¹³ Till viss del har detta internationella paralleller och gemensam historik. I flera länder har ämnen med teknikinnehåll lierats med naturvetenskap för att nå status i läroplaner och skolpraktiker. Samtidigt har teknikinnehållet haft svårigheter att finna en identitet och formeras på egna villkor. Edgar Jenkins ger en bild av det sena 1800-talets framställning av naturvetenskap och naturvetenskaplig metod (i singularis). Han menar att denna har långtgående konsekvenser för hur läroplaner formuleras idag.

It allows science to be promoted as at coherent curriculum component and fosters an untenable but enduring notion of a unifying scientific method that ignores important philosophical, conceptual, and methodological differences between the basic scientific disciplines. It also fails to reflect the profound shifts that have taken place in the scale and nature of science since end of the Second World War.⁷¹⁴

Denna bild av naturvetenskapen har utvecklats till en standard, vilken i många stycken är obsolet i förhållande till de framsteg som vetenskapsfilosofin gjort, menar Jenkins och påpekar vidare att naturvetenskapen har genomgått en industrialisering eller teknifiering, medan motsvarande process har lett till ett förvetenskapligande av teknikfältet.

Dessa båda processer har i det närmaste lett till att gränslandet mellan teknik och naturvetenskap har suddats ut och blivit en sorts technoscience med vaga gränser. När denna vetenskapssyn ska omvandlas till undervisningsinnehåll kommer den att mer bygga på en *industriell emfas* till förfång för den *medborgerliga emfasen* och *hantera vardagenemfasen*. Eleven ses mer som en blivande ingenjör och inte som en framtida medborgare och medveten brukare av teknik.

712 Hallström & Gyberg, 2009a, skriver också: "If energy is mainly about energy sources, aspects such as how electricity and heat are used, that is, lifestyle issues, may easily be forgotten."

713 Se t.ex. den beskrivning som Ingelstam, 2004, ger den naturvetenskapliga kulturen i sin bok *Kampen om kunskapen*.

714 Jenkins, 2007, s 265.

För skolans del har denna process framträtt genom de nya bildningsemfaser som trängt fram inom naturvetenskaplig undervisning.⁷¹⁵ Naturvetenskapens historia, dess relation till sociala och etiska frågeställningar har tidigare lyfts fram inom bland annat STS-rörelsen.⁷¹⁶ Men när det för naturvetarna framstod som om STS var en framkomlig väg för att göra upp med en traditionell och föråldrad bild av naturvetenskaplig undervisning och dess innehåll, lyfter Jenkins fram introduktionen av ett teknikfokuserat skolämne som en *komplika-tion*. Han refererar till vad David Layton uttryckte 1994:

The emergence in recent years of technology as a distinct curriculum component is a further complication and one that caused Layton (1994:32) to ask whether STS education was a 'movement overtaken by history'.⁷¹⁷

Jenkins påpekar också att Peter Fensham, tolv år senare, uttrycker sin besvikelse över att STS inte längre är tillgängligt som en bro mot mer relevant naturvetenskaplig undervisning. Kopplingen han gör är densamma. Introduktionen av ett teknikämne ryckte undan något för naturvetarna.

The establishment of a new subject with Technology as its general title destroyed it as the bridge to more relevant content for school science and effectively extinguished the STS movement and its considerable promise. (Fensham 2006: 226)⁷¹⁸

På senare tid har diskussionerna om den naturvetenskapliga undervisningen lutat sig mot D A Roberts inspel om *Vision 1* och *Vision 2* inom det forskningsfält som etablerats kring Scientific Literacy.⁷¹⁹ *Vision 1* berör, i grova drag, traditionellt lärande av och genom inomvetenskaplig teorbildning och metod, medan *Vision 2* har en större närhet till STS-tankarna. Naturvetenskaplig bildning i *Vision 2* omfattar kunskaper som eleverna ska ha nytta av i frågor som har beröring med moraliska, teknologiska, politiska och miljörelaterade aspekter.⁷²⁰ Därmed delar *Vision 2* i viss mån det teknikdidaktiska fältets syn på teknisk bildning och teknikundervisning. Men där man inom fältet kring Scientific Literacy nämner "Science and Tech-

715 Se Östman, 1995, för en inblick i perioden kring Lgr80.

716 Aikenhead & Solomon, 1994. STS – Science and Technology in Society. Referensen i citatet är till Layton, 1994.

717 Jenkins, 2007, s 273.

718 Ibid., s 273. Fensham, 2006, finns i denna avhandlings referenslista.

719 Roberts, 2007. Literacy betyder här läskunnighet, men har även vidare betydelser.

720 Se t.ex. Orpwood, 2007 eller Zeidler, 2007.

nology”, gör man det över lag som en sammanhållen helhet.⁷²¹ Och i den mån teknikrelaterat innehåll nämns, så sker det med en syn på teknik som en kontext för naturvetenskaplig undervisning. Den naturvetenskapliga hegemonin framträder alltså på flera sätt. Tekniska begrepp eller frågeställningar hamnar mycket sällan i fokus. Det teknikspecifika tas inte upp till egen behandling. Både problem och möjligheter sammanvävs med behov som man anser nödvändiga för den naturvetenskapliga undervisningen, dess syften och kunskapsbildning. Synen på teknik som tillämpad naturvetenskap och undervisningskontext är fortsatt stark och effekterna av detta återspeglar sig i frågor som rör utbildning och undervisning.⁷²²

Magnus Hultén visar i sin avhandling hur synen på de naturvetenskapliga ämnenas undervisningsinnehåll har förändrats. Han finner tecken på att både läromedel och lärare har blivit allt mer inriktade mot vardagstekniska exempel. Nya exempel har ersatt de tidigare där intresset för fenomenet, så som det framstod i laboratoriet, utgjorde det konkreta objektet. ”De märkliga naturvetenskapliga apparaterna hade fångat naturen, de vardagliga produkterna fångade naturvetenskapen”, skriver Hultén och exemplifierar med elektriciteten.⁷²³ De fysikaliska fenomenen fick en annan gestalt i undervisningen, tekniken blev en manège för naturvetenskapen. Susanne Engströms licentiatuppsats *Fysiken spelar roll!* säger samma sak. Där beskriver hon hur en panel av ämneslärare och didaktiker m.fl. – samtliga med fysikbakgrund – begrundar frågan om fysikämnets framtid. Engström skriver att panelens medlemmar ”antagligen mött problem med att elever inte intresserar sig för fysik eller att elever har svårt att överföra sina fysikkunskaper till energifrågor”.⁷²⁴ En av panelens slutsatser är att eleverna i högre utsträckning bör använda traditionella fysikkunskaper i värderande sammanhang. I ett av exemplen tar man sig an energisystem på ett sätt som antyder att fysikkunskaper inte enbart bör utgöra en viktig bakgrundskunskap för frågan om hållbara energisystem, utan också att dessa kunskaper ”är nödvändiga för att hitta lösningar och orsakssamband”. Fysiken gör således anspråk på att bidra med förklaringar och lösningar till energisystemens konstruktion och förändring. Gott så, men på en högre systemnivå utgör kunskaper om t.ex. radioaktivitet enbart en av flera kunskapsbakgrunder som bör komplettera de

721 Jämför även med formuleringen från Europeiska kommissionens utredning *Science Education Now!* (även kallad Rocardrapporten). Där slår man inledningsvis fast att utgångspunkten för rapporten är att ”the choice was made to use the word ”science” to refer more precisely to all of physical sciences, life sciences, and technology”. Europeiska kommissionen. Generaldirektoratet för forskning & High Level Group on Science Education, 2007, s 5. Se även Ginner, 1996, s 25, där han polemiserar mot amalgameringen av ”naturvetenskapå teknik”.

722 Se t.ex. Bencze, 2001, som i en kritisk artikel diskuterar frågan om ”technoscience”.

723 Hultén, 2008b, s 239 och 258.

724 Engström, 2008, s 100.

tekniska om man vill att eleverna ska förstå hur ett kärnkraftverk är byggt och hur det styrs och regleras. Läromedelsförfattaren Staffan Sjöberg har polemiserat mot naturvetenskapens kontextberoende och kopplingen till vardagen:

Kanske menar man att fysiken blir begriplig för att den tillämpas på "vardagliga" sammanhang. Så är det nog inte. Även det vi möter i vardagen fordrar ofta abstrakta eller på annat sätt otillgängliga förklaringar, om naturvetaren ska bli tillfredsställd. Vem åtar sig till exempel att redogöra för det som händer fysikaliskt då ett barn sätter fart på en gunga genom att ömsevis sträcka ut och vika in benen? Inte många. Ändå vet varenda unge hur det går till.⁷²⁵

Lars Lindström skriver om relationen mellan naturvetenskap och teknik att "uppfattningen att man med naturvetenskapliga kunskaper direkt och oförmedlat kan förstå olika tekniska förlopp är missvisande." Trots att teknologin inte är lika generaliserbar, menar Lindström, "är den inte desto mindre ett ämnesområde i sin egen rätt, med en avgränsad och relativt varaktig teoribildning och metodlära". Hans didaktiska konklusion är:

En skola, som vill göra eleverna förtrogna med produktionens allmänna vetenskapliga grundvalar, måste förmedla grundläggande teknologiska kunskaper som en intellektuell brygga till naturvetenskaperna.⁷²⁶

Thomas Ginner redogör för ett antal argument mot den ahistoriska uppfattningen att teknik är något som är underordnat naturvetenskapen och att det krävs en förståelse för teknik som mänskligt kunskaps- och verksamhetsområde när detta ska "packas om" till ett skolämne. Bland annat nämner han att "tekniken är betydligt äldre än den systematiserade naturvetenskapen" och att tekniken svarar på andra frågor och har andra syften.⁷²⁷

Den förskjutning av det naturvetenskapliga undervisningsinnehållet Hultén talar om, är tydlig i exemplen ovan. Men man ser även tecken på att den anses nödvändig av andra skäl än att omvärlden teknifierats. Om attityden är att denna förskjutning behövs för att stimulera elevernas intresse för fysik och för

725 Sjöberg, 2006. Man kan jämföra detta med den observation Magnus Hultén, 2008b, gör i sin avhandling *Naturens kanon*. Där finner han att de naturvetenskapliga läromedlen under 2000-talet omvandlar vardagen till naturvetenskaplig praktik. Kontentan av detta var att man i läromedlen menade att vardagen blev möjlig att förstå genom naturvetenskapen och att elevens möte med den dagliga och vardagliga omvärlden var ett ständigt möte med naturvetenskap. "Fysiken finns runt omkring oss hela tiden.", citerar Hultén från Bonniers Fysik på s 228.

726 Lindström, 2006, s 14.

727 Ginner, 1996, s 25 f.

att låta fysikaliska orsakssammanhang på systemnivå hamna i fokus, är risken att tekniska systemaspekter faller i skugga i undervisningen när aktörer med naturvetenskaplig bakgrund agerar.

Man kan även ställa *naturvetenskapens hegemoni* i perspektiv till den läroplansprocess och förhandlingsdynamik som, i Elgström och Riis beskrivning, pågick inför Lgr80 och ledde till att teknikämnet sammanfogades med naturvetenskapen. Där provas teknikdelarna även mot slöjdämnet, men i slutförslaget länkas tekniken till naturvetenskaperna. Ett av skälen som framhålls i rapporten är att man inom SÖ och i en stark opinion ansåg att NO-ämnena behövde stärkas. Detta kunde bl.a. göras genom att knyta teknikmoment till det undersökande arbetssättet inom NO-ämnena. Skoltrötta elevers motivation för NO-ämnena kunde då öka. ”Genom att ta tillvara de möjligheter till manuellt och tekniskt arbete som teknikinstitutionerna ger får No-sektorn en förstärkt praktisk, laborativ inriktning”.⁷²⁸ Eftersom de i sin rapport funnit att den innehållsliga dimensionen undertryckts till förmån för en metoddimension, i huvudsak centrerad kring ”det undersökande arbetssättet”, avslutar Elgström och Riis med att föreslå en alternativ idébas inför en kommande revision av teknikämnet.⁷²⁹ I denna framställning får systemaspekterna en framskjuten roll. De lyfter flera argument, vilka bygger på en annan tankestruktur: aktivitetens produkter; aktivitetens funktioner; aktivitetens resurser; egenskaper hos den process i vilken aktiviteten utövas, tankemässiga och moraliska mönster hos utövarna av aktiviteten, aktivitetens externa kontext.⁷³⁰ Deras credo lyder: ”Hellre än ett *ämne* skulle man kunna sträva efter att ge form åt och identifiera en möjlig kunskapsbas för teknikundervisningen att utgå ifrån”.⁷³¹ Den möjliga kunskapsbas de presenterar i detta framåtsyftande avsnitt har tydliga systemperspektiv:

När det gäller teknikens *produkter* kan man [Hannay och McGinn] peka på att de ofta har en hög grad av komplexitet, att de därmed är skapade för integration och att integration leder till systembyggande.

728 Elgström & Riis, 1990, s 151. Citatet är ur en PM som skrevs till SÖ's ledningsgrupp. Elgströms och Riis rapport skrevs som en del inom det av SÖ finansierade projektet *Teknik och naturvetenskap i skola och samhälle: Bildning, utbildning, fortbildning*. Det fördes även i denna skrift en argumentation för ett systemnära innehåll i ett teknikämne, men det var med delvis andra förtecken än inom projektet *Barn och teknik*.

729 Ibid., kap 10. Elgströms och Riis rapport skrevs som en del inom det av SÖ finansierade projektet *Teknik och naturvetenskap i skola och samhälle: Bildning, utbildning, fortbildning*. Det fördes även i denna skrift en argumentation för ett systemnära innehåll i ett teknikämne, men det var med delvis andra förtecken än inom projektet *Barn och teknik*. Se även kapitel 7 Medieringsarenan.

730 Denna uppdelning baserar sig på Hannay & McGinn 1980.

731 Elgström & Riis, 1990, s 217, kursiv i original.

Ett exempel på ett system är bilismen. Bilismen består av betydligt mer än våra bilar och de vägar de rullar på.⁷³²

På *formuleringsarenan* har vi kunnat se en ökande distansering mellan tekniken och naturvetenskapen, från hur man under Lgr 80 sammanflätade ett svagt teknikinnehåll med NO-ämnenas sedan länge hävdvunna innehåll, via den stärkta synen på den tekniska kunskapskulturen inom *Skola för bildning*, till de skärpningar av den tekniska identiteten som gav ett teknikämne med egen kursplan inom Lpo 94. I denna finns en systemdidaktisk ambition som vilar på ett större mått av systemteoretisk bakgrund. Däremot tillät inte formen, som kursplanerna inom Lpo 94 skulle skrivas utifrån, att fler begrepp användes eller att de som finns nämnda fördjupades. Avsaknaden av ett kommentarmaterial blir här tydligt. Ett sådant hade kunnat understödja teknikämnets utveckling och bidragit till att "Komponent- och systemperspektivet" fått en större tydlighet för lärarna, än vad som nu blev fallet. Den revision som år 2000 genomförs av kursplanen för Teknik inom Lpo 94 för detta gränsarbete ytterligare ett steg bort från naturvetenskapen. Samtidigt öppnar man för en vidare tolkning av teknik som ett kunskapsfält med relation till samhällsvetenskapliga, estetiska och filosofiska områden.

Medieringsarenan har haft en eftersläpande förskjutning. Läromedlen dominerades under 80-talet och en bit in på 90-talet av en *industriell emfas* och av en "gör-så-här"-modell i undervisningsinnehållet, med en underton av *hantera vardagenemfas*. Därefter anpassas de till läroplansreformen i Lgr 80 och för de tekniska aspekterna närmare de naturvetenskapliga. I slutet på 90-talet fjärrar sig läromedlen igen från naturvetenskapen. I stället öppnar de sig i allt högre grad för systemiskt innehåll, men även för den tekniska artefakten. Sammantaget leder detta till att den *naturvetenskapliga hegemoni* som reducerat möjligheterna att lyfta fram ett systemorienterat kunskapsinnehåll, liknande vad vi kunnat se på *formuleringsarenan*, till viss del lättar.

