

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 33

# **Att urskilja tekniska system – didaktiska dimensioner i grundskolan**

**Maria Svensson**

**fontD**

**The Swedish National Graduate School in  
Science and Technology Education, FontD**



**Linköping University**  
EDUCATIONAL SCIENCES

Linköping University, Norrköping, Department of Social and Welfare Studies, Norrköping,  
Sweden

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

Maria Svensson

Att urskilja tekniska system – didaktiska dimensioner i grundskolan

Skisserna på första sidan är gjorda av de intervjuade i systemstudien.

ISSN: 1652-5051

ISBN: 978-91-7393-250-9

Copyright: Maria Svensson

Printed by: LiU-Tryck, Linköping University, Linköping, Sweden

## Abstract

The purpose of this thesis is to contribute to the field of technology education research, specifically that which concerns teaching and learning about technological systems. Today's technologically complex society is made up of a variety of systems that humans interact with. Information, energy and communication are examples of technological systems with which we are involved daily. Education in technology prepares young people for participating as active citizens in a technology-intensive society and therefore includes technological systems as part of the knowledge content in the Swedish compulsory school subject of technology. Research related to the technology subject shows that the teaching of technological systems is limited and there is uncertainty about what the learning entails.

The overall questions which this thesis intends to investigate are: How do young people experience technological systems? How can young people's experiences of technological systems be used to develop the teaching of technological systems? What potential does knowledge about technological systems have in contributing to a better understanding of technology in today's society?

The thesis is based on two studies presented in four articles. Two of the articles focus on young people's experiences of technological systems and the other two highlight pedagogical dimensions of technological systems for teaching and learning. The studies take the perspective of the learners', using a phenomenographic approach, and investigate young people's ways of experiencing technological systems. Such a perspective has rarely been taken in the field of research on technology education. To start from the learners' experience is an important aspect of the tradition of pedagogical research that concerns content specific knowledge. The phenomenographic approach offers empirical ways of investigating qualitative differences in the collective experience of the phenomenon and an opportunity to highlight what teaching should focus on to create learning opportunities.

The main result of the studies consists of knowledge about dimensions of technological systems and critical aspects within those dimensions. Together they offer a perspective for teaching, providing possible starting points for teachers when they plan instruction. If teachers address their own and young people's awareness of dimensions of variation, it could enable more powerful ways of learning about technological systems. The pedagogical implications in terms of technological systems also point to aspects that are relevant for understanding technology on a more general level, namely skills which active citizens in today's technologically complex society must possess. These skills include knowledge about resource requirements, human intentions with and involvement in technology, as well as how technology is structured and organized. Technological systems knowledge offers an understanding of technology in which key aspects of civil commitment, impact and user responsibility can be made visible and thus problematized.

Keywords: Technological systems, pedagogical possibilities, technology education, phenomenography