På *realiseringsarenan* är situationen inte lika lättolkad. Lärarna i denna studie saknar till stor del utbildning i teknik. Flera nationella undersökningar visar på liknande alarmerande resultat för lärarkåren.⁷³³ Det bidrar till att teknik-kulturen inte uppnår en egen styrka, relationen till de NO-ämnen som många lärare undervisar i är tydlig – framför allt på högstadiet.⁷³⁴ Kompetensfrågan är uppenbart en av de centrala för hur *talet om tekniska system* förs på realiseringsa-

732 Ibid., s 218, kursiv i original.

733 Se t.ex. *Alla barn har rätt till teknikundervisning*, Teknikföretagen, 2005.

734 I CETIS undersökning *Teknik i 100 skolor* (opublicerad) från år 1998 uppgav 69% av 6-9 skolorna att Teknik integrerades med NO.

renan. Innehåll som relaterar till tekniska system har svårt att etableras. Det finns forskningsbaserade tecken på att realiseringsarenans aktörer inte nås av de ambitioner som medieringsarenans aktörer har. Göran Linde skriver:

Research on textbook use in classrooms is primarily focused on the extent to which teachers' practice matches the content of textbooks. The overall impression from the research is that there is a wide variation between teachers and between textbook uses in different subjects and levels. There are also prevailing tendencies for teachers to exercise independent control over the curriculum by using the texts and other materials selectively.⁷³⁵

Detta är inte helt i linje med denna avhandlings resultat. Lärare i Teknik kan av tre skäl inte anses skyldiga till selektiv läromedelsanvändning. För det första har de, som en effekt av den distribuerade läroplanen, ett reellt utrymme att just utöva kontroll över den lokala läroplanen. För det andra beror en sådan kontroll på förmågan att kunna tolka och omvandla en teknisk kunskapsskultur till didaktisk verksamhet – speciellt med avseende på tekniska system. Det tycks som om lärare till stora delar saknar denna kunskap. För det tredje är läromedlen inte utvecklade för att bistå lärarna med systemrelaterat undervisningsstoff. När det väl görs, så omfattas teknikinnehållet i stor uträkning av både artefaktens och naturvetenskapens hegemoni. Här har läromedelsproducenter en ganska lång väg att vandra. Hur väl lärare följer läromedlen när det gäller undervisning om tekniska system, är alltså fel fråga att ställa.

Avsnittet om naturvetenskapens hegemoni är inte en kritik mot naturvetenskaplig undervisning som sådan, utan vill visa på de effekter denna tradition får för *talet om tekniska system* i skolan. Den begränsar möjligheten att tänka i systemperspektiv över den konstruerade världen, att se detta alternativ.

Produktionskedjornas starka position

”Från tall till pall” är ett av de arbetsområden som är arketypiskt för linjära produktionssystem.⁷³⁶ Inom *talet om tekniska system* är det just undervisning om processsystem och ledningsburna system, som järnväg, telefoni eller VA-system, som har en ledande roll och vi har tidigare sett flera exempel på detta.⁷³⁷ Dessa system ges oftast en *linjär* beskrivning och diskursen bygger därför starkt på undervisningsfokuset *relationen mellan komponenterna*.⁷³⁸ Systemspråket som länkar tydligast till detta fokus är det *ontologiska*. Definitionen av systemet ut-

735 Linde, 1993, s 35.

736 Se häftet med samma namn från projektet *Barn och teknik*, Skolöverstyrelsen, 1980c.

737 Se framför allt avsnittet *Etablerade tal om tekniska system* i kap 7.

738 Jämför Kaijser, 1994, som bl.a. talar om starkt och svagt kopplade system, s 74.

går från hur det omvandlar och förädlar en naturlig resurs, vars bana man följer genom systemet.⁷³⁹

Jag vill ställa detta i relation till gränsdragningsfrågan. Ur ett systemteoretiskt perspektiv kan *linearitet* anses bekymmersamt. Boel Berner beskriver bl.a. vilka problem som uppstår när man försöker beskriva stora socio-tekniska system som linjära processer. ”Det är mycket svårt, för att inte säga omöjligt att göra petrokemiska industrier, kärnkraftverk, rymdfärjor – eller universitet – mer linjära, d.v.s. mer lika ett monteringsband i en bilfabrik.”⁷⁴⁰ Den komplexa interaktivitet som präglar denna typ av system är en starkt sammanflätad väv av beroenden. Men i ett didaktiskt perspektiv måste vi ställa frågan om vilka för- och nackdelar en linjär beskrivning har för elevernas förståelse av den konstruerade världens komplexitet. Kanske är den ett sätt att göra omvärlden ”begriplig och synlig”?⁷⁴¹

Tekniska systemen i historiskt ljus

Den *teknikhistoriska emfasen* stärks under den studerade perioden. Vi finner detta både inom medieringsarenans läromedel, i Lpo94-kursplanens utvecklingsperspektiv och hos lärarna på Draghedaskolan. Det sociotekniska intresset för tekniska systems utveckling, så som det framträder till exempel inom SCOT-forskningen, använder ofta ett *ontologiskt systemspråk*. På liknande sätt talar man på *medieringsarenan* om telefonsystemets utveckling ungefär på samma sätt som man talar om hur bilen utvecklats, genomgått förändringar, funnit sin form etc. ”Hur kommunicerade man för 100 år sedan?” ”Hur såg telefonerna ut då?” Återigen är det artefakterna som skuggar systemet och därmed även människans roll i teknikutvecklingen. Hon framträder mest som brukare eller uppfinnare av en apparat. Det teknikhistoriska inslaget blir även *diskontinuerligt*. De över tid utsträckta processer av växelverkan mellan omgivning och system, mellan de drivkrafter och de förutsättningar som för den tekniska utvecklingen framåt, hamnar i skymundan.

Teknikhistorikern Bosse Sundin ger i sin lärobok i *Teknik* för mellanstadiet från år 1998 ett argument för sitt fält genom att låta en av bokens huvudkaraktärer säga:

Den teknik människor använt under historien från stenåldern till vår tid har förstås förändrats. Teknikens utveckling förklarar många skillnader i sättet

739 Jmf Heideggers påstående att människan ser på naturen som en ”vilande resurs” för människan att använda efter eget godtycke. ”The Question Concerning Technology” i Scharff & Dusek, 2003, s 256 f.

740 Berner, 1999, s 130.

741 Citatet är hämtat från den reviderade kursplanen i Teknik inom Lpo 94, Skolverket, 2000b. Jämför även Sjögren, 1997.

att leva. [...] På samma sätt kan vi gissa att teknikens utveckling kommer att medföra stora förändringar i framtidens samhälle. Vi kan inte veta exakt hur det blir. Men om vi vill förstå hur teknikens utveckling påverkar oss kan historien vara till stor hjälp.⁷⁴²

Men det är svårt att finna argument för att utkristallisera en *teknikhistorisk bildningsemfas* som explicit relaterar till system. Tyngdpunkterna hos denna emfas finner man i stället på flera plan. Teknikhistorikern Jonas Hallström argumenterar för teknikhistorians roll och menar att den kan ge perspektiv på såväl teknik som teknikämnet. De perspektiv han framhåller är ett filosofiskt och sociologiskt perspektiv, ett existentiellt perspektiv, ett tekniskt utvecklingsperspektiv och ett kritiskt, samhällsförändrande perspektiv.⁷⁴³ Tillsammans med tekniksociologen Per Gyberg har han utvecklat en teoretisk grund för teknikhistorian i ett didaktisk ljus, där systemaspekterna får en framträdande roll.⁷⁴⁴

Människans roll i talet om tekniska system

Hur ska man förhålla sig till människans roll? Är hon i eller utanför systemet? Frågorna har koppling till de två hegemonierna ovan.

Sprunget ur de år som skiftade från Sputnikoptimism till Tyst vår-dystopi, fick medvetenheten om teknikens globala effekter på vår miljö ett genomslag in i samhällsdebatten. Femton år senare märks detta tydligt i läroplansarbetet inför Lgr 80.⁷⁴⁵ Den bild som möter läsare av styrdokument och läromedel i teknik är dock övervägande *teknikpositiv*. Till del beror detta på det sätt som människans roll relativt tekniken framställs. Med en alltför teknifierad syn på den konstruerade världen blir människan inte en del av den. Kärnkraftverket avbildas med sin reaktor, men inte en människa syns till.⁷⁴⁶ *Artefaktens hegemoni* leder till stor del mot en syn där människan reduceras till producent, passiv konsument och brukare av produkter.⁷⁴⁷ Det starka fokus som riktas mot *system som en samling komponenter*, och den sammanhangskomplexifiering som ofta följer det *linjära undervisningsfokuset* utåt från artefakten, medför att människans roll i systemet

742 Sundin & Norderyd, 1998, s 10.

743 Hallström, 2007.

744 Hallström & Gyberg, 2009a.

745 Redan i Lgr 69 kan man se inslag av en starkt omsorg om naturen.

746 Se *Exemplet energisystem* i kap 7.

747 Lars Ingelstam, 2002, lyfter fram detta problem och skriver att "[...]systemforskning har svårt att erkänna användaren, brukaren, människan, som en central del i systemet, snarare än en perifer del av det – eller i värsta fall enbart en störande faktor i omgivningen." I kap 9 i boken *System – att tänka över samhälle och teknik* ger Ingelstam en bild av forskningsfältets länk till humanistiska tanketraditioner.

osynliggörs. På liknande sätt betraktas människan ibland som ett bekymmer, en storkälla i det naturvetenskapliga laboratoriet vilken bör reduceras bort när man provar lagarnas robusthet. De två hegemoniska diskurserna undertrycker möjligheterna att se på tekniken som en social konstruktion och verksamhet när vi talar om tekniska system. Trots att ett sociotekniskt intresse framträder allt starkare på arenorna är det lätt att systemtankar och systemteorier uppmärksammas på ett sätt där människan osynliggörs. Systemen identifieras snarare, eller allt oftare, på en samhällsnivå än från en individnivå. Ingelstam menar därför att det är av stor vikt att den framtida tekniska forskningen utifrån en *demokratiaspekt* har en humanistisk ledstjärna.⁷⁴⁸

Hur talar man på arenorna om undervisningsinnehåll som länkar de tekniska systemen till människan och vilka följemeningar förmedlas? Vad jag kan finna har den *medborgerliga emfasen* varit en pådrivande faktor för att lyfta fram frågor om människans beroende av systemen, hennes möjligheter till kontroll över dem liksom för konsekvenser av användningen av dem.

På arenorna relateras problematiseringen av systemens gränser mycket sällan till frågor om systemen där människans roll kan inkluderas. Därmed understöds ett teknocentriskt perspektiv, ofta genom ett *S&R-språk* kombinerat med en *industriell emfas*. Det uppstår därmed en spänning mellan dessa och den bildningsemfas som sätter de medborgerliga idealen högt. Likaså gäller detta för *HU-emfasen*. Människans roll och ansvar i frågor som rör tekniska systems relation till sin omgivning undertrycks när gränsdragningsfrågan blir oklar eller negligeras. Vi har sett exempel på det från *medierings-* och *realiseringarenan*.

Teknikens beskrivning inom Lgr 80 bygger förvisso på tanken att eleverna ska lära sig att kritiskt granska tekniken i samhället, inte minst dess påverkan på miljön. Men för en möjlig behandling av ett systemrelaterat innehåll var teknikämnet inom Lgr 80 alltför vagt i konturerna. Här finner vi också en tvetydighet mellan den med allt större styrka framspringande *medborgerliga emfasen* och andra regelkategorier som etablerats. Som vi ser i studien kopplas människans roll vid denna tid oftast till *den industriella emfasen* och *hantera vardagenemfasen*. I kommentarmaterialet inom Lgr 80 är *hantera vardagensemfasen* så stark att den tar överhanden. De demokratiska och medborgerliga möjligheterna med elevens tekniska bildning framstår där med en ganska blygsam ambition:

Slutligen kan det sägas vara en demokratisk rättighet för varje medborgare att i sin grundläggande utbildning få kunskaper som gör att hon kan lösa

⁷⁴⁸ Ibid., s 295 ff.

smärre tekniska problem och klara av enklare reparationer för egna behov men också för att kunna hjälpa andra.⁷⁴⁹

I *Skola för bildning* förs civilisationskritiska resonemang i förhållande till människans teknikanvändning.⁷⁵⁰ Teknikkursplanen inom Lpo 94 lyfter värderingsfrågor som ett viktigt innehåll och man nämner där t.ex. ”intressekonflikter, förändrade livsvillkor och ekonomiska konsekvenser som kan uppkomma i samband med olika typer av teknikanvändning”.⁷⁵¹ Även på *medieringsarenan* beskrivs människans roll i förhållande till systemen med en *medborgerlig emfas*. Här används ett *S&R-språk* för att beskriva relationen, hon har möjligheter att styra tekniken. Men det är en svag framskrivning av detta i läromedlen när det gäller de tekniska systemen. Vad läromedlen allt mer trycker på är en *HU-emfas*. *Miljöspråket* förskjuts här från en biocentrisk till en antropocentrisk variant. Det är inte enbart omsorg om naturen, utan en rädsla för hur naturen ska slå tillbaka som lyfts fram. Vi ser även en rörelse från en individuell nivå, via en nationell till en global. På *realiseringarenan* framträder hur *HU-emfasen* och *miljöspråket* också blir en inkörsport till ett mer utvecklat systeminnehåll där människan får en roll, om än begränsad.

Sammantaget kan vi således se att den *medborgerliga emfasen* har stärkts under perioden från 1990-talets mitt och framåt, både på *medieringsarenan* och på *formuleringsarenan*. Kursplanen för Teknik inom Lpo 94 har ett tydligt medborgerligt anslag. Men de *undervisningsfokus* och *systemspråk* som kommer till uttryck på arenorna svarar ännu inte mot den *medborgerliga bildningsemfasens* drivkraft på ett sätt som kräver ställningstagande kring människans roll. Från mitten av den undersökta perioden vidgas *talet om tekniska system* något och öppnar för mer teknikkritiska överväganden. Kombinationen av *HU-emfasen*, *miljöspråket* och undervisningsfokuset *systemets relation till omgivningen* hade hittills mest riktats mot teknikens effekter. Nu framstår denna kombination som ett politiskt, etiskt tema i *talet om tekniska system*. Människan och därmed eleven måste engageras att se sin roll i samspelet mellan de tekniska systemen, samhället och naturen. Detta är ett viktigt resultat jag vill peka på.

Även om detta politiskt etiska tema har utvecklats över tid, har argumenteringen för temat framträtt genom hela den undersökta perioden. Tydligast sker detta på *medieringsarenan* och *formuleringsarenan*. Redan kring 1980 är detta framträdande. Björn Andersson skriver i *Barn och teknik*:

749 Skolöverstyrelsen, 1991.

750 Läroplanskommittén, 1992, s 257, 259.

751 Skolverket, 2000b.

En väsentlig uppgift för skolan måste vara att återställa tron på att människan kan ta itu med problemen på ett konstruktivt sätt. Genom att eleverna redan på ett tidigt stadium konfronteras med teknik och utvecklingsproblematik på ett allsidigt sätt kan fler förväntas aktivt medverka och vilja lösa problemen.⁷⁵²

I Elgström och Riis lyder motsvarande formulering ur deras analys av hur utbildningspolitiker såg på teknik runt 1980:

I vårt teknikimpregnerade, komplexa samhälle behövs en god och bred teknisk allmänbildning. Den behövs för att det samhälle i vilket människor lever sina liv skall bli och vara psykologiskt och praktiskt begripligt för dem. Den behövs också av demokratiska skäl; för att kunna vara med i den styrningen av och kontrollen över den moderna tekniken, för att kunna bilda opinioner och delta i samhällslivet behövs en teknisk allmänbildning.⁷⁵³

God teknikundervisning bör vara tillgänglig för alla, så att eleverna kan förhålla sig på ett informerat kritiskt sätt till tekniken och dess utveckling, menar man. Härvidlag är teknikens roll i relation till både natur och omgivande samhälle viktig att belysa. Andersson, liksom Elgström och Riis, uttrycker också att teknik bör studeras så att dess relation till miljön kan behandlas i undervisningen. Det är då främst miljöförstörelsens effekter man tänker på. I båda texterna finns en anti-deterministisk hållning till tekniken. Man vill ingjuta hopp om att det går att rätta till problem med hjälp av kunskaper om teknik. Det som efterlyses är alltså ett förhållningssätt till tekniken och de tekniska system som säger att det är möjligt att styra dem, att kontrollera dem och att påverka inte bara teknikens egen utveckling, utan också det mänskliga samhället. Det är tydligt att man anser att ett teknikämne inte enbart ska omfatta kunskaper i konkret teknikhantering, utan även människans förhållande till komplex teknik och till systembyggande. Teknisk kunskap är, i deras ögon, en ouppplösligt förenad del av den mänskliga kulturen. Därför borde den ge utrymme för moraliska ställningstaganden i allt från våra egna val av teknikanvändning, till ingenjörens eventuella tveksamheter och ”whistle-blowing”.⁷⁵⁴ I detta hänseende utgör de tekniska ting eller artefakter vi människor hanterar i många fall ett sorts gränssnitt mot något mer komplicerat, ett handtag till en dörr att öppna mot ett större rum. När de blickar framåt är det inte ingenjören de ser som förebild för skolämnet Teknik. Själva emfasen för ämnet anger de som en

752 Skolöverstyrelsen, 1979, s 18.

753 Elgström & Riis, 1990, s 232.

754 De som har kunskap om och makt i systemen anses ha ett särskilt moralisk ansvar att blåsa i visselpipan. Se t.ex. Hannay & McGinn 1980.