# Innehåll

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>1</b>
<b>INNEHÅLL</b> .....	<b>2</b>
<b>FÖRORD</b> .....	<b>3</b>
<b>1. FÖRTECKNING ÖVER INGÅENDE ARTIKLAR</b> .....	<b>5</b>
<b>2. INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>3. SYFTE OCH UTGÅNGSPUNKTER</b> .....	<b>8</b>
<b>4. TEKNIK OCH TEKNISKA SYSTEM</b> .....	<b>10</b>
4.1 TEKNISKA SYSTEM SOM EN DEL AV FÖRETEELEN TEKNIK .....	10
4.2 MÄNNISKANS ROLL I TEKNISKA SYSTEM .....	13
4.3 MEDBORGARKUNSKAP I RELATION TILL TEKNISKA SYSTEM .....	15
4.4 KUNSKAP OM TEKNIK OCH TEKNISKA SYSTEM .....	19
4.5 FORSKNING OM TEKNISKA SYSTEM OCH TEKNIKÄMNET .....	23
<b>5. FORSKNINGSANSATS</b> .....	<b>27</b>
5.1 TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER .....	27
5.2 FENOMENOGRAFI .....	28
5.3 VARIATIONSTEORI .....	31
<b>6. FORSKNINGSFRÅGOR</b> .....	<b>34</b>
6.1 PRECISERADE FRÅGESTÄLLNINGAR .....	34
<b>7. FORSKNINGSDESIGN</b> .....	<b>35</b>
7.1 EMPIRISKA SNITT .....	35
7.2 INSAMLINGEN AV EMPIRISKT MATERIAL .....	36
7.3 ANALYS .....	38
7.4 STUDIERNAS TILLFÖRLITLIGHET .....	39
7.5 ETISKA ÖVERVÄGANDEN .....	40
<b>8. RESULTAT</b> .....	<b>42</b>
8.1 RESULTAT I FÖRHÅLLANDE TILL FORSKNINGSFRÅGORNA .....	42
8.2 RESULTAT I FÖRHÅLLANDE TILL UTGÅNGSPUNKTERNA .....	46
<b>9. DISKUSSION</b> .....	<b>47</b>
9.1 FENOMENOGRAFI OCH KOMPLEXA FENOMEN .....	47
9.2 RESULTATEN OCH FORSKNINGSFRÅGORNA .....	47
<b>10. SLUTORD</b> .....	<b>56</b>
<b>11. ENGLISH SUMMARY</b> .....	<b>57</b>
<b>12. REFERENSER</b> .....	<b>62</b>
<b>13. BILAGOR</b> .....	<b>69</b>
13.1 INTERVJUGUIDE KOMPONENTSTUDIEN .....	69
13.2 INTERVJUGUIDE SYSTEMSTUDIEN .....	71
13.3 INFORMATION TILL VÅRDNADSHAVARE .....	74
<b>ARTIKEL I</b> .....	.....
<b>ARTIKEL II</b> .....	.....
<b>ARTIKEL III</b> .....	.....
<b>ARTIKEL IV</b> .....	.....

## Förord

Jag startade mitt avhandlingsarbete 2005 för att jag tycker teknik, och då speciellt undervisning i teknik, är intressant och spännande. Det finns så mycket vi behöver kunna och förstå i vår omvärld och jag tror att kunskaper om och i teknik kan vara till hjälp när vi tar oss an olika situationer i vår vardag. Jag har alltid varit intresserad av teknik men det har tagit sig olika uttryck under mitt liv. Att bygga vindskydd och göra upp eld eller att byta bränsleslang på bilen mitt på Järntorget är några exempel. Att för ungdomar förklara hur en tvåtakts motor fungerar eller vilka problem som kan uppstå vid ett strömavbrott är andra exempel. Att mitt intresse för teknik skulle ta sig uttryck i form av en avhandling hade jag nog inte förväntat mig, men nu sitter jag här och skriver de sista raderna i min avhandling om lärande och undervisning i teknik, och undrar med spänning vart mitt teknikutintresse leder mig härnäst.

I min roll som lärare har jag alltid fascinerats av hur unga förstår sin omvärld. Kanske är det många unga, i likhet med den 10-åring som jag samtalade med om tekniska system, som tänker att det finns människor under marken som ser till att alla mobiltelefonsamtal kopplas fram. Hur förstår de då problematiken med att alla mobiltelefoner inte har täckning överallt? Jag tror att det är viktigt att ta tillvara och uppmärksamma de uppfattningar som unga har när vi i undervisningen vill utveckla deras förståelse.

Jag vill börja med att tacka de barn och ungdomar som jag fått chansen att samtala med om tekniska system. Utan er goda vilja att delta och kloka tankar hade avhandling inte varit den samma. Jag har ända sedan starten varit inställd på att det är de ungas kunskaper och förståelse som jag vill utgå från och är glad att jag kunnat hålla fast vid det under arbetets gång.

Att jag, som egentligen gillar att lära genom att praktiskt pröva, har suttit framför datorn under fem och ett halvt år känns nästan överkligt, men samtidigt mycket verkligt. Jag har vid flera tillfällen, när jag brottats med meningar som inte blir bra eller stycken som inte tydligt beskriver det jag avser, tänkt att jag borde undervisa istället. Att använda ord för att muntligt beskriva och förklara är för mig något annat än att skriva orden på ett papper. Det är därför inte konstigt att jag nu längtar efter att få undervisa igen.

Jag har många att tack för att jag lyckats komma så här långt med detta arbete. Utan allt ert stöd hade jag aldrig klarat av att orientera mig i de tekniska systemens sömlösa väv, som mot slutet tenderade att bli en sömlös väv.