”perspektivgivande allmänbildning” om tekniken och teknologin.⁷⁵⁵ Man kan ana starka influenser från SCOT-områdets forskning kring stora sociotekniska system. Dock skulle det dröja innan denna tog någon plats på de tre arenorna.

Det sociotekniska intresset för människans producerande och användande av tekniska produkter lutar i hög grad mot en *medborgerlig* *emfas*. Vi bör alla förstå något om tekniska system. Vikten av att sådant undervisningsinnehåll får utrymme i teknikundervisningen hålls även fram av flera internationella teknikdidaktiska utbildningsforskare.⁷⁵⁶ Lars Lindström menar att

Teknik som allmänbildande ämne kan inte ha som målsättning att kritiklöst anpassa människan till den vetenskapligt-tekniska revolutionen. Teknik i skolan bör i stället vägledas av personlighetskravet samt göra eleverna förmögna att själva ta ställning till och handla i medvetande om de möjligheter och risker som den tekniska utvecklingen rymmer.⁷⁵⁷

Om man nu har ett ämne som, framför allt på formulerings- och medieringsarenan, motiveras med så stark *medborgerlig* *emfas*, är det förvånande att den anvisade politiska och etiska riktningen inte får mer utrymme än vad jag funnit. Teknikens systemiska karaktär och dess påverkan på allas våra liv kräver att teknikundervisningen också behandlar komplicerade frågor om vår omvärld från ett perspektiv där teknikens centrala roll tas på allvar. Systemtänkande skulle kunna vara ett redskap i detta arbete. Hur det ska gå till rent konkret i skolans praktik och på vilka sätt undervisning med systemförtecken kan utvecklas, är en fråga för vidare forskning.

Begreppsbristen på tre arenor

Systemansatserna på de tre arenorna har långsamt utvecklats. Kanske kan man också säga precis tvärtom – i ett skolperspektiv har ämnet genomgått en snabb förändring. En notering jag gjort, och som lyser igenom i beskrivningen av arenorna, är att kunskapsområdet kring tekniska system är relativt fattigt på begrepp.

På *formuleringsarenan* har det funnits begränsningar för att i kursplanerna utveckla någon systemrelaterad begreppsapparat anpassad för skolan. Inom Lgr 80 var teknikämnets identitet alltför svag för att kommentarmaterialet skulle behandla detta med större skärpa och kopplingen till naturvetenskapen stod i

⁷⁵⁵ Elgström & Riis, 1990, s 230.

⁷⁵⁶ Se t.ex. Petrina, 2000b, Petrina, 2000a, och Compton & France, 2007.

⁷⁵⁷ Lindström, 2006, s 28f.

vägen. Projektet *Barn och teknik* rannsakar i retrospektiv sin egen brist av systemansats och till Lpo 94 blev det inget av det utlovade kommentarmaterialet för Teknik.⁷⁵⁸

Vad man kan se är att några centrala begrepp från styr- och reglerområdet tagit sig in på såväl *formuleringsarenan* och *medieringsarenan* som hos lärarna på *realiseringsarenan*. Likaså har hierarkiska begrepp som komponent och delsystem slagit rot. Automation, input och output och återkoppling nämns. Det sociotekniskt intresserade forskningsfältet har en något kortare historia än det cybernetiska inom systemvetenskaperna. Kanske är detta förklaringen till varför de begrepp, modeller eller kartläggningstekniker som associeras till de sociotekniska teoribildningarna ännu inte tagit plats på arenorna. Ett ytterligare antagande är att styr- och reglerbegrepp också ligger närmare *design and make-emfasen* och den *industriella emfasen*. I båda emfaserna är produktion av artefakter i centrum för undervisningen. I läromedlen överförs inte styr- och reglerbegreppen i någon större omfattning till sociotekniska studier av t.ex. infrasystem.

På både *formulerings-* och *medieringsarenan* saknas metदानvisningar för att undervisa om tekniska system på ett mer sammanhållet och likvärdigt sätt. Detta avspeglar sig även på *realiseringsarenan*. Lärarna på Dragheadaskolan bekräftar själva detta och efterlyser fortbildningsinsatser. Redan Läroplanskommittén använder sin sista mening i betänkandet *Skola för bildning*, precis innan bilagorna tar vid, till att påpeka behovet av ”omfattande fort- och vidareutbildning av lärare” inom just det nya ämnet *Teknik och miljö*. Detta behövs, menar kommittén, för att ämnet ska ”kunna få ett meningsfullt innehåll i enlighet med kursplanens inriktning. Dessutom krävs läromedelsutveckling.”⁷⁵⁹ Det är förmodligen inte så att det finns saker som inte får sägas inom *talet om tekniska system*. Däremot kan det vara så att de två hegemoniska diskurserna jag identifierat bidragit till att systemrelaterande begrepp haft svårt att etablera sig på arenorna.

Reflektioner

Låt mig avslutningsvis reflektera över mina resultat. När det gäller skälen för att studera tekniska system finner jag, uttalat eller indirekt, kloka argument inom samtliga bildningsemfaser utom *D&M-emfasen*. Denna anser jag har en begränsad systemisk räckvidd. Jag är mer tilltalad av det *epistemologiska systemspråket* på det sätt det öppnar för frågor om systemets gränser och människans roll. Samtidigt ser jag en didaktisk bärighet i det *ontologiska systemspråket* och sättet det inbjuder till funderingar över vilka komponenter och delsystem som

758 Gustafsson, 1984, s 175.

759 Läroplanskommittén, 1992, s 316.

kan anses vara centrala. *SeR-språket* öppnar, som jag ser det, stora möjligheter i kombination med *miljöspråket* att motverka en uppgivenhet inför den komplexa och storskaliga teknikens användning och verkningar. Jag upplever att samtliga undervisningsfokus har systemrelevans. Undervisningsfokuset *system som en samling komponenter* skiljer ut sig något, men jag anser att det kan vara motive-
rat att använda i undervisning, som ett första steg mot större systemförståelse.

Att tänka över världen i termer av system innebär ett försök att göra denna komplicerade värld mer begriplig. Systemtänkandets ansats är att utveckla begrepp, teorier och metoder som möjliggör detta. Utgångspunkten är att det är *sambanden* mellan de identifierade komponenterna i systemet som kan vara mer eller mindre komplexa och svårbeskrivna. Ju mer komplexa samband, desto mer intressant ur systemsynpunkt.⁷⁶⁰ En förhållandevis hög grad av komplexitet är en förutsättning för att tala om system. Eftersom system är komplexa till sin karaktär finns det de som menar att begreppet komplexa system är en tautologi.⁷⁶¹ Det betyder också att när ett tekniskt system definieras, avses inte i förstone en beskrivning av några få komponenter där sambanden mellan dem är triviala. Vikten av att tidigt träna elevernas förmåga till systemtänkande påpekas bl.a. i det amerikanska semi-auktoritativa dokumentet *Standards for Technological Literacy*:

Most people find it easier to understand how technology works if they see it as a system comprised of connected parts. A new core idea for students at this grade level is systems thinking. Systems thinking is a practice that focuses on the analysis and design of the whole system as distinct from its many parts. Students should learn to look out a problem in its entirety by taking into account all possible requirements and trade-offs. Prior to this level, students have tended to concentrate on the parts that make up the whole. This shift in focus can be difficult, requiring many opportunities for students to develop understanding. Teachers should approach this technique as an introduction to future work in higher grades.⁷⁶²

Teknikdidaktikern Lars-Erik Björklund skriver i sin avhandling om vår förmåga att tänka i system: "Teknikens systemtänkande med hierarkiska beskrivningar är ett sätt att presentera komplex för en novis".⁷⁶³

760 Se t.ex. Ingelstam, 1996, s 24 f.

761 Karlqvist, 1996, beskriver komplexitet som beroende av ett språkligt sammanhang där system beskrivs som det icke-enkla, s 35 ff.

762 Technology for All Americans Project. & ITEA, 2000, s 38. Detta är ett läroplansliknande dokument för ett teknikämne. Det har dock ingen legal status som styrdokument, utan är att betrakta som ett kvalificerat stödmaterial till de olika delstaterna utbildningsväsen.

763 Björklund, 2008, s 147. Han menar samtidigt att förmågan att se och skapa sådana systembeskrivningar är något som är förunnat, vad han benämner, en *expert*.

I linje med detta kan jag tänka mig att när elever successivt ges möjlighet att utveckla förmågor i att identifiera komponenter och finna samband mellan dessa, kan de lära sig gränsa av system i förhållande till en omgivning. Eleverna får då tillfälle att träna sig i att fundera över återkopplingsmekanismer och informationsflöde, liksom över systemens struktur, funktion och beteende i förhållande till de frågor de ställer om dem. I och med det kan elevernas möjligheter att utveckla en teknisk förtrogenhet och bildning öka på ett sätt som gör att de, åtminstone, kan se på den konstruerade världen på ett nytt sätt.⁷⁶⁴ Inte minst gäller detta människans roll relativt systemen och de etiska överväganden som behöver göras.

I exemplet från Draghedaskolan kan vi se att det, med ganska små insatser, är möjligt att göra förändringar i undervisningen och dess innehåll så att de tekniska systemen belyses på ett bättre sätt. Samtidigt bör vi ta dessa lärares åsikt om nödvändigheten av fortbildning på allvar.

Analysen av regelkategorier och följemeningar inom *talet om tekniska system* har fördjupat insikterna om hur undervisningsinnehållets meningserbjudanden kan förstås. Annan typ av mening än den uppenbara kan lyftas fram och göras åtkomlig för analys, debatt, kritik och förändringar av både undervisning, läromedel och kursplaner. Genom att betrakta och studera detta kan tolkningar göras över hur och varför olika idéer om undervisningen har mer eller mindre starka grepp om skolans olika målformuleringar, läromedelstexter, övningsexempel, betygs-kriterier, konstruktionsutrustning, salsutformning etc.

Jag menar att det är medvetenheten om de regler och möjliga följemeningar som här utkristalliserar sig, som kan ge värde åt denna typ av forskning. Det är i mötet mellan forskningen och dess avnämare som en egentlig debatt kan äga rum. En sådan kan röra villkoren för undervisningen i en skolas tekniksalar, utvecklandet av en ny nationell kursplan för teknikämnet, såväl som en medveten hållning till olika perspektiv hos en läromedelsförfattare. Till detta hoppas jag att min avhandling kan bidra.

Vidare forskning

Den samlade diskursen *talet om tekniska system* byggs upp av uttryck från de tre arenornas diskurser. Vad som i slutänden formar klassrummets praktik och hur den tar sig ut, går utanför denna studies anspråk och räckvidd. Här finns ett

764 Se även Thorén, 1996, s 10, där han menar att det är viktigt att "även under de första skolåren introducera begreppet tekniskt system och börja observera och analysera enkla system i vardagen", och teknikfilosofen Val Dusek, 2006, som menar att teknik mer än något annat kännetecknas av sin systemkaraktär.

stort utrymmer för att bedriva vidare forskning. Vi behöver veta mer om hur elever uppfattar tekniska system, om hur de använder sig av systembegrepp, om konstruktionsarbetets och modellbyggandets representativa funktion för lärandet kring tekniska system, samt lärarnas metoder för att undervisa och bedöma elevers kunskaper om kring tekniska system. Det vore även intressant att studera hur elever tar sig an tekniska system utifrån någon av de modeller för komplexifiering som identifierats i denna studie.⁷⁶⁵ Därutöver behövs det både läromedelsutveckling och läromedelsforskning – inte enbart kring det som rör system.

⁷⁶⁵ Se kap 7, avsnittet *Komplexifiering*.

English summary

Background

Technological systems are part of our everyday lives. We use them, affect them and are affected by them. They are interwoven with our society to such an extent that we often take them for granted and they almost become invisible to us. In recognition of this, *Components and systems* is one of five dominating perspectives given in the current national Technology syllabus for Swedish compulsory school (age 6-16 years).⁷⁶⁶ The word *system* is mentioned ten times in this syllabus, with words such as *component* and *complex devices* also pointing to subject content relating to systems. However, system context knowledge has not always been a strong focus in the subject of technology in Sweden. During the last five decades of school reforms in Sweden, the subject of *Technology* has undergone significant change. The subject of Technology was initially an optional and primarily vocational subject for young boys in lower secondary school. In 1980 Technology became a compulsory subject with ambitions to be interesting for both boys and girls, but it had no syllabus of its own and was closely linked to science. In the 1994 revision Technology was positioned as a compulsory subject with a national syllabus stretching from age 6 to 16. The arguments for technological subject content in the national curriculum have also changed as the subject was revised. While they initially focused on the need for a technologically skilled work force, they now reflect a need for a broader technological literacy. This technological literacy was seen as important in the preparation of young children for a future life where they can make informed decisions based on sound knowledge of technological issues. It also encourages students to increase their awareness of questions concerning the use and consumption of technology, as well as how to identify the interplay between individuals, society, nature and technology from a historical viewpoint. Such a technological literacy focus is also set on providing students with knowledge of how to satisfy needs and solve problems with the use of technology in a manner that erases the often presupposed division of mind and hand. It is within this focus of a broad technological literacy that *Components and systems* has been identified as providing required subject content.

The academic community concerned with curriculum research on technology education for the compulsory school in Sweden has been growing over the last decades, but research on technological systems as subject content has been

⁷⁶⁶ The other four perspectives being *Development; What technology does; Construction and operation; and Technology, nature and society*. Skolverket, 1996.

scarce.⁷⁶⁷ On the other hand recent international curriculum research concerning technology education has developed and also shown interest for systemic issues and perspectives.⁷⁶⁸ Arguments have been held that "[t]he understanding of systems is essential in developing knowledge in technology".⁷⁶⁹

Purpose and research questions

The realisation of a new national curriculum depends on several factors – including such things as: different stakeholder's ambitions; the presentation of new guidelines; the competencies of the concerned teachers; the content of the text books; and the traditions concerning how to teach the subject. With such factors in mind the aim of this research was to investigate how education relating to technological systems has been dealt within schools.

The overarching question is:

How has the Swedish compulsory school dealt with the pedagogical challenge of developing subject content about technological systems?

To answer this question, the discourse of *school talk on technological systems* across three different school arenas has been the focus of the study so that pedagogical challenges and historical layers relating to the discourse can be outlined. The three school arenas are, the formulation mediating, and realisation arena. These three arenas are viewed as contexts where actions occur, things are said or written and hereby contribute to the formation of the discourse. They can be described as follows:

The formulation arena – national education agencies with the authority to write national curricula. In this thesis the empirical material studied dates from late 1970's up to 2009.

The mediating arena – an arena mainly consisting of technology text books, but also e.g. organisations arranging national technology competitions. Seventy-five different text books from the late 1970's up to 2008 have been studied.

The realisation arena – this arena includes the teachers and their ways of planning their teaching. The last national curriculum reform in Sweden distributed mandate to the local school boards and teachers to interpret the national curriculum on a local level and write local marking criteria.

767 Hagberg & Hultén, 2005.

768 Zuga, 1994, Zuga, 2004, Williams, 2000, Jones, 2003, Compton & France, 2007, Frank, 2006.

769 Jones, 2003, p 90.

These arenas have been used to widen the scope of the research. This was an attempt to use an alternative approach to the “top-down” research traditions where implementation of curricular prescriptions commonly has been the object of study. For example, the three arenas used in previous curriculum research showed a direction of a curricular flow down the school system from the formulation arena (national education agencies), to the transformation arena (teachers) and the realisation arena (events in the classroom).⁷⁷⁰

Theoretical and methodological framework

As outlined above, this research focused on the discourse *school talk on technological systems* as the object of study. To explore this, a theoretical framework developed by the science education researchers Douglas A Roberts, Peter Fensham and Leif Östman has been used.⁷⁷¹ Here the concept of *companion meanings* is central. These are parts of discursive acts where something extra is added to the subject content as conveyed by the text. Therefore, different meanings are offered to teachers and students not only by what is actually said or written, but also by what is implicit or excluded. John Dewey and J J Schwab referred to similar notions in their discussion of “collateral learning” and “meta learnings” respectively.⁷⁷²

In this dissertation three categories of companion meanings are used. These categories were partly in line with previous research but were adapted to reflect the categories that arose from the empirical data of the study.⁷⁷³ I have named the categories as follows:

educational focus – the direction of the proposed content, what students are offered to learn about technological systems

systems language – how technological systems are described and made legible through different ways of addressing the issue

curriculum emphasis – sets of messages offering meaning about why students are supposed to learn something about technological systems. Set on three arenas described above, the ambition of this thesis is to contribute to our understanding of how technological subject content can be described using companion meanings as a tool to show characteristics

⁷⁷⁰ Linde, 2000, p 56.

⁷⁷¹ See e.g. Roberts, 1994, Roberts, 1998, Fensham, 1998, Roberts & Östman, 1994.

⁷⁷² Dewey, 1998 (i original 1938) and Schwab, 1962.