Under avhandlingsarbetet har jag haft tre handledare vid min sida. En del av mina doktorandkollegor har frågat hur det går att ha tre stycken som har olika åsikter. Jag kan bara säga att det har varit otroligt inspirerande och lärorikt. Jag känner mig privilegierad som fått möjlighet att ta del av deras synpunkter. Jan-Erik Hagberg har med sitt lugn och sina kloka synpunkter hjälpt mig reflektera över mina texter. Ann Zetterqvist har med sitt engagemang och sina skarpa frågor fått mig att fokusera och förklara mitt ställningstagande. Åke Ingerman har utmanat mina tankar och lyckats säga det som jag behövt höra för att komma vidare med arbetet både när det gäller analyserandet och skrivandet. Tack för att ni, på tillsynes outtröttligt vis, bidragit med synpunkter om stort som smått. Ni har betytt mycket!

Jag har under arbetet fått möjligheten att befinna mig i två inspirerande universitetsmiljöer. Dels har jag varit en del av Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik, FontD i Norrköping. Där Anna Ericsson i alla lägen bistått mig med allt från biljettbokningar till utskrifter. Helge Strömdahl och Carl-Johan Rundgren som föreståndare

för FontD har på olika sätt backat upp mig i mitt arbete under åren. Jag vill speciellt tacka min doktorandkollega Karin Stolpe som jag delat kontor med i Norrköping och som lät mig sova i extra sängen när jag stannade i Norrköping. Jag vill tacka Claes Klasander för allt stöd, alla synpunkter och för att du "sopat banan" för mig när det gäller tekniska system. Till miljön i Norrköping hör också Nationellt resurscentrum i teknik, CETIS, och alla som ingår där, som jag haft förmånen att arbeta tillsammans med under dessa år, tack för all respons. Ett speciellt tack vill jag rikta till Thomas Ginner som var en av dem som fick mig att söka forskarutbildningen och som funnits där och stöttat mig hela vägen.

I min andra miljö vid Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, vid Göteborgs universitet, finns en mängd kollegor som intresserat sig för mitt arbete under åren, stöttat mig, kommit med glada tillrop och på olika sätt inspirerat mig. Ett varmt tack till alla på ämnesdidaktiska enheten. Ett speciellt tack till Aadu Ott och Gunilla Mattsson som visade vägen till teknikämnet under min utbildning till grundskollärare och sedan inspirerade mig att söka till forskarutbildningen. Jag vill också tacka Ann-Marie von Otter, min kollega i teknikläraryrket, som hjälpt mig med läsning av texter och sett till att jag haft kvar kontakten med teknikläraryrket under hela avhandlingsarbetet. Under de sista åren har variationsteori- och fenomenografigruppen varit en värdefull grupp att lära känna och få synpunkter från. Med er hjälp blev fenomenografien en del av mitt arbete.

Doktorandlivet och forskningen innebär många timmars ensamarbete och det har därför varit värdefullt att få dela dem med min före detta lärarkollega och numera doktorandkollega Helena Sagar, tack för alla givande samtal.

Rockelstads-gruppens sommarseminarium har betytt mycket för mig och mitt arbete. Tack till alla er som varit med under åren!

Seminarierna som jag haft under åren har varit till stor hjälp för att utveckla arbetet. Speciellt tack till Jan Schoultz för synpunkter i samband med 60 % seminariet och Anders Berglund för dina synpunkter på 90 % seminariet.

Jag vill rikta ett varmt tack till alla er som kritiskt granskat mina texter i olika skeden, Claes Klasander, Thomas Ginner, Shirley Booth, Christin de Flon, Helena Sagar, Ann-Marie von Otter, Martin Wettergren, Stig-Olof Persson, pappa och mamma.

När jag tänker tillbaka på avhandlingsarbetet känner jag stor värme och ödmjukhet inför den möjlighet jag fått att ägna så mycket tid åt att skriva. Mamma och pappa, tack för att ni stöttat mig och hjälpt mig och familjen på alla sätt ni kan, när det gäller så väl barnpassning, körningar som läsning av texter. Monica och Nisse, tack för all hjälp! Det hade inte varit möjligt att resa mellan Göteborg och Norrköping kl. 6 på morgonen om inte ni smugit in och tagit över morgonsysslorna eller hjälpt till med körningar till olika sportaktiviteter.