⁷⁷³ Östman, 1995; Östman, 1998.

and changes in the discourse *school talk on technological systems*. The process of analysis is abductive and iterative.⁷⁷⁴

Interventionist Phase

Interactive research methods were used to investigate the *school talk on technological systems* on the realisation arena during a more than two year long project with a group of technology teachers in a Swedish lower secondary school.⁷⁷⁵ In this project the aim was to develop the school's technology education towards content with a stronger link to systems.

Textual Analysis Phase

Textual analysis research methods were used to investigate the *school talk on technological systems* on the three arenas. As a part of the text analysis method, a broad synthesis of systems theories were compiled into a set of *systems significants*.⁷⁷⁶ These significants were used in two ways.⁷⁷⁷ Firstly for the purpose of telling when something related to technological systems was expressed on the arenas (reading-in). Secondly for the analysis and interpretation of the companion meanings through: how system-related content is expressed; in what way it could be expressed instead; or if something is excluded (reading-out).⁷⁷⁸ Eleven clustered groups of concepts make up the partly overlapping and mutually dependent *system significants* as follows:

1. The technical core of a system
2. Hierarchies, sub-systems, components
3. Connections and wholeness
4. System boundary and surrounding
5. Isolated, closed or open systems
6. Control, feedback, flow of information
7. Systems' functions and behaviour, processes, models
8. Scale and complexity
9. Dynamics, development, change

774 The abductive process is introduced by CS Pierce, and is referred to in Kirkeby, 1994.

775 Carr & Kemmis, 1986, Carr, 1995, McTaggart, 1997.

776 E.g. Bertalanffy, 1973, Wiener, 1954, Bijker, m.fl., 1987, Capra, 1996, Churchman, 1979, Elul, 1980, Hughes, 1987, Ingelstam, 1996.

777 Compare to discursive "floating significants", Howarth, 2000.

778 Reading-in and reading-out, see Säfström, 1999, p 241, Säfström, 1994.

10. Socio-technological perspectives

11. Systems for innovation, conditions for production.

One of the main features systems theories share, and thus link the *system significant*s together, is that the theories are more holistic and build on an alternative view to the reductionistic, atomistic and causal theoretical perspective represented by physics.

Results

The results of the analysis of the three arenas are presented in two ways in this dissertation. First, the companion meanings found on all three arenas are shortly described in a table (see below), which summarises the character of different meanings offered to teachers and students depending on what is expressed or not expressed. Second, each arena is discussed in detail. These discussions were arrived at by feeding the categories of companion meanings found (as given in the table below) back into the analysis process as a tool to clarify themes and orders of discourse within the *school talk on technological systems* on the three arenas. Changes in the discourse over time are also captured.

Categories of companion meanings and their characteristics

Educational focus	Characteristics
Scale/complexity	Systems are described as something large rather than complex. The difference between artefact and system is not discussed.
Systems as a collection of components	Focus is set on the components. Systemic properties are not regarded as important.
Relation between components	Presented as a structure (linear, circular, hierarchical, web), not showing the way components depend on each other. Flow charts mainly show material, sometimes energy or information, but seldom signals controlling the system.
The system's interaction with its surrounding	The system affecting its surrounding is the dominating way to show this. A reciprocal view of interaction is scarcely represented.

System language	Characteristics
The ontologic language	The system exists. A system is defined on its materiality level. Questions concerning system boundaries are suppressed.
The epistemologic language	Based on questions concerned with what, why and how we want to know about large and complex technology. System boundary issues become important.
The environmental language	Focus is set on the surrounding. The surrounding is used as a background and the system appears in contrast to this. Biocentric and pointing towards ethical aspects of technological systems in a future perspective.
The control language	Cybernetic, anti-deterministic and technocentric.

Curriculum emphasis	Characteristics
The design-and-make emphasis (D&M)	To be inventive. To design and make products. Manufacture. Learn to make models.
The industrial emphasis (Ind)	Preparing for careers in production systems, industrial design and engineering. Working life experiences are central. Utilitarian, imperialistic and commercialized point of view towards natural resources.
The sustainable development emphasis (SD)	Ecocentric. Problematising the technological “good/bad” dualism, but pointing at technology’s role as a destroyer. More descriptive than action-oriented.
The coping with your everyday life emphasis (EvD)	Anthropocentric. How to handle system dependent artefacts. In line with this, human responsibilities towards technological systems are put on an individual level.

The democratic citizen emphasis (DemC)	Important to understand the human role. Readiness for action on a societal level. Anti-deterministic and counter-active in respect to defeatist tendencies.
The techno-historical emphasis (THi)	It is important to understand the development of technological systems. Likewise, recognising driving forces and conditions for change is important knowledge when discussing possible choices to make for the future.

Discussion of each School Arena

The formulation arena

The pedagogical challenge to put subject content relating to technological systems into the national curriculum has been a difficult process. In the late 1970s we can identify ambitions to change the Technology subject away from its *Ind-emphasis*, stemming from the last two national syllabuses of 1962 and 1969, to the broader technological literacy focus of the more recent syllabi. Five themes affecting the introduction of system related content were found in this part of the investigation period. Firstly, the revised national curriculum of 1980 (implemented 1982/83) was thematic and cross-disciplinary. There technology was affiliated with physics, chemistry and biology. This “Natural Science subject” was interdisciplinary and comprehensive in character, and presented the subject content in three strands: *The human being*, *Man and nature* and *Human activity*. The technology parts of the syllabus were seen as contexts for science; it was a stage where the laws and theories of science could be illustrated to the pupils. This was made possible because technology was viewed as applied science and the integration between the subjects was based on weak descriptions of technological knowledge. Secondly, one of the leading ideas for students’ ways of learning permeating the whole national curriculum was “an investigative method”, pointing towards contacts with the surrounding society. But with a weak Technology subject the teaching method got a strong emphasis on scientific investigation and laboratory work, thus really hindering a systemic approach. Thirdly, arguments were put forward that the new Technology subject ought to be practical. This was motivated by pupils’ need of techno-practical experiences and skills to cope with every-day technology and to get acquainted with different work-related issues in a time when “man is surrounded by an increasing amount of technological means”.⁷⁷⁹ Technology was regarded as a

⁷⁷⁹ Skolöverstyrelsen, 1980, p 16. (My translation)

practical refuge in an over-theorised school. Fourthly, from a systems perspective the *Human activity* strand could potentially be seen as an entrance point. Even though the only time technological systems were mentioned as “communication systems” and explained as transport systems, other parts of the strand included content linking to technological systems like fresh water and sewer systems, energy systems, traffic and “[h]ow goods are developed from ideas to finished products”.⁷⁸⁰ Fifth, the role of technology was acknowledged when the curriculum expressed environmental concern. This was done in relation to “problems in the technically complex society we live in”.⁷⁸¹ Without clear system references the educational foci used in the 1980 curriculum were *systems as a collection of components*, *the relation between components* (linear) and *the system's interaction with its surrounding* (from system to surrounding). The system languages discernable were *the ontological* and *the environmental* languages. The emphases underlining the systems approach were the *EvD-*, the *Ind-* and the *SD-emphases*.

Ten years later, in 1991, the National Agency for Education (NAE) published a commentary material to the Natural Sciences subjects in which technology was incorporated.⁷⁸² Regarding technological systems this was one step forward. A hierarchical systems model was used putting an educational focus on *scale/complexity*. Together with the focus on the *system's interaction with its surrounding* the *SD-emphasis* was enhanced. Recycling and energy use were mentioned. However, the relation between technology and science (mainly physics) was once again discussed. The commentary material strongly argued for technology as applied science and used laboratory work as the role model for education. One of the most prominent examples concerned *Energy* as a field of study. The technological and systemic aspects of this educational theme, e.g. content concerned with the national net for the supply of electricity, fell short of scientific exploration and calculations of transitions between different forms of energy. Production systems were also treated in a similar way, using a linear model of the educational focus *the relationship between components*, but mainly showing the technological system as a *collection of components*.

In the beginning of the 1990s an official committee report on curriculum reformation was presented to the government. Here technology was described as an important culture of knowledge. The committee suggested that a new subject, *Technology and the Environment*, should be introduced. Strong emphases were put on *sustainable development* and on arguments for education aiming

780 Ibid., p 118. (My translation)

781 Ibid., p 115. (My translation)

782 A commentary material is formally a part of the national curriculum, although not with the same authoritative status as the national syllabuses. It can be regarded as a guideline.

at strengthening the pupils to become active and *democratic citizens*. The new subject was motivated by the insight that “our world to an important and large extent nowadays consists of technological systems” and the report used socio-technical perspectives and theories.⁷⁸³ Technology was proposed to be the hub of environmental education and the educational focus was set on the *systems interaction with its surrounding*. It was obvious that the committee put a stronger emphasis on the systems, than on the artefacts. While, the committee’s proposals were only partly taken into account with regards to the role of technology in the coming curriculum, from a systems point of view, the report provided a clear way forward.

When a new national curriculum was established in 1994 the Swedish compulsory school system was provided with a Technology subject in its own right, from school year 1 to 9, and the status of a systems approach was strengthened. The national Technology syllabus was arranged around five perspectives for the study of technology. One paragraph especially concerned the perspective *Components and Systems* and gave in four sentences a broad description of technological systems, how they could be studied and what motivated this. Socio-technical and hierarchical aspects were prominent here.

“By studying individual technological solutions and their incorporation into larger systems, pupils can obtain important insights into the special character and conditions of technology.”⁷⁸⁴

Following a slight revision of the national syllabuses in 2000 Technology appeared even more strongly as a subject in its own right, including its own important knowledge culture with relation to other fields rather than a multi-disciplinary school subject. This resulted in further dissociation from the natural sciences. However, shortly after the revision a new commentary material was released. In this Technology was once again described as a context for science education. Obviously this part of the discourse has deep roots. In respect to the *system significant*s this brings tension to the pedagogical challenge to put technological systems in the curriculum.

Both the syllabus from 1994 and the revised syllabus from 2000 show that technological systems are often described with an *ontological system language*, but linear models are changed towards net models. Over all *the talk on technological systems* in the two syllabi are dominated by educational foci set on the *relationship between components* and on the *system’s interaction with the surrounding*. One of the achievement targets for year 9 states that the student

783 Läroplanskommittén, 1992.

784 National Agency for Education, 2000.

should be able to “analyse the advantages and disadvantages of the impact of technology on nature, society and the living conditions of individuals”.⁷⁸⁵ An *environmental* and a *control language* combined with emphases put on developing *democratic citizens* and on *sustainable development* accentuate a political theme in the discourse. The message is anti-deterministic – humans do have possibilities to control technological systems. Furthermore a *THi-emphasis* is used together with the educational focus on the *system’s interaction with its surrounding*. “By following the historical development of technology, the subject increases the scope for understanding today’s complicated technological phenomena and contexts”.⁷⁸⁶ The development of technological systems, including driving forces, is also mentioned in the grading criteria.

On the formulation arena a systems approach has strengthened its position in the discourse over the last 40 years. Now references to systems education can be found on several curricular levels, i.e. among motives, aims, grading criteria, content and commentaries etcetera. This has occurred at the same time as technology has been acknowledged as a distinct field of knowledge in the curricula and been dissociated from the natural sciences. With reference to the ever more complex technological society, ethical dimensions and consequences of technological decisions in a historical socio-technological perspective have also been targeted in the subject content, thus complementing a previous strong focus on artefacts. While the short syllabus and the grading criteria for Technology in 2000 do not use or provide teachers with an extensive bank of systems concepts, the students are clearly promised good education concerning technological systems.

The mediating arena

Parallel to the process of writing a new national curriculum in the late 1970s the NAE initiated a development program for the subject-to-be Natural Sciences (Biology, Chemistry, Physics and Technology). The aim of the project was to investigate the conditions for Technology education, especially in the early years (year 1-6). From 1978-1982 the project produced thirteen thematically arranged booklets, including proposed and tested teaching sequences. The booklets discuss the scope of a Technology subject based on technological sectors (i.e. transportation, production, agriculture, medicine, communication, weapons, buildings etc.) and argue that a systems approach to learning technology could be beneficial in relation to these. The approach built on ideas from general systems theory and cybernetics, showing both the *democratic citizen* and *coping with your the everyday* emphases. It is notable that the results of the

785 Ibid.

786 Ibid.

project did not get any attention from the curriculum group within the NAE. When evaluating the project the investigator Christina Gustafsson pointed out that the systems approach had been lost and that “approximately 60 % of the technology activities had resulted in a ‘thing’”.⁷⁸⁷ In retrospect, she said, the ambitious setting of the project should have been complemented with a stronger definition of the Technology subject, stressing the systems approach.⁷⁸⁸

Text books for the Technology subject can be divided into two overlapping periods – an early period (1980-1996), and a late period (1994-2008). The analysis of 75 Swedish Technology text books shows that almost every teaching material and teacher’s handbook use an *ontological language* – i.e. systems *exist*, they have names. When systems are mentioned almost anything goes – from the smallest to the largest, from the less complex to the ones with infinite amounts of components. The educational focus is set on *scale/complexity*, but the boundaries of the systems are not discussed and the definitions of what a system can be are vague. Systems are also illustrated with a great variety of pictures. The early period shows maps over large infrastructural systems and exploded views of motors and power plants, while the late period shows cross-section CAD drawings of such things as dish washers in a how-stuff-works tradition, and graphic coloured illustrations of larger technological systems in linear models. The electronic circuit diagram can be found throughout the early and late period.

In the text books, an ambition can be found to show pupils the complexity of ‘the made world’ and to make systems discernable and comprehensible. The three main strategies used were:

1. Naming a technological system and filling it up with possible components. The educational focus used is *system as a collection of components*. For example, the telegraph system. Lots of components are mentioned, but there is no focus set on the system level.
2. Taking an everyday artefact to show its system dependency. The aim is to show that almost every artefact can be put in connection with something else. For example, to its own production history, as a start or stop in a distribution system, or its dependency on a system to work properly. The most common educational focus is *scale/complexity*, combined with an *Ind-emphasis* or a *SD-emphasis*.
3. Using a historical stance. This method is used to point out new functions at a high systemic level and the rapid shifts towards higher complexity. In this method, a *SD-* and a *DemC-emphasis* are combi-

787 Gustafsson, 1984, p 178.

788 Ibid., p 178.

ned with *the systems relation to its surrounding-focus*, emphasising the importance of techno-historical knowledge for informed speculation about the future.

The text books show two dominant discursive traditions affecting the way technological systems are approached and treated. The first concerns a *fascination for the artefact*. An example of this is how textbooks in the early part of the period show an interest in the components and subsystem of a car, but no interest in the car itself or the way the components work together. In the later part of the examined period the text books show an interest in traffic systems, but end up focusing on the car and the motor. One can see that larger (and maybe more complex) systems get attention, but that focus is on the lower systemic levels. The second is *science precedence*. This can more or less be found in all text books and it reflects a view where scientific explanations are given priority of interpretation in relation to how or why technology works. In so doing, it reduces the technological subject content. For example, the combustion engine becomes an educational theme focussing on the expansion of gases and the chemical reactions between petrol and air.

Two specific systemic approaches have established a solid ground in the discourse: linear production systems and electronics. Even if cybernetic concepts like input, output, automation and feedback are frequently used, they do not seem to transfer into other system areas to be used as a method to bring explanation value to them. Another interesting observation is that the *SD-emphasis* has evolved from a national to a global perspective between the periods. At the same time the linear systems have been supplemented by more cyclic models. Only in one illustration of a technological system a human being is a part of the picture. The human-technology relation may seem of importance, but the systems approaches used show little of this. Technocentric perspectives dominate the text books, humans are rarely described as components in the systems. Together the fascination for the artefact, the science precedence, the technocentric perspective and the *ontological language* undermine the reasons why we want to know something about the technological systems. That is, it reduces the opportunities to put ethical, fair, sustainable and global issues to the students.

The realisation arena

In the interactive project between the researcher and three teachers in a lower secondary school the aim was to change the local syllabi and classroom practice towards more use of a systems approach. It was of importance to continue from the already existing local teaching projects, classroom premises and the weekly classroom time available (60 minutes per week in year 8). Hitherto, the main projects had been “The Bridge”, “The Car”, “Everyday Technology” and “Inno-

vations". The teachers had also bought eight LEGO Robolab kits and were in a planning stage to use them. During the more than two year long project the changes that took place can be briefly described as follows:

"The Bridge" was initially a project based on a strong *D&M-emphasis*. During the first semester two questions were on the teachers' initiative added to the design brief:

- What impact have bridges had on the development of society throughout history?
- Describe as thoroughly as possible how a bridge is a part of a technological system.

Next year "The Bridge" had developed into a project where the *D&M-emphasis* and the *ontological language* had subsided. Instead the *SD-emphasis* and the *environmental language* were used. The system boundaries were discussed and the educational foci had shifted from *systems as a collection of components* to the *system's interaction with its surrounding*. The teachers were concerned with putting bridges in a context, showing a greater complexity.