Mina underbara barn, Jesper och Caroline, som fått utstå diverse teknikfrågor och övningar under åren, men framför allt hjälpt mig hålla fötterna på jorden och inte glömma bort att jag faktiskt är mamma också. Tack för att ni förgyller mitt liv! Tack Niklas, för att du är klippan i mitt liv som alltid finns där och stöttar, låter mig sitta i timmar vid datorn och tar hand om alla vardagsbestyr när jag reser iväg. Jag älskar er!

Göteborg, luciadagen 2010

*Maria Svensson*

# 1. Förteckning över ingående artiklar

Avhandlingen bygger på nedanstående artiklar. I den kommande texten görs hänvisningar till dessa med hjälp av deras respektive romerska tal.

## **I. Discerning technological systems related to everyday objects - mapping the variation in pupils' experience.**

Maria Svensson & Åke Ingerman, (2010)

Publicerad i *International Journal of Technology and Design Education*, 20, (3), 255-275.

## **II. Från föremål till system – mot en undervisningsstrategi i grundskolan**

Maria Svensson, (2009)

Publicerad i Å. Ingerman, K. Wagner & A-S. Axelsson (Red.), *På spaning efter teknisk bildning*. (s. 207-221). Stockholm: Liber.

## **III. On young people's experience of systems in technology**

Maria Svensson, Ann Zetterqvist & Åke Ingerman

Manuskript

## **IV. Kritiska aspekter av tekniska system – en didaktisk möjlighet**

Maria Svensson

Under granskning för *NorDiNa*.

## 2. Inledning

Vilka teknikkunskaper behöver unga i framtiden, och hur kan undervisningen i teknik hjälpa dem att utveckla dessa kunskaper? Frågorna har funnits med sedan jag började undervisa i teknikämnet på grundskolan 1994. Då hade en ny kursplan, Lpo 94, precis tagit form och teknik fanns med som ett eget ämne, med mål för skolår fem och nio. Jag försökte efter bästa förmåga undervisa enligt kursplanen och fann att ungdomarna uppskattade teknikämnet, men att jag ofta fick motivera ämnets existens och plats i skolan för kollegor. För att hitta argument vände jag mig till forskning i teknikdidaktik och då framför allt till forskning om ungas lärande av teknik. Jag såg nyttan av att utveckla kunskaper för att utöka sina möjligheter att agera i en teknikintensiv värld som den naturliga utgångspunkten för teknikämnet i skolan. Jag fann ett forskningsfält som var relativt ungt och huvudsakligen innehöll studier som fokuserade på teknikfilosofiska funderingar kring vad teknik är eller olika former av kursplanebaserad forskning (De Vries, 2003; Hagberg & Hultén, 2005; Zuga, 1997). Det framgick också att det fanns ett behov av mer forskning kring undervisning och lärande i och om teknik för att svara på den typ av frågor som jag ställde mig (De Vries, 2003; Middleton & Cajas, 2004). Detta blev starten för min egen forskning inom det teknikdidaktiska fältet.

I min forskning intresserar jag mig för unga<sup>1</sup> och deras relation till teknik. De har under sitt liv kommit i kontakt med teknik i olika situationer och är vana att använda teknik i varierande sammanhang. I styrdokumentet för den obligatoriska skolan (Skolverket, 1994/2000) står att 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 tekniska problem."

Hur kan vi utifrån detta motivera forskning kring ungas lärande i teknik? I styrdokumentet pekar man på att det handlar om kunskaper som alla i samhället behöver. Dagens samhälle är teknikintensivt och teknikkomplex och vi behöver kunskaper i teknik för att kunna agera i olika vardagssituationer. Det handlar om kunskaper för att använda teknik men också kunskaper för att kunna orientera sig och fatta beslut om teknik. Det är inte enbart skolans uppgift att utveckla ungas teknikkunskaper, men genom undervisning i skolan kan alla få en möjlighet att lära sig teknik. Framför allt lyfts olika sätt att förstå, värdera och hantera teknik.