"The Car" as also started with a design brief for the students to build a small cart driven by a mouse trap. They also had a task to read a design chapter in the text book. The teachers used "The Car" to focus on the *relation between components*, but at the end of the project they stated that "the mouse trap car isn't much of a starting point to discuss systems".⁷⁸⁹ The brief was more focussed on producing an artefact using drilling, cutting and joining techniques, than it was on the car as a component in a system. I suggested merging "The Car" and "The Bridge" into something systemic relating to transport, but in the end they decided not to do "The Car" anymore.

"Everyday Technology" was arranged as a series of eight stations where student groups were to practically examine such things as a toilet flush mechanism, or carry out a task like changing a gasket in the pipes under a sink, putting up wallpaper or mounting a wall socket. Some of the stations had good systemic potential, I thought, for example towards infrastructural systems. Here the discourse showed its great dependence on 'materiality'. Lots of work was invested in the stations and they stood in the back of the classroom in the workshop area. This was also a reason for the teachers to stick to the station project. It obviously had a strong *EvD-emphasis*. However, this was the project that in our discussions initiated the greatest change towards a systems approach. One key question in our discussions was "what is possible to understand about systems?" A first step was to tilt the project from a "Home Sweet Home" theme to a "Your

⁷⁸⁹ Participant discussion, 051011.

Home as a System” theme. The teachers first combined it with a cybernetic input/process/output-perspective where the house walls were the system boundary. In the next year the teachers expanded the boundaries, and thus opened up for deeper discussions on system borders. They showed a holistic view in the way they talked about this project in terms of “The house, the city, the world”. A more *epistemological language* was used together with a *control language*. One of the teachers took her students on walks in the school neighbourhood using a *THi-emphasis* to motivate the students to study the infrastructural systems of the city. From an educational focus on *scale/complexity* the teachers changed to put focus on the *system’s interaction with its surrounding* and the *relation between components*. Also a shift was made towards *SD-* and *THi-emphases*. The teachers planned to have the students build models of houses as systems, or cities as systems, but for different reasons these plans were never executed.

The “Robolab project” never came to be implemented in classroom practice during the time we worked together in the research project. But the discussions about such projects were lively and showed that they put the educational focus on *the relations between components* and the *system’s interaction with its surrounding*. A *control language* was used not only when feed-back and programming using sensors and motors were mentioned. Also, a task was discussed among the teachers where the electronic control of the robot was to be compared to the genetic regulating mechanisms in the human body. This added a *DemC-emphasis* to the “Robolab project”, since it was supposed to engage students in ethical questions relating to biotechnology.

Summarising the experiences and analysis from the realisation arena I conclude that *SD-* and *THi-emphases* were successfully used as entrance points towards greater use of a more developed systems approach. These were also the emphases used to shift from an artefact-centred education (based on a *D&M-emphasis* where the *ontological language* was deeply connected to the educational focus *systems as a collection of components*) to a discourse where an *environmental systems language* was prominent.

Conclusions and discussion

This research examined the discourse *the school talk on technological systems* as staged on three arenas. Because of their different premises, the arenas have not been possible to study on an equal basis in terms of time or scope. However, I consider five significant conclusions can be made and are presented and discussed below. Firstly, expressions relating to technological systems can be increasingly found on several curricular levels. This is taken as a sign that the *school talk on technological systems* has evolved and now take place at an established position, especially on the formulation arena.

Secondly, two hegemonic discourses have in a hindering way affected the formation of the *school talk on technological systems* and the pedagogical challenge connected to this. These being:

1 The hegemony of the artefact

Subject content relating to the study or construction of artefacts is, of course, a legitimate part of a Technology subject. But the strong educational tradition concerned with construction techniques, materials, the inside of products etc. appears to have been standing in the way of the introduction of a systems approach for the understanding of technology. The educational foci *scale/complexity* and *systems as a collection of components* have together with the *D&M*- and the *Ind-emphases* been used to direct the discourse away from the systemic ambitions linked to the *DemC*- and the *SD-emphases*. Students are provided the opportunity to learn something about artefacts and components but are given little guidance as to relating them to each other and keeping a high systemic level, leaving them with little help to do such things as identify driving forces for system development, how to control a system, or how to represent their system knowledge through models.

2 The hegemony of science

In respect to the *system significant* it is clear that the *hegemony of science* rests on two key views. The first view arises from the attitude that technology is a part of science or that it is applied science – particularly physics. Technology is used as a context to illustrate scientific rules and laws, which can be seen as an acceptable ground for science education. However, the effect is that it directs the discourse away from the systemic issues around the technology at hand. Instead the educational emphasis is turned towards students' forthcoming science education and technological subject content is reduced. For example, when students are appointed the task to build a car in simple materials the aim of the project is to study friction as a scientific concept, not the different technological solutions of transmission or how to arrange the steering. Similarly, the study of the national energy system becomes a study of the nuclear reactions in the power plant, leaving questions about the energy system itself unasked and unanswered. This is underlined in the international science education discourse where the relation between science and technology has been debated and the introduction of Technology as a school subject has been regarded as a complication.⁷⁹⁰ The second view arises from the often reductionistic and causal perspective found within science education. When addressing systemic questions the search for answers is turned inwards and downwards in the systemic hierarchy

⁷⁹⁰ See e.g. Jenkins, 2007, p 273, also referring to Fensham, 2006, p 226.

in an atomistic mode. This conflicts with the *system significant*s and their interest for the wholeness of the system.

Thirdly, a significant pedagogical challenge for teachers to handle a systems approach in the Swedish school has resulted from the discourse I call *the hegemony of the production line*. In this, technology education has established a theme around production systems using an archetypical linear model of the educational focus on *the relationship between components* when mentioning systems like railways, paper mills or water supply systems.

Fourthly, there is a lack of understanding regarding the role of humans in the system discourse. Even though the *SD*- and the *DemC-emphases* have strengthened how the human relation to technological systems is problematised in the discourse, a very technocentric view is used. Humans are rarely found described as parts of a system. If anything we are outside the systems, affected by them, when the educational focus *the systems interaction with its surrounding* is used. On the other hand, one can find that the *control language* is used, pointing at our responsibilities and opportunities to regulate the (often) large technological systems that are intertwined with our society and nature. The next conclusion shows why this is not an easily achieved aim.

Fifthly, there is a lack of system concepts on the three arenas. This has made it hard to further the systems approach and allow systemic questions to be treated with any deeper meaning. Two strands of systems theory concepts have been introduced. First the cybernetic *control language* established a position. This can partly be explained by the relation to the *hegemony of the artefact*, the *D&M*- and the *Ind-emphases*. Later large technological systems (LTS) entered the discourse, but no concepts from this field of study have yet been found on the arenas.

While the first conclusion is heartening, it is of great importance to take the warning signals seriously from the four negative conclusions discussed above. The demand for in-service education is great, not only for systems approaches but for technology at large. On the educational side there is a need for more research on how technological systems can be taught in the classroom, what views on systems students can encompass or how systems knowledge is assessed.

Bilagor

Bilaga 1

Systemrelevanta delar ur kursplanen för Teknik inom Lpo 94.

1. Delar av texten som motiverar ämnets plats i läroplanen:

Orubricerad inledning (1994)⁷⁶⁶

Samhället och våra liv präglas i allt högre grad av tekniska föremål och tekniska system. Att så långt som möjligt göra vardagstekniken begriplig och synlig är därför viktigt – alltifrån de enklaste redskapen i hemmet till moderna apparater och komplicerade transportsystem. Tekniska kunskaper blir i allt högre grad en förutsättning för att kunna bemästra och använda den teknik som omger oss.

I denna kompetens ingår att utveckla kunskap om den tekniska utvecklingens roll i ett historiskt perspektiv, samt viss vana att reflektera över och praktiskt lösa tekniska problem. Därutöver krävs en förmåga att analysera och värdera samspelet mellan människa – samhälle – teknik – natur. Vårt nyttjande av teknik, och dess konsekvenser för miljön, reser en rad etiska frågor som berör grundläggande värderingsfrågor. Förutom naturen påverkas också många andra sidor av tillvaron: arbete, boende, friluftsliv etc. Olika gruppers möjligheter att utöva inflytande och makt är i hög grad beroende av hur tekniken utformas och utnyttjas i samhället.

Ämnets syfte och roll i utbildningen (2000)⁷⁶⁷

Samhället och våra livsmönster präglas i allt högre grad av användandet av tekniska föremål, som i sin tur ofta ingår i tekniska system. Att så långt som möjligt göra vardagstekniken begriplig och synlig är därför ytterligare ett syfte. Detta innefattar alltifrån de enklaste redskapen i hemmet till moderna apparater och komplicerade transportsystem. Tekniska kunskaper blir i allt högre grad en förutsättning för att kunna bemästra och använda den teknik som omger oss. Som medborgare i ett modernt samhälle behöver man en grundläggande teknisk kompetens, som man dessutom ständigt måste kunna utvidga och anpassa. I denna kompetens ingår såväl kunskap om den tekniska utvecklingens roll i ett historiskt perspektiv som viss vana att reflektera över och praktiskt lösa

⁷⁶⁶ Skolverket, 1996, s 91, orubricerad inledning.

⁷⁶⁷ Skolverket, 2000b, s 112, under inledningens rubrik "Ämnets syfte och roll i utbildningen".

tekniska problem. Därutöver krävs förmåga att analysera och värdera samspelet mellan människan, tekniken och våra möjligheter att existera. Nyttjandet av teknik reser nämligen en rad etiska frågor som berör grundläggande värderingar, till exempel vad gäller teknikens konsekvenser för miljön. Också många andra sidor av tillvaron, som arbetsliv, boende och fritid, påverkas av tekniken. Individens och gruppernas möjligheter att utöva inflytande och makt är i stor utsträckning beroende av hur tekniken utformas och utnyttjas i samhället.

2. Det perspektiv inom kursplanen som tydligast pekar mot tekniska system:

Komponent-systemperspektivet (version 1994)

Tekniken består av mer eller mindre avancerade komponenter, som i sin tur kan bilda mer eller mindre komplexa system. Genom att studera enskilda tekniska föremål och deras infogning i komponentredskap/maskinsystem kan eleverna få viktiga insikter om teknikens speciella karaktär och villkor. En sådan analysmetod kan tillämpas på äldre och nyare teknik, på såväl enkel som komplicerad teknisk utrustning.

Ett exempel på detta perspektiv är mjölkens väg från ko till kylskåp som illustrerar för- och nackdelar med olika tekniska lösningar, t.ex. ur miljösynpunkt.⁷⁶⁸

Komponenter och system (rev 2000)

Föremål med teknisk funktion ingår nästan alltid, mer eller mindre nära sammanlänkade, som komponenter i större system. Exempel på stora system är de nät som förmedlar gods, energi eller information medan vagnar, kraftledningar och datorer är komponenter i dessa system. Ibland är det också meningsfullt att definiera delsystem, dvs. mellannivåer i systemhierarkin. Genom att studera enskilda tekniska lösningar och deras infogning i större system kan eleverna få viktiga insikter i teknikens speciella karaktär och villkor.⁷⁶⁹

⁷⁶⁸ Skolverket, 1996, s 93.

⁷⁶⁹ Skolverket, 2000b, kursplaner och betygskriterier reviderade 2000.

BILAGA 2

Granskade tryckta läromedel

A&W

Teknikboken. Lärarbok: sagor, idéer och inspiration, Hagland, 1996, Almqvist & Wiksell

Teknikboken, Hagland, 1997, Almqvist & Wiksell

Försök med teknik, Norkvist, et al., 1997, Almqvist & Wiksell

Bonniers

Bonniers Teknik: för grundskolans senare del. [Faktabok], Nettelblad, 1999, Bonnier utbildning

Bonniers Teknik: för grundskolans senare del. [Studiebok], Nettelblad, 1999, Bonnier utbildning

Bonniers Teknik: för grundskolans senare del. [Lärarpärm], Nettelblad, 1999, Bonnier utbildning

Bonniers Teknik [Studiebok], Nettelblad, 2006, Bonnier Utbildning

Bonniers Teknik [Faktabok], Nettelblad, 2006, Bonnier Utbildning

Teknik direkt,[Faktabok], Börjesson m.fl., 2008, Bonnier utbildning,

Teknik direkt [Lärarhandledning], Börjesson, m.fl., 2008, Bonnier utbildning

Ekelunds

Teknik i flera perspektiv, Thorén, 1996, Ekelund

Skapande teknik. Elevpärm, Rogala & Ali, 1996, Ekelund

Skapande teknik. Faktapärm, Rogala & Ali, 1996, Ekelund

Skapande teknik. Lärarpärm, Rogala & Ali, 1996, Ekelund

Den nya tekniken. 2, Fakta/Lärarpärm, Rogala & Ali, 1999, Ekelund

Den nya tekniken. 2, Elevpärm, Rogala & Ali, 1999, Ekelund

NT: arbetsboken i teknik, Lindahl & Starck, 1999, Ekelund

NT: läarpärmen i naturvetenskap och teknik, Lindahl & Starck, 1999, Ekelund

NT: handboken i naturvetenskap och teknik, Nordling, et al., 1998, Ekelund

Esselte / Liber

Teknikboken: högstadiet. Faktabok, Karlsson & Sjöberg, 1981, Esselte studium

Teknikboken: högstadiet. Studiebok, Karlsson & Sjöberg, 1982, Esselte studium

Teknikboken: högstadiet. Lärarhandledning, Karlsson & Sjöberg, 1982, Esselte studium

NO-teknikboken: för högstadiet. Faktabok, Karlsson & Sjöberg, 1988, Esselte studium

NO-teknikboken: för högstadiet. Studiebok, Karlsson & Sjöberg, 1988, Esselte studium

NO-teknikboken: för högstadiet. Lärarhandledning, Karlsson & Sjöberg, 1989, Es-selte studium

Teknikboken: högstadiet. Teknik åk 7: studiehandledning, Karlsson & Sjöberg, 1993, Liber-Hermod

Teknikboken: högstadiet. Teknik åk 8: studiehandledning, Karlsson & Sjöberg, 1994, Liber-Hermods AB

Natur och kultur

Tekniklära (Lärarhandledning), Sjöberg, 1993, Natur och kultur

Tekniklära: för högstadiet, Sjöberg, 1995, Natur och kultur

Teknik: för grundskolans senare del. Elevbok, Sjöberg, 1997, Natur och kultur

Teknik: för grundskolans senare del. Lärarpärm, Sjöberg, 1997, Natur och kultur

Teknik: [år 4-6]. Lärarpärm, Sjöberg, 1998, Natur och kultur

Teknik: [år 4-6] Grundbok, Sjöberg, 1998, Natur och kultur

Teknik: för grundskolans senare del. Grundbok, Sjöberg, 2004, Natur och kultur

Teknik: för grundskolans senare del. Kopieringsunderlag, Sjöberg, 2004, Natur och kultur

Teknik: för grundskolans senare del. Lärarbok, Sjöberg, 2004, Natur och kultur

Teknik Grundbok [4-6], Sjöberg, 2006, Natur och kultur

Peros Teknik

Teknik 96: lärarmaterial för utbildning, fortbildning och undervisning i teknik, Rosberg & Osbeck, 1996, Peros Teknik

Teknik 04: lärarmaterial för utbildning, fortbildning och undervisning i teknik, Rosberg, et al., 2004, Peros teknik

Skolförlaget

NO Kombi. Luft och vatten. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1986, Skolförlaget

NO Kombi. Stoppa föroreningen. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1987, Skolförlaget

NO Kombi. Material. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1988, Skolförlaget

NO Kombi. Teknikens utveckling (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1989, Skolförlaget

NO Kombi. Var rädd om miljön. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1990, Skolförlaget

NO Kombi: Energi, Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget

NO Kombi. Energi. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget

NO Kombi. Hälsa och ohälsa, Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget

NO Kombi. Vi och våra livsmedel. (Lärarhandledning), Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget

NO Kombi. Elektricitet. (Lärrarhandledning), Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget
 NO Kombi. Säker i trafiken, Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget
 NO Kombi. Säker i trafiken. (Lärrarhandledning), Hägglund, et al., 1993, Skolförlaget
 NO Kombi. Teknikens utveckling, Hägglund, et al., 1994, Skolförlaget
 NO Kombi. Elektronik, Hägglund, et al., 1994, Skolförlaget
 NO Kombi. Elektricitet, Hägglund, et al., 1994, Skolförlaget
 NO Kombi. Stoppa försurningen, Hägglund, et al., 1994, Skolförlaget
 NO Kombi. Teknik i hemmet, Hägglund, et al., 1994, Skolförlaget
 NO Kombi. Var rädd om miljön, Hägglund, et al., 1995, Skolförlaget
 NO Kombi. Vi och våra livsmedel, Hägglund, et al., 1995, Skolförlaget
 NO Kombi. Teknik i hemmet. (Lärrarhandledning), Hägglund, et al., 1995, Skolförlaget
 NO Kombi. Elektronik. (Lärrarhandledning), Hägglund, et al., 1996, Skolförlaget
 NO Kombi. Material, Hägglund, et al., 1996, Skolförlaget
 NO Kombi. Luft och vatten, Hägglund, et al., 1996, Skolförlaget

Övriga förlag

Interaktiv Teknik. Version 1.0, Sjölander, 2004, Altus AB
 Kreativ teknik, Forsberg, et al., 1990, Studentlitteratur
 Metaller & mineral, Sjölander, 2006, Semionetix
 Metaller & mineral, Sjölander, 2008, Semionetix
 Teknikboken. 2005/2006, Andersson, 2005, Freebook
 Teknik - dess utveckling och betydelse för natur, samhälle och individ: grundbok för
 år 4-6, Sundin & Norderyd, 1998, Acteno utbildning
 Teknik hemma, Dahlström, et al., 1985, Biblioteksförl.

Källor och litteratur

Bildreferenser

Illustrationerna i avhandlingen är återpublicerade med tillstånd från respektive illustratör eller upphovsrättshavare.

- s. 159: Anders Palmgren, original i färg
- s. 162: Svenska Elverksföreningen/Svensk Energi
- s. 163 (1): Per Thornéus, original i färg
- s. 163 (2): Stefan Alexandersson, original i färg
- s. 164: Ingemar Wallgren
- s. 179: Stefan Alexandersson, original i färg
- s. 182: Mattias Liljedahl
- s. 184: Svenska Elverksföreningen/Svensk Energi

Offentligt tryck

Informationsteknologikommissionen. *Vingar åt människans förmåga: informationsteknologin: betänkande*, SOU 1994:118, (Stockholm: Fritze, 1994)

Regeringen. *Skollagen, Svensk författningssamling nr 1985:1100*, (Stockholm: Utbildningsdepartementet, 1986)

Regeringen. *Bilaga till Regeringens propositioner 1992/93:220 och 1992/93:250 om nya läroplaner och nytt betygssystem*, (Stockholm: 1993)

Regeringen & samhällsbyggnadsdepartementet, *Indikatorer för hållbar utveckling*, (Åtkomst: 080926),
<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/06/02/79/3a2ffb8d.pdf>

Regeringen. *Kommittédirektiv Teknikdelegation 2008:96*, (Åtkomst: 090701), <http://www.teknikdelegationen.se/Bazment/teknikdelegationen/sv/13.aspx?lang=sv>

Skolverket. *Grundskolan: kursplaner, betygskriterier*, (Stockholm: Statens skolverk: Fritze [distributör], 1996)

Skolverket. *Grundskolan – kommentarer till kursplaner och betygskriterier*, (Stockholm: Fritzes, 2000a)

Skolverket. *Grundskolan: kursplaner och betygskriterier*, (Stockholm: Statens skolverk: Fritzes offentliga publikationer, 2000b)

Skolverket. *Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet Lpo 94*, (Stockholm: Skolverket: Fritzes, 2006)

Skolöverstyrelsen. *Teknik och teknologi i grundskolan: plan för ett utvecklings-arbete*, (Stockholm: Byån för grundskolan, Skolöverstyr., 1979)

Skolöverstyrelsen. *Elektronik till vardags: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980a)

- Skolöverstyrelsen. *Energi: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980b)
- Skolöverstyrelsen. *Från tall till pall: om barn och produktionsprocesser: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980c)
- Skolöverstyrelsen. *Kommunikationsteknik: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980d)
- Skolöverstyrelsen. *Läroplan för grundskolan. Allmän del: mål och riktlinjer, kursplaner, timplaner*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980e)
- Skolöverstyrelsen. *Vardagsteknik i bostaden: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980f)
- Skolöverstyrelsen. *Vi bygger och lär: om barn och konstruktionsarbete: försök med teknikundervisning på låg- och mellanstadierna*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1980g)
- Skolöverstyrelsen. *Läroplan för grundskolan,Handledning, Skolan och trafiken*, (Stockholm: LiberLäromedel/Utbildningsförl., 1983)
- Skolöverstyrelsen. *Läroplaner (1990:104), Om undervisningen i orienteringsämnen*, (Stockholm: LiberUtbildningsförl., 1991)
- Utbildningsdepartementet. *Skolans inre arbete: regeringens proposition 1975/76:39*, (Stockholm: 1976)

Tryckta och internetbaserade lärresurser

Tryckta läromedel

Samtliga tryckta läromedel, se bilaga 2.

Övriga lärresurser

- Eriksson, A-G & Hanno, A. *Lek med teknik: samlingsvolym 5 böcker i 1*, (Luleå: Teknikens Hus, 2006)
- First Lego League. *Handbok för FLL-lagledare*, (Åtkomst: 081214), http://www.futurecity.nu/dokument/Handbok_FC_080909.pdf , Ny version: http://hjernekraft.org/uploads/dokumenter/Håndbok%20for%20FLL%20veileder/FLL_Håndbok_SE_2010.pdf
- Future City. *Future City - framtidens samhällsbyggare – Handbok 2008/2009*, (Future City, 2008)
- Kjellman, M., Lycke, Å., Nord, T & Guthe, L. *Bredband och mjölkpaket – allt är teknik!*, (Stockholm: Tekniska museet, Stockholm. Utbildningsförvaltningen, 2001)
- Malm, I. *Energi, människa, samhälle*, Energimyndigheten, Svensk fjärrvärme, Svenska bioenergiföreningen, Gasföreningen, Svenska petroleuminstitutet, (Åtkomst: 080420) <http://www.skolenergi.se>

- Malm, I. *Energi, människa, samhälle: Lärarhandledning*, (Stockholm: Energimyndigheten, Svensk fjärrvärme, Svenska bioenergiföreningen, Gasföreningen, Svenska petroleuminstitutet, 2005)
- Snilleblixarna. *Lärarhandledning Äggfall och trafiksäkerhet*, Snilleblixarna, (Åtkomst: 090108) <http://www.snilleblixarna.se/userfiles/file/nya2009/pdf/Lararhandledning%20Aggfall%20och%20Trafiksakerhet.pdf>

Övriga tryckta och internetbaserade referenser

- Abel, E., Elmroth, A & Formas. *Byggnaden som system*, (Stockholm: Formas, 2006)
- Abrahamsson, B., Berg, G & Wallin, E. "Organisations- och läroplansperspektiv – En väg mot en teori om skolan som institution", *Pedagogisk forskning i Sverige*, 1999; 4(2): s. (145-161)
- Aikenhead, G S & Solomon, J. *STS education: international perspectives on reform*, (New York: Teachers College Press Columbia University, 1994)
- Alexandersson, M. *Dialog och reflektion – om den lokala arbetsplanens möjligheter*, (Stockholm: Statens skolverk: Liber distribution, 1998)
- Alexandersson, M. *Metod och medvetande*, (Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis, 1994)
- Alvesson, M & Deetz, S. *Kritisk samhällsvetenskaplig metod*, (Lund: Student-litteratur, 2000)
- Andersson, B. *SNITT: enheter om energi mm*, (Mölndal: SNITT (projekt), 1992)
- Andersson, Y. *Teknikämnet på grundskolans mellanstadium*, (Linköping: Univ., 1988)
- Anward, J. "Språkutveckling i skolan: praktik, teoretisk praxis och praktisk teori", i *Forskning av denna världen: praxisnära forskning inom utbildningsvetenskap*, red. Carlgren, I., Josefsson, I. & Liberg, C., (Stockholm: Vetenskapsrådet, 2003)
- Arnman, G., Järnek, M., Lindskog, E & STEP. *Valfrihet – fiktion och verklighet?*, (Uppsala: STEP Department of Education Uppsala Univ., 2004)
- Axelsson, H. *Våga lära: om lärare som förändrar sin miljöundervisning*, (Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis, 1997)
- Barak, M & Williams, P J. "Learning elemental structures and dynamic processes in technological systems: a cognitive framework", *International Journal of Technology & Design Education*, 2007; 17(3): s. (323-340)
- Bateson, G., Graffman, E & Brand, S. *Mönstret som förbinder: eko-cybernetiska texter*, (Stockholm: Mareld, 1998)
- Behre, G. *Rasbiologi, myt och historia: om historieläroböckerna i Tredje Riket*, (Göteborg: 1991)
- Behrendt, H e. *Research in science education - past, present, and future*, (Dordrecht ; Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers, 2001)
- Bencze, J L. "'Technoscience' Education: Empowering Citizens Against the Tyranny of School Science", *International Journal of Technology and Design Education*, 2001; 11(s. (273-298)
- Berg, G. *Att förstå skolan: en teori om skolan som institution och skolor som organisationer*, (Lund: Studentlitteratur, 2003a)

- Berg, G. "Upptäcka och erövra frirummet - skolutveckling ett eget ansvar", i *Skolutvecklingens många ansikten*, red. Berg, G. & Scherp, H.-Å. (Stockholm: Myndigheten för skolutveckling: Liber distribution, 2003b)
- Bergström, G & Boréus, K. *Textens mening och makt: metodbok i samhällsvetenskaplig text- och diskursanalys*, (Lund: Studentlitteratur, 2005)
- Berner, B. *Kunskapens vägar: teknik och lärande i skola och arbetsliv*, (Lund: Arkiv, 1989)
- Berner, B. *Perpetuum mobile?: Teknikens utmaningar och historiens gång*, (Lund: Arkiv, 1999)
- Berner, B & Sundin, B. *I teknikens backspegel: antologi i teknikhistoria*, (Stockholm: Carlsson, 1987)
- Bernstein, B. "On Classification and Framing of Educational Knowledge", i *Knowledge and control: new directions for the sociology of education*, red. Young, F. D., (London: Collier Macmillan, 1971)
- Bertalanffy, L v. *General system theory: foundations, development, applications*, (New York: Braziller, 1973)
- Bijker, W E., Hughes, T P & Pinch, T J. *The Social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987)
- Bjerneby Häll, M. *Allt har förändrats och allt är sig likt: en longitudinell studie av argument för grundskolans matematikundervisning*, (Linköping: Institutionen för beteendevetenskap, Linköpings universitet, 2006)
- Bjurulf, V. *Teknikämnets gestaltningar: en studie av lärares arbete med skollämnets teknik*, (Karlstad: Estetisk-filosofiska fakulteten, Pedagogiskt arbete, Karlstads universitet, 2008)
- Björklund, L-E. *Från novis till expert: förtrogenhetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning*, (Norrköping: Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik (FontD), Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköpings universitet, 2008)
- Blomdahl, E. *Teknik i skolan: en studie av teknikundervisning för yngre skolbarn*, (Stockholm: HLS förlag: Institutionen för undervisningsprocesser kommunikation och lärande Lärarhögskolan i Stockholm, 2007)
- Blomkvist, P. "Ny teknik som politisk strategi: Svenska vägföreningen och det gryende bilsamhället, 1914-1924", i *Den konstruerade världen: tekniska system i historiskt perspektiv*, red. Blomkvist, P. & Kaijser, A., (Eslöv: B. Östlings bokförl. Symposion, 1998)
- Blomkvist, P & Kaijser, A. *Den konstruerade världen: tekniska system i historiskt perspektiv*, (Eslöv: B. Östlings bokförlag Symposion, 1998)
- Bruner, J S. *The Process of Education*, (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1960)
- Bryman, A. *Samhällsvetenskapliga metoder*, (Malmö: Liber ekonomi, 2002)
- Buckley, W F. *Sociology and modern systems theory*, (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1967)

- Bugliarello, G & Doner, D B. *The history and philosophy of technology*, (Urbana: University of Illinois Press, 1979)
- Bungum, B. *Perceptions of technology education: a cross-case study of teachers realising technology as a new subject of teaching*, (Trondheim: Norwegian University of Science and Technology Faculty of Science and Technology Department of Physics, 2003)
- Bungum, B. "Transferring and Transforming Technology Education: A Study of Norwegian Teachers' Perceptions of Ideas from Design & Technology", *International Journal of Technology & Design Education*, 2006; 16(1): s. (31-52)
- Callon, M. "Society in the making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis", i *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, red. Hughes, T. P., Pinch, T. J. & Bijker, W. E., (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987)
- Capra, F. *The web of life: a new scientific understanding of living systems*, (New York: Anchor Books, 1996)
- Carlgren, I & Marton, F. *Lärare av i morgon*, (Stockholm: Lärarförbundets förlag, 2000)
- Carr, W & Kemmis, S. *Becoming critical: education knowledge and action research*, (London: Falmer Press, 1986)
- Checkland, P. *Soft systems methodology: a 30-year retrospective*, (Chichester: Wiley, 1999)
- Checkland, P. *Systems thinking, systems practice*, (Chichester: Wiley, 1981)
- Checkland, P & Scholes, J. *Soft systems methodology in action*, (Chichester: Wiley, 1990)
- Cherryholmes, C H. *Power and criticism: poststructural investigations in education*, (New York: Teachers College P., 1988)
- Churchman, C W. *Systemanalys*, (Stockholm: ePan Prisma, 2002)
- Compton, V & France, B. "Redefining Technological Literacy in New Zealand: From concepts to curriculum constructs", ur proceedings från *Pupils Attitudes Towards Technology 18*, red. Dakers, J. R., Dow, W. J. & de Vries, M. J., Glasgow, 2007, s. (259-272)
- Dahlöf, U. *Skoldifferentiering och undervisningsförlopp: komparativa mål- och processanalyser av skolsystem*, (Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1967)
- Dewey, J. *Demokrati och utbildning*, (Göteborg: Daidalos, 1999)
- Dewey, J. *Experience and education*, (West Lafayette, Ind.: Kappa Delta Pi, 1998 (i original 1938))
- Dusek, V. *Philosophy of technology: an introduction*, (Malden, Mass.: Blackwell, 2006)
- Edström, R & Riis, U. *Informationsteknik i skolan: en fråga om ekonomi och pedagogik?: en lägesbestämning via 97 svenska kommuner*, (Uppsala: Pedagogiska institutionen, Univ., 1997)
- Elgström, O & Riis, U. *Läroplansprocesser och förhandlingsdynamik: exemplet obligatorisk teknik i grundskolan*, (Linköping: Tema, 1990)
- Ellström, P-E & Hultman, G. *Lärande och förändring i organisationer: om pedagogik i arbetslivet*, (Lund: Studentlitteratur, 2004)
- Ellul, J. *The Technological Society*, (London: Jonathan Cape, 1965)

- Ellul, J. *The technological system*, (New York: Continuum, 1980)
- Emmeche, C., Køppe, S & Stjernfelt, F. "Explaining Emergence: Towards an Ontology of Levels", *Journal for General Philosophy of Science*, 1997; 28(s. (83-119)
- Englund, B. *Skolans tal om litteratur: om gymnasieskolans litteraturstudium och dess plats i ett kulturellt åter-skapande med utgångspunkt i en jämförelse av texter för litteraturundervisning i Sverige och Frankrike*, (Stockholm: HLS, 1997a)
- Englund, T. *Curriculum as a political problem: changing educational conceptions, with special reference to citizenship education*, (Lund: Studentlitteratur, 1986)
- Englund, T. *Läroplanens och skolkunskapens politiska dimension*, (Göteborg: Daidalos, 2005)
- Englund, T. "Problematizing School Subject Content", i *Problems of meaning in science curriculum*, red. Roberts, D. A. & Östman, L., (New York: Teachers College Press, 1998)
- Englund, T. "Undervisning som meningserbjudande", i *Didaktik: teori, reflektion och praktik*, red. Uljens, M., (Lund: Studentlitteratur, 1997b)
- Englund, T. *Utbildning som "public good" eller "private good": svensk skola i omvandling?*, (Uppsala: Pedagogiska institutionen Univ., 1993)
- Engström, S. *Fysiken spelar roll!: undervisning om hållbara energisystem: fokus på gymnasiekursen fysik A*, (Västerås: School of Education, Culture and Communication, Mälardalen University, 2008)
- Europeiska kommissionen. Generaldirektoratet för forskning & High Level Group on Science Education. *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*, (Luxembourg: Publications Office, 2007)
- Fairclough, N & Wodak, R. "Critical Discourse Analysis", i *Discourse studies: a multidisciplinary introduction. Vol. 2, Discourse as social interaction*, red. Dijk, T. A. v., 1997)
- Fensham, P J. "Beyond knowledge: other outcome qualities for science education", i *Science and Technology Education for a diverse world: Dilemmas, needs and partnerships*, red. Janiuk, R. & Samonek-Miciuk, E., (Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press, 2006)
- Fensham, P J. "The Politics of Legitimizing and Marginalizing Companion Meanings: Three Australian Case Stories", i *Problems of meaning in science curriculum*, red. Roberts, D. A. & Östman, L., (New York: Teachers College Press, 1998)
- Frank, M. "A Systems Approach for Developing Technological Literacy", *Journal of Technology Education*, 2006; 17(1): s. (19-34)
- Garnert, J. *Tidernas ljus: en historia om ljus och mörker*, (Stockholm: Svenska kraftverksföreningen, 1995)
- Ginner, T. *Den bildade arbetaren: debatten om teknik, samhälle och bildning inom Arbetarnas bildningsförbund 1945-1970*, (Linköping: Tema, Univ., 1988)
- Ginner, T. "Teknik som skolämne", i *Teknik i skolan: perspektiv på teknikämnet och tekniken*, red. Ginner, T. & Mattsson, G., (Lund: Studentlitteratur, 1996)