Teknik finns överallt i vår vardag och är något som alla människor kommer i kontakt med. Samtidigt är teknik kopplat till specifika verksamheter som ingenjörens och hantverkarens. Teknik är en omfattande företeelse som behöver tydliggöras relativt de sammanhang den förekommer. När vi talar om teknik som *ett* område kan vi, beroende på vad vi fokuserar, avse en mängd olika saker. Som kunskapsområde kan teknik uppfattas som mer sammanhållet då det handlar om kunskaper *i* teknik och kunskaper *om* teknik oavsett om det är frågan om teknik i vår vardag eller mer verksamhetsspecifika områden. En starkare integration med naturvetenskapen och en teknikfilosofisk diskussion har också bidragit till att teknik som kunskapsområde fått en allt tydligare karaktär.

Hur kan då teknik beskrivas? Filosofers beskrivningar av teknik har varierat över tid. Efter industrialismens intåg och den snabba teknikutveckling som följer med den riktas det filosofiska intresset framför allt mot att studera och beskriva relationen mellan tekniken och

---

<sup>1</sup>Jag väljer att använda begreppet unga i stället för barn eller ungdomar eftersom jag har inriktat min forskning på personer som är 10 och 15 år gamla och jag anser att båda dessa åldersgrupper kan inkluderas i begreppet unga.



människan, samt att belysa hur teknik påverkar kulturen och vice versa (Heidegger, 1974; Mumford, 1934/1963). När filosofer med en bakgrund som ingenjörer senare börjar intressera sig för teknikfilosofi uppstår ett intresse av att definiera och tydliggöra begreppsliga aspekter av teknik, och artefakter som fenomen får ett större utrymme. På senare tid har filosofer i teknik också lyft fram perspektiv där sammanhang får en viktig betydelse. Det handlar om att se teknik, inte som separerad från sin omgivning och från människan, utan som en del av denna. Sammankopplingen innebär att när man beskriver teknik inkluderar man så väl föremål som människor, processer, lagar, regler och system (Bijker, Hughes & Pinch, 1989; Dusek, 2006; Kline, 1985/2003). Latour (1999) poängterar att det inte går att separera samhället och tekniken åt utan de är sammanflätade. Helhetstanken och integrationen mellan teknik, människa och samhälle gör att tekniska system får en tydligare plats i filosofers beskrivningar av teknik.

Jag har i min avhandling valt att avgränsa mina studier av kunskapsområdet teknik till tekniska system, där teknikens betydelse i samhället så väl som dess komplexitet är särskilt tydlig. Med tekniska system avser jag i första hand stora system, som till exempel transportsystem, energisystem och informationssystem, där det ingår många komponenter (föremål, människor) och samband. Att utgå från tekniska system innebär att se teknik i ett sammanhang där delar är sammankopplade till en helhet. Detta är viktigt för att kunna orientera sig i ett modernt samhälle. Tekniska system är också intressanta som kunskapsområde genom att de kräver ett mer utvecklat abstrakt tänkande, eftersom det handlar om tankemodeller snarare än fysiska föremål, som man kan studera och förstå genom att använda.

Som skolämne är teknik relativt ungt. Det blev obligatoriskt i Lgr 80 (Skolöverstyrelsen, 1980) och fick en egen kursplan i och med Lpo 94 (Skolverket, 1994/2000). Även i den senaste revideringen av läroplanen, Lgr 11, (Skolverket, 2010) ingår teknikämnet som ett eget ämne med mål, centralt innehåll och kunskapskrav. Det teknikinnehåll som presenteras i styrdokumentet ska ge alla barn i den obligatoriska skolan möjlighet att utveckla förmågor så att de förstår och kan verka i ett teknikkomplex samhälle, men också skapa intresse och nyfikenhet för teknik och eventuella fortsatta studier inom teknikområdet. Det är viktigt att komma ihåg att teknikämnet i grundskolan syftar mot generella teknikkunskaper. Mer fördjupade och specialiserade kunskaper relativt ett teknikinnehåll tas upp senare i utbildningssystemet. Tekniska system har varit en tydlig del av kursplanen och är i dag en del av det centrala innehållet i läroplanen för teknikämnet. Det är därför intressant att studera lärande och undervisning i relation till detta teknikinnehåll.