- Goodson, I. "Läroplansforskning: mot ett socialt konstruktivistiskt perspektiv", i *Forskning om utbildning: en antologi*, red. Selander, S., (Stockholm ; Stehag: B. Östlings bokförl. Symposion, 1992)
- Gross, N C., Bernstein, M & Giacquinta, J B. *Implementing organizational innovations: a sociological analysis of planned educational change*, (New York: Basic Books, 1971)
- Gustafsson, C. *Utvecklingsarbetet "Barn och teknik" – hur gick det?: slutredovisning från utvärderingsarbetet*, (Uppsala: Pedagogiska institutionen Univ., 1984)
- Gustafsson, L., Lanshammar, H k & Sandblad, B. *System och modell: en introduktion till systemanalysen*, (Lund: Studentlitt., 1982)
- Gyberg, P. *Energi som kunskapsområde: om praktik och diskurser i skolan*, (Linköping: Tema Univ., 2003)
- Hagberg, J-E. "Att lära i teknikens rum och landskap", i *Världens gång – teknikens utveckling: om samspelet mellan teknik, människa och samhälle*, red. Gyberg, P. & Hallström, J., (Lund: Studentlitteratur, 2009)
- Hagberg, J-E & Hultén, M. *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik: svensk forskning i internationell kontext*, (Stockholm: Vetenskapsrådet, 2005)
- Hagman, O & Tengström, E. *The meaning of the automobile*, (Göteborg: Centrum för tvärvetenskap, Göteborgs universitet, 1991)
- Hallström, J. "Teknik som allmänbildning", i *Världens gång – teknikens utveckling: om samspelet mellan teknik, människa och samhälle*, red. Gyberg, P. & Hallström, J., (Lund: Studentlitteratur, 2009)
- Hallström, J. "Teknikhistoria ger teknikämnet perspektiv", *Tekniken i skolan*, 2007, 2007:2
- Hallström, J & Gyberg, P. "Technology in the rear-view mirror: how to better incorporate the history of technology into technology education", *International Journal of Technology & Design Education*, 2009a; On-line Publishing, s. (1-15)
- Hallström, J & Gyberg, P. "Technology in the Rear-View Mirror: How to Incorporate the History of Technology into Technology Education", *International Journal of Technology & Design Education*, 2009b; (In press)
- Hannay, N B & McGinn , R E. "The Anatomy of Modern Technology: Prolegomonon to an Improved Public Policy for the Social Management of Technology", *Daedalus*, 1980; Winter 1980
- Hargreaves, A. *Läraren i det postmoderna samhället*, (Lund: Studentlitteratur, 1998)
- Heidegger, M. "The Question Concerning Technology", i *Philosophy of Technology: The Technological Condition: An Anthology*, red. Scharff, R. C. & Dusek, V., (Malden, Mass.: Blackwell Publishers, 2003 (1977)
- Hughes, T P. "The Evolution of Large Technological Systems", i *The Social Construction of Technological Systems*, red. Bijker, W. E., Hughes, T. P. & Pinch, T. J., (Cambridge MA: The MIT Press, 1987)

- Hughes, T P. "The Seamless Web: Technology, Science, et cetera, et cetera", i *Technology and social process*, red. Elliott, B., (Edinburgh: Edinburgh University Press, 1988)
- Hultén, M. *Naturens kanon: formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842-2007*, (Stockholm: Pedagogiska institutet, Stockholms universitet, 2008)
- Hultman, G. *Anställda i förändring - flämtande lågor, ambitioner och vardagsarbete : en longitudinell fallstudie av förändringsprocesser under sex år*, (Linköping: SkapandeVetande Linköpings univ., 2004)
- Hultman, G. *Intelligent improvisationer: om lärares arbete och kunskapsbildning i vardagen*, (Lund: Studentlitteratur, 2001a)
- Hultman, G. *Vitala organisationer: lärdomar från 40 års forskning om förändringsdynamik och skolutveckling*, (Linköping: Univ. Skapande vetande, 2001b)
- Härenstam, K. *Skolboks-islam: analys av bilden av islam i läroböcker i religionskunskap*, (Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis, 1993)
- Högselius, P & Kaijser, A. *När folkhemselen blev internationell: elavregleringen i historiskt perspektiv*, (Stockholm: SNS förlag, 2007)
- Ihde, D. *Technology and the lifeworld: from garden to earth*, (Bloomington, Ind.: Indiana Univ. Press, 1990)
- Ihde, D. "Technoscience and the 'other' continental philosophy", *Continental Philosophy Review*, 2000; 33(1): s. (59-74)
- Ingelstam, L. *Kampen om kunskapen*, (Stockholm: Lärarförb:s förl., 2004)
- Ingelstam, L. *Snuttifiering, helhetssyn, förståelse: en tänkebok om kunskap i informationssamhället*, (Lund: Studentlitteratur, 1988)
- Ingelstam, L. *System: att tänka över samhälle och teknik*, (Eskilstuna: Statens energimyndighet, 2002)
- Ingelstam, L. "System: Teknik och människor i samspel", i *Teknik i skolan : perspektiv på teknikämnet och tekniken*, red. Ginner, T. & Mattsson, G., (Lund: Studentlitteratur, 1996)
- Ingelstam, L. "Varför är tekniska system intressanta?" i *Världens gång – teknikens utveckling*, red. Gyberg, P. & Hallström, J., (Lund: Studentlitteratur, 2009)
- Ingelstam, L., Dahlbom, B., Johansson, M & Johansson, M. *Informations-samhället och teorin för stora tekniska system: en förstudie rörande telesystemets dynamik*, (Linköping: Linköpings universitet, Tema Teknik och social förändring, 1991)
- Ingelstam, L & Schiller, B. *Teknik och social förändring*, (Lund: LiberLäromedel, 1981)
- Ingelstam, L & Stureson, L E. *Brus över landet: om informationsöverflödet, kunskapen och människan*, (Stockholm: Carlsson, 1993)
- Jakobson, B. *Learning science through aesthetic experience in elementary school: aesthetic judgement, metaphor and art*, (Stockholm Linköping:

- Stockholms universitet. Institutionen för utbildningsvetenskap med inriktning mot matematik och naturvetenskap, Nationella forskar-skolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik, 2008)
- Jank, W & Meyer, H. "Nytan av kunskaper i didaktisk teori", i *Didaktik: teori, reflektion och praktik*, red. Uljens, M., (Lund: Studentlitteratur, 1997)
- Jenkins, E. "School Science: a questionable product?" *Journal of Curriculum Studies*, 2007; 93(3): s. (265-282)
- Johansson, B. *Stadens tekniska system: naturresurser i kretslopp*, (Stockholm: Formas: Liber distribution, 2004)
- Johnsson Harrie, A. "Läroboksforskning och pedagogiskt arbete", i *Pedagogiskt arbete som forskningsfält: några forskningsinriktningar vid Linköpings universitet*, red. Hultman, G. & Martinsson, B.-G., (Linköping: 2005)
- Jones, A. "The Development of a National Curriculum in Technology for New Zealand", *International Journal of Technology & Design Education*, 2003; 13(s. (83-99)
- Kaijser, A. *I fädrens spår: den svenska infrastrukturens historiska utveckling och framtida utmaningar*, (Stockholm: Carlsson, 1994)
- Kaiserfeld, T. "Laboratoriets didaktik: Fysiken i läroverken i början av 1900-talet", i *Vetenskapsbärarna: naturvetenskapen i det svenska samhället 1880-1950*, red. Widmalm, S., (Hedemora: Gidlund, 1999)
- Karlqvist, A. "Complexity and the Limits of Scientific Knowledge", i *Complex Technical Systems*, red. Ingelstam, L., (Stockholm: Swedish Council for Planning and Coordination of Research (FRN) Swedish National Board for Industrial and Technological Development (NUTEK) Dept. of Technology and Social Change (Tema T), Linköping University, 1996)
- Karlqvist, A. *Teknik och samhälle: en systemanalytisk introduktion, våren 1983*, (Linköping: 1983)
- Karlsson, M & Stureson, L. *Världens största maskin: människan och det globala telekommunikationssystemet*, (Stockholm: Carlsson, 1995)
- Kirkeby, O F. "Abduktion", i *Vetenskapsteori och metodlära: introduktion*, red. Andersen, H., (Lund: Studentlitteratur, 1994)
- Klasander, C. "Systems in Shade of the Artefact", ur proceedings från *Pupil's Attitude Towards Technology -18*, red. Dakers, J. R., Dow, W. J. & de Vries, M. J., Glasgow, Scotland, 2007, s. (331-338)
- Kroes, P & Meijers, A. "The Dual Nature of Technical Artifacts – presentation of a new research programme", *Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology*, 2002; 6(2): s. (4-8)
- Kvale, S. *Den kvalitativa forskningsintervjun*, (Lund: Studentlitteratur, 1997)
- Kvale, S. "Intervjun som kunskapskonstruktion", i *Textanalys: introduktion till syftesrelaterad kritik*, red. Östman, L. & Säfström, C.-A., (Lund: Studentlitteratur, 1999)

- Kärrqvist, C & Frändberg, B. *Vad händer i NO-undervisningen? – En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterande ämnen i svensk grundskola 1992–2008*, (Stockholm: Skolverket, 2008)
- Lagerroth, E. *Nya tankar, nya världar*, (Göteborg: Korpen, 1999)
- Landahl, J. *Auktoritet och ansvar: lärares fostrans- och omsorgsarbete i historisk belysning*, (Stockholm: Arbetslivsinstitutet, 2006)
- Larsson, H. "Lokala arbetsplaner i idrott och hälsa: En nutidshistoria om idrottsman-
nen och idrottskvinnan", i *Mellan nytta och nöje: bilder av ämnet idrott och hälsa*, red. Backman, E., Larsson, H. & Redelius, K., (Stockholm: Idrottshögskolan i Stockholm, 2004)
- Latour, B. *Science in Action*, (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987)
- Latour, B & Woolgar, S. *Laboratory life: the construction of scientific facts*, (Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1986)
- Layton, D. "STS in the school curriculum: A movement overtaken by history?" i *STS Education: International Perspectives on Reform*, red. Aikenhead, G. S. & Solomon, J., (New York: Teachers College Press Columbia University, 1994)
- Liberg, C. "Ett album av bilder - teorins roll i praxisnära forskning", i *Forskning av denna världen. 2, om teorins roll i praxisnära forskning*, red. Carl-
gren, I., Josefson, I. & Liberg, C., (Stockholm: Vetenskapsrådet, 2005)
- Lieberman, A. "Practices that support teacher development: Transforming concep-
tions of professional learning", *Phi Delta Kappa*, 1995; 79
(s. (501-596)
- Lindberg, O. *Talet om lärarutbildning*, (Örebro: Örebro universitet, 2002)
- Linde, G. *Det ska ni veta!: en introduktion till läroplansteori*,
(Lund: Studentlitteratur, 2000)
- Linde, G. *On curriculum transformation: explaining selection of content in teaching*,
(Stockholm: HLS (Högsk. för lärarutbildning), 1993)
- Lindensjö, B & Lundgren, U P. *Utbildningsreformer och politisk styrning*, (Stockholm:
HLS förlag, 2000)
- Lindensjö, B., Lundgren, U P & Högskolan för lärarutbildning i Stockholm. *Utbild-
ningsreformer och politisk styrning*, (Stockholm: HLS förl., 2000)
- Lindström, L. "Teknik och bildning - Bidrag till en kritisk bildningsteori", *Studies in
Educational Policy and Educational Philosophy*, 2006; 2006:2/2007:1): s. (1-29)
- Losee, J. *A historical introduction to the philosophy of science*, (London,
New York.: Oxford University Press, 1972)
- Luhmann, N. *Ecological communication*, (Chicago: University of Chicago Press, 1989)
- Lundgren, U P. *Att organisera omvärlden: en introduktion till läroplansteori*, (Stock-
holm: LiberFörlag på uppdrag av Gymnasieutredningen, 1979)
- Lundgren, U P. *Frame factors and the teaching process: a contribution to
curriculum theory and theory on teaching*, (Stockholm: 1972)

- Lundgren, U P. *Political Governing and Curriculum Change – From Active to Reactive Curriculum Reforms, The need for a reorientation of Curriculum Theory*, The Research Unit for Studies in Educational Policy and Educational Philosophy, (Åtkomst: 070714), <http://www.upi.artisan.se/docs/Doc262.pdf>
- Lundqvist, E & Östman, L. "Att undersöka NO-undervisningens normativitet", *Nordisk pedagogik*, 2009; 29(3): s. (261-278)
- Läroplanskommittén. *Skola för bildning: huvudbetänkande*, (Stockholm: Allmänna förl., 1992)
- Marton, F. *Fackdidaktik*, (Lund: Studentlitteratur, 1986)
- Mayr, E. *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*, (Cambridge, Mass.: Belknap Press, 1982)
- McClellan, J E & Dorn, H. *Science and technology in world history: an introduction*, (Baltimore, Md.: The Johns Hopkins University Press, 1999)
- McLaughlin, M W. "Listening and Learning from the Field: Tales of Policy Implementation and Situated Practice", i *Kluwer international handbooks of education*, 5, red. Hargreaves, A., Lieberman, A., Fullan, M. & Hopkins, D., (Dordrecht: Kluwer, 1998)
- McLuhan, M. *Media*, (Avesta: Pocky/Bokförlaget Tranan, 2001)
- McTaggart, R. *Participatory action research: international contexts and consequences*, (Albany: State University of New York Press, 1997)
- Meadows, D H & Club of Rome. *The limits to growth: a report for the club of Rome's project on the predicament of mankind*, (New York: Universe books, 1972)
- Merriam-Webster's Online Dictionary. *Complexify*, (Åtkomst: 081126), <http://www.merriam-webster.com/dictionary/complexify>
- Miles, M B. "Finding Keys to School Change: A 40-Year Odyssey", i *International handbook of educational change*, red. Hargreaves, A., Lieberman, A., Fullan, M. & Hopkins, D., (Dordrecht: Kluwer, 1998)
- Molin, L. *Rum, frirum och moral: en studie av skolgeografins innehållsval*, (Uppsala: Uppsala universitet. Kulturgeografiska institutionen, 2006)
- Mumford, L. *Teknik och civilisation*, (Göteborg: Vinga press, 1984)
- Neumann, I B & Dükler, P. *Mening, materialitet, makt: en introduktion till diskursanalys*, (Lund: Studentlitteratur, 2003)
- Nissen, J. "Säg IT - det räcker": att utveckla skolan med några lysande IT-projekt: utvärdering av KK-stiftelsens satsning på större skolutvecklingsprojekt, (Stockholm: Stiftelsen för kunskaps- och kompetensutveckling, 2002)
- Nordin, I. *Vad är teknik? - Filosofiska funderingar kring teknikens struktur och dynamik*, *Tema T Rapport 1983:3*, (Linköping: Teknik och social förändring, Tema, Linköpings universitet, 1983)
- O'Connor, J & McDermott, I. *The art of systems thinking: essential skills for creativity and problem solving*, (London: Thorsons, 1997)

- Olson, D. "From utterance to text: The bias of language in speech and writing," *Harvard Educational review*, 1977; 47(3): s. (257-281)
- Orpwood, G. "Assessing Scientific Literacy: Threats and Opportunities", ur proceedings från *Promoting scientific literacy: science education research in transaction – proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University, Uppsala, Sweden, May 28-29 2007*, red. Linder, C., Östman, L. & Wickman, P.-O., Uppsala, 2007, s. (120-129)
- Palm, J & Wihlborg, E. *Hur kan kommuner styra sociotekniska system: exempel från bredband och energisystemen*, (Linköping: Univ. Tema T, 2007)
- Petrina, S. "The Political Ecology of Design and Technology Education: An Inquiry into Methods", *International Journal of Technology and Design Education*, 2000a; 10(s. (207-237)
- Petrina, S. "The Politics of Technological Literacy", *International Journal of Technology and Design Education*, 2000b; 10(s. (181-206)
- Polanyi, M. *The tacit dimension*, (Garden City, N.Y.: Doubleday, 1967)
- Rasinen, A. "An Analysis of the Technology Education Curriculum of Six Countries", *Journal of Technology Education*, 2003; 15(1): s. (31-47)
- Reichenberg, M. *Forskning om läromedel*, Sveriges Läromedelsförfattares Förbund, (Åtkomst: 081111), [http://www.slff.se/filesserver/SLFFs_Forskningsbibliografi_070830_\(2\).pdf](http://www.slff.se/filesserver/SLFFs_Forskningsbibliografi_070830_(2).pdf)
- Richardson, G., Smedberg, S & Lönnström, P. *Utbildningshistorisk forskning: problem, källmaterial, metodik*, (Uppsala: Univ., 1984)
- Riis, U. "Kan man äga ett skolämne - dragkampen om tekniken", i *Teknik i skolan*, red. Ginner, T. & Mattsson, G., (Lund: Studentlitteratur, 1996)
- Riis, U. *Skolan och datorn: satsningen Datorn som pedagogiskt hjälpmedel 1988-1991*, (Linköping: Univ., Tema Teknik och social förändring, 1991)
- Roberts, D A. "Analyzing School Science Courses: The Concept of Companion Meaning", i *Ways of knowing in science series*, red. Roberts, D. A. & Östman, L., (New York ; London: Teachers College Press, 1998)
- Roberts, D A. "Developing the Concept of "Curriculum Emphasis" in Science Education", *Science Education*, 1982; 66(2): s. (243-260)
- Roberts, D A. "Scientific Literacy/Science Literacy", i *Handbook of research on science education*, red. Abell, S. K. & Lederman, N. G., (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2007)
- Roberts, D A & Orpwood, G W F. "Classroom Events and Curricular Intentions: A Case Study in Science Education", *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 1982; 7(2): s. (1-15)
- Roberts, D A & Östman, L. *Problems of meaning in science curriculum*, (New York ; London: Teachers College Press, 1998)
- Roberts, D A & Östman, L. "Toward understanding the production of meaning in science education", *Nordisk pedagogik*, 1994; 14(1): s. (2-9)

- Rorty, R. "Pragmatism and Philosophy", i *After philosophy: end or transformation?*, red. Baynes, K., Bohman, J. & McCarthy, T., (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987)
- Rystedt, H & Säljö, R. *Kunskap och människans redskap: teknik och lärande*, (Lund: Studentlitteratur, 2008)
- Sandberg, E. *Förgrymmade ungar*, Dokument inifrån, Sveriges television (AB, Laika Film och Television, 2008)
- Sandberg, Å. *Technological change and co-determination in Sweden*, (Philadelphia, Pa.: Temple Univ. Press, 1992)
- Scharff, R C & Dusek, V. *Philosophy of technology: the technological condition: an anthology*, (Malden, MA: Blackwell Publishers, 2003)
- Schwab, J J. "The teaching of science as enquiry", i *The Teaching of Science*, red. Schwab, J. J. & Brandwein, P. F., (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962)
- Schüllerqvist, B. *Svensk historiedidaktisk forskning [Elektronisk resurs]*, (Stockholm: Vetenskapsrådet, 2005)
- Seeman, K. "Basic Principles in Holistic Technology Education", *Journal of Technology Education*, 2003; 14(2): s. (28-39)
- Senge, P M. *Den femte disciplinen: den lärande organisationens konst*, (Stockholm: Nerenius & Santérus, 1995)
- Sjöberg, S. "Teknikämnet i vardagen – men vad är ett vardagsämne?" *Tekniken i skolan*, 2006, 2006:1, s (1, 3)
- Sjøberg, S. *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*, (Lund: Studentlitteratur, 2005)
- Sjögren, J. *Teknik – genomskinlig eller svart låda?: att bruka, se och förstå teknik – en fråga om kunskap*, (Linköping: Tema, Univ., 1997)
- Skogh, I-B. *Teknikens värld - flickors värld: en studie av yngre flickors möte med teknik i hem och skola*, (Stockholm: HLS förl., 2001)
- Snow, C P. *De två kulturerna*, (Malmö: 1961)
- Summerton, J. "Stora tekniska system - en introduktion till forskningsfältet", i *Den konstruerade världen: tekniska system i historiskt perspektiv*, red. Kaijser, A. & Blomkvist, P., (Eslöv: B. Östlings bokförl. Symposion, 1998)
- Sund, P. *Att urskilja selektiva traditioner i miljöundervisningens socialisations-innehåll – implikationer för undervisning för hållbar utveckling*, School of Sustainable Development of Society and Technology Akademin för hållbar samhälls- och teknikutveckling, 2008)
- Sundin, B. *Den kupade handen: historien om människan och tekniken*, (Stockholm: Carlsson, 1991)
- Svennbeck, M. *Omsorg om naturen: om NO-utbildningens selektiva traditioner med fokus på miljöfostran och genus*, (Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis : Univ.-bibl. distributör, 2003)

- Säfström, C A. "Att förskjuta perspektiv: Läsning som omvänd hermeneutik", i *Textanalys: introduktion till syftesrelaterad kritik*, red. Östman, L. & Säfström, C.-A., (Lund: Studentlitteratur, 1999)
- Säfström, C-A. *Makt och mening: förutsättningar för en innehållsfokuserad pedagogisk forskning*, (Uppsala Stockholm: Univ., 1994)
- Säfström, C-A & Svedner, P O. *Didaktik: perspektiv och problem*, (Lund: Studentlitteratur, 2000)
- Säfström, C-A & Östman, L. *Textanalys: introduktion till syftesrelaterad kritik*, (Lund: Studentlitteratur, 1999)
- Säljö, R. "Kommunikation som arena för handling", i *Textanalys: introduktion till syftesrelaterad kritik*, red. Östman, L. & Säfström, C.-A., (Lund: Studentlitteratur, 1999)
- Säljö, R. *Lärande i praktiken: ett sociokulturellt perspektiv*, (Stockholm: Prisma, 2000)
- Tebelius, U., Fritzdorf, L & Aderklou, C. *ITiS som incitament till skolutveckling: den nationella utvärderingen av IT i skolan: surveystudien, 2000-2003*, (Halmstad: Högskolan i Halmstad, 2003)
- Technology for All Americans Project & ITEA. *Technology for all Americans: a rationale and structure for the study of technology*, (Reston, Va.: International Technology Education Association (ITEA), 1996)
- Technology for All Americans Project. & ITEA. *Standars for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*, (Reston, Va.: International Technology Education Association, 2000)
- Tekniska museet. Årsredovisning 2001, Tekniska museet, (Åkomst: 20081203), <http://www.tekniskamuseet.se/upload/Museet/%C3%85rsredovisning01.pdf>
- Tengström, E. *Myten om informationssambället: ett humanistiskt inlägg i framtidsdebatten*, (Stockholm: Rabén & Sjögren, 1987)
- Theuerkauf, W E & Weiner, A. "Developing a Competency to Act Within Networked Systems", i *Technology education, innovation and management: proceedings of the WOCATE conference 1994*, red. Metzinger, M., Wahl, D. & Langer, K., (Berlin: Springer, 1995)
- Tholin, J. *Att kunna klara sig i okänd natur: en studie av betyg och betygskriterier - historiska betingelser och implementering av ett nytt system*, (Borås: Högskolan i Borås, 2006)
- Tholin, J. *En roligare dans?: svenska skolors första tolkning av innebörden i lokala betygskriterier i tre ämnen för skolår åtta*, (Borås: Institutionen för pedagogik, Högskolan i Borås, 2003)
- Tiller, T. *Aktionslärande: forskande partnerskap i skolan*, (Hässelby: Runa, 1999)
- Uljens, M. *Didaktik: teori, reflektion och praktik*, (Lund: Studentlitteratur, 1997)
- Unenge, J & Wyndhamn, J. "Matematikdidaktik och klasslärarutbildning", i *Fackdidaktik. Vol. 3, Matematik, naturorienterade ämnen*, red. Marton, F., (Lund: Studentlitteratur, 1986)
- Wallin, E., Dahllöf, U & Nordiska kommittén för pedagogisk forskning. *Läromedelsforskning och undervisningsplanering*, (Stockholm: Nordiska rådet, 1969)

- Waring, A. *Practical systems thinking*, (London: International Thomson Business Press, 1996)
- Wennerholm, S. *Framtidsskaparna: vetenskapens ungdomskultur vid svenska läroverk 1930-1970*, (Lund: Arkiv, 2005)
- Westlin, A. *Teknik och politiskt handlande: rationalitet och kritik i den samällsorienterande undervisningen*, (Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis : Univ.-bibl. distributör, 2000)
- Vetenskapsrådet. *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*, (Stockholm: Vetenskapsrådet, 2002)
- Wictionary. *complexify*, (Åtkomst: 081126), <http://en.wiktionary.org/wiki/complexify>
- Wiener, N. *The human use of human beings; cybernetics and society*, (Boston: Houghton Mifflin, 1954)
- Wiklund, M. *Kunskapens fanbärare: den goda läraren som diskursiv konstruktion på en mediearena*, (Örebro: Örebro universitet: Örebro universitetsbibliotek, 2006)
- Vikström, A. *Från görande till rikare lärande: en aktionsforskningsstudie av två arbetslags arbete med naturvetenskap i skolår 1-6*, (Luleå:, 2002)
- Williams, P J. "Design: The Only Methodology of Technology", *Journal of Technology Education*, 2000; 11(2): s. (48-60)
- Winner, L. *Autonomous technology: technics-out-of-control as a theme in political thought*, (Cambridge, Mass.: MIT P, 1977)
- Winther Jørgensen, M & Phillips, L. *Diskursanalys som teori och metod*, (Lund: Studentlitteratur, 2000)
- World Commission on Environment and Development & Brundtland, G H. *Vår gemensamma framtid: [rapport från] Världskommissionen för miljö och utveckling under ordförandeskap av Gro Harlem Brundtland*, (Stockholm: Prisma: Tiden, 1988)
- Zeidler, D L. "An Inclusive View of Scientific Literacy: Core Issues and Future Directions", ur proceedings från *Promoting scientific literacy: science education research in transaction – proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University, Uppsala, Sweden, May 28-29 2007*, red. Linder, C., Östman, L. & Wickman, P.-O., Uppsala, 2007, s. (72-84)
- Ziman, J M. *Technological innovation as an evolutionary process*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2000)
- Zuga, K. *Implementing technology education: A review and synthesis of the literature*, (Columbus, Ohio: 1994)
- Zuga, K F. "Improving Technology Education Research on Cognition", *International Journal of Technology and Design Education*, 2004; 14(1): s. (79-87)
- Öijen, L. "Talet om skolämnet Idrott och hälsa i media åren 1992-2002", i *SVEBIS Årsbok: aktuell beteendevetenskaplig idrottsforskning. 2005*, red. Patriksson, G., (Lund: SVEBI, 2005)
- Öquist, O. *Se världen som den är: människan i ett systemperspektiv*, (Stockholm: Liber-Förlag, 1983)

Studies in Science and Technology Education

ISSN 1652-5051

FontD

1. Margareta Enghag (2004): MINIPROJECTS AND CONTEXT RICH PROBLEMS – Case studies with qualitative analysis of motivation, learner ownership and competence in small group work in physics. (licentiate thesis) Linköping University
2. Carl-Johan Rundgren (2006): Meaning-Making in Molecular Life Science Education – upper secondary school students' interpretation of visualizations of proteins. (licentiate thesis) Linköping University
3. Michal Drechsler (2005): Textbooks', teachers', and students' understanding of models used to explain acid-base reactions. ISSN: 1403-8099, ISBN: 91-85335-40-1. (licentiate thesis) Karlstad University
4. Margareta Enghag (2007): Two dimensions of Student Ownership of Learning during Small-Group Work with Miniprojects and context rich Problems in Physics. ISSN: 1651-4238, ISBN: 91-85485-31-4. (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
5. Maria Åström (2007): Integrated and Subject-specific. An empirical exploration of Science education in Swedish compulsory schools. (Licentiate thesis) Linköping university
6. Ola Magntorn (2007): Reading Nature: developing ecological literacy through teaching. (Doctoral Dissertation) Linköping University
7. Maria Andree (2007): Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-632-9 (Doctoral Dissertation, LHS)
8. Mattias Lundin (2007): Students' participation in the realization of school science activities. (Doctoral Dissertation) Linköping University
9. Michal Drechsler (2007): Models in chemistry education. A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools ISBN 978-91-7063-112-2 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
10. Proceedings from FontD Vadstena-meeting, April 2006.
11. Eva Blomdahl (2007): Teknik i skolan. En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-635-0 (Doctoral Dissertation, LHS)
12. Iann Lundegård (2007): På väg mot pluralism. Elever i situerade samtal kring hållbar utveckling. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-642-8 (Doctoral Dissertation, LHS)

Studies in Science and Technology Education

ISSN 1652-5051

fontD

13. Lena Hansson (2007): "Enligt fysiken eller enligt mig själv?" – Gymnasieelever, fysiken och grundantaganden om världen. (Doctoral Dissertation) Linköping University.
14. Christel Persson (2008): Sfärernas symfoni i förändring? Lärande i miljö för hållbar utveckling med naturvetenskaplig utgångspunkt. En longitudinell studie i grundskolans tidigare årskurser. (Doctoral Dissertation) Linköping University
15. Eva Davidsson (2008): Different Images of Science – a study of how science is constituted in exhibitions. ISBN: 978-91-977100-1-5 (Doctoral Dissertation) Malmö University
16. Magnus Hultén (2008): Naturens kanon. Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842-2007. ISBN: 978-91-7155-612-7 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
17. Lars-Erik Björklund (2008): Från Novis till Expert: Förtrogenhetsskunskap i kognitiv och didaktisk belysning. (Doctoral Dissertation) Linköping University.
18. Anders Jönsson (2008): Educative assessment for/of teacher competency. A study of assessment and learning in the "Interactive examination" for student teachers. ISBN: 978-91-977100-3-9 (Doctoral Dissertation) Malmö University
19. Pernilla Nilsson (2008): Learning to teach and teaching to learn – primary science student teachers' complex journey from learners to teachers. (Doctoral Dissertation) Linköping University
20. Carl-Johan Rundgren (2008): VISUAL THINKING, VISUAL SPEECH – a Semiotic Perspective on Meaning-Making in Molecular Life Science. (Doctoral Dissertation) Linköping University
21. Per Sund (2008): Att urskilja selektiva traditioner i miljöundervisningens socialisationsinnehåll – implikationer för undervisning för hållbar utveckling. ISBN: 978-91-85485-88-8 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
22. Susanne Engström (2008): Fysiken spelar roll! I undervisning om hållbara energisystem – fokus på gymnasiekursen Fysik A. ISBN: 978-91-85485-96-3 (Licentiate thesis) Mälardalen University

Studies in Science and Technology Education

ISSN 1652-5051

fontD

23. Britt Jakobsson (2008): Learning science through aesthetic experience in elementary school science. Aesthetic judgement, metaphor and art. ISBN: 978-91-7155-654-7. (Doctoral Dissertation) Stockholm University
24. Gunilla Gunnarsson (2008): Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner – En studie om vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språk inom elementär ellära, samt om lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten. (Doctoral Dissertation) Linköping University
25. Pernilla Granklint Enochson (2008): Elevernas föreställningar om kroppens organ och kroppens hälsa utifrån ett skolsammanhang. (Licentiate thesis) Linköping University
26. Maria Åström (2008): Defining Integrated Science Education and putting it to test (Doctoral Dissertation) Linköping University
27. Niklas Gericke (2009): Science versus School-science. Multiple models in genetics – The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding. ISBN 978-91-7063-205-1 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
28. Per Högström (2009): Laborativt arbete i grundskolans senare år – lärares mål och hur de implementeras. ISBN 978-91-7264-755-8 (Doctoral Dissertation) Umeå University
29. Annette Johnsson (2009): Dialogues on the Net. Power structures in asynchronous discussions in the context of a web based teacher training course. ISBN 978-91-977100-9-1 (Doctoral Dissertation) Malmö University
30. Elisabet M. Nilsson (2010): Simulated "real" worlds: Actions mediated through computer game play in science education. ISBN 978-91-86295-02-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
31. Lise-lotte Österlund (2010): Redox models in chemistry: A depiction of upper secondary school students' conceptions of redox reactions. ISBN 978-91-7459-053-1 (Doctoral Dissertation) Umeå University
32. Claes Klasander (2010): Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter. ISBN 978-91-7393-332-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University

28. Per Högström (2009): Laborativt arbete i grundskolans senare år – lärares mål och hur de implementeras. ISBN 978-91-7264-755-8 (Doctoral Dissertation) Umeå University Studies in Science and Technology Education ISSN 1652-5051
29. Annette Johnsson (2009): Dialogues on the Net. Power structures in asynchronous discussions in the context of a web based teacher training course. ISBN 978-91-977100-9-1 (Doctoral Dissertation) Malmö University
30. Elisabet M. Nilsson (2010): Simulated "real" worlds: Actions mediated through computer game play in science education. ISBN 978-91-86295-02-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
31. Lise-lotte Österlund (2010): Redox models in chemistry: A depiction of upper secondary school students' conceptions of redox reactions. ISBN 978-91-7459-053-1 (Doctoral Dissertation) Umeå University
32. Claes Klasander (2010): Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter. ISBN 978-91-7393-332-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University

ISBN978-91-7393-332-2

The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education
Linköping University, Department of Social and Welfare Studies

S-601 74 Norrköping, Sweden

Linköpings universitet
UTBILDNINGSVETENSKAP

fontD