Forskning om ungas kunskaper i och om teknik är nödvändig för att kunna utveckla teknikundervisningen vidare och få en större förståelse för lärandet i och om teknik. Forskare inom ett flertal olika fält har i olika studier visat att det är betydelsefullt att känna till vad unga kan när man planerar undervisningen inom ett ämne (Abell & Lederman, 2007; Andersson 2001; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985). De menar att det för läraren är lika viktigt att ha kännedom om barns förståelse, som att vara väl förtrogen med ämnets specifika karaktär och innehåll – som en del av lärarens ämnesdidaktiska kunskapsbas (Nilsson, 2008; Zetterqvist, 2003).

I det teknikdidaktiska forskningsfältet finns en lucka mellan kursplan beskrivningarna i teknik och forskningen om teknik som kunskapsområde. Den ämnesdidaktiska kunskapsbasen behöver utvecklas för att kunna svara på frågor som: Vad är det som är viktigt att undervisa om? och På vilket sätt ska detta göras för att skapa goda lärandemöjligheter?

### 3. Syfte och utgångspunkter

Avhandlingen är relaterad till ett specifikt innehåll inom kunskapsområdet teknik, tekniska system, och riktas mot lärande och undervisning av detta innehåll i grundskolan. Syftet med avhandlingen är att bidra till den ämnesdidaktiska kunskapsbasen för undervisning och lärande om tekniska system i grundskolan.

En viktig utgångspunkt för avhandlingsarbetet har varit de grundläggande ämnesdidaktiska frågorna *varför?*, *vad?* och *hur?* Dessa frågor ramar in didaktiska överväganden när det gäller visst innehåll och är frågor som lärare ska kunna diskutera och problematisera i olika sammanhang. *Varför*-frågan gäller ämnets berättigande som undervisningsämne. *Vad*-frågan handlar om vad som karakteriserar det aktuella ämnet och vad av ämnesinnehållet som bör vara en del av undervisningen. *Hur*-frågan avser hur ämnesinnehållet ska presenteras så att det främjar lärandet (Andersson, 2000; Sjöberg, 2000; Zetterqvist, 2003).

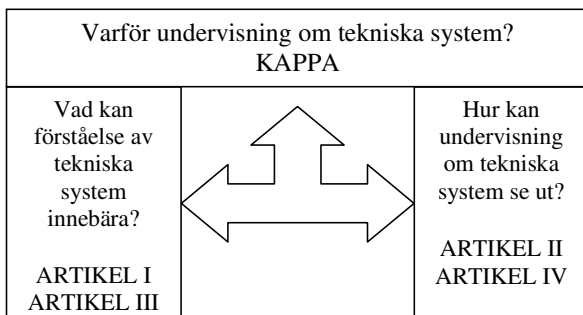
Jag väljer att tydliggöra de ämnesdidaktiska frågorna i förhållande till tekniska system som en del av kunskapsinnehållet i teknik:

- Varför undervisning om tekniska system?
- Vad kan förståelse av tekniska system innebära?
- Hur kan undervisningen om tekniska system se ut?

Den första frågan avser att svara på om tekniska system som kunskapsinnehåll har en plats i grundskolans teknikutbildning. Utgångspunkten för frågan är styrdokumentens skrivningar, filosofiska och systemteoretiska beskrivningar av tekniska system i relation till teknik som en del av vår vardag. Ungas behov av kunskaper om tekniska system i sin vardag har också en avgörande betydelse i denna fråga. Den andra frågan riktas mot undervisningen av tekniska system och vad som kan vara intressant att lyfta fram. *Vad*-frågan tar med denna formulering sikte på de ungas förståelse av tekniska system, men även teorier om tekniska system spelar in då karaktären på tekniska system mejslas fram. När det gäller den tredje frågan så handlar det om att, utifrån de ungas förståelse, teorier om tekniska system och argument för undervisning om tekniska system förstå hur man skapar lärandetillfällen. De ämnesdidaktiska frågorna utmynnar i forskningsfrågor som tydliggör avhandlingens mål.

#### Översikt av avhandlingens olika delar

Ett försök att tydliggöra hur avhandlingens olika delar hänger samman görs med hjälp av figur 1.



Figur 1. Relation mellan avhandlingens artiklar och tre övergripande didaktiska frågeställningar, *varför?*, *vad?* och *hur?*

En överbryggande del utgörs av kappan, där *varför*-frågan tas upp. *Varför*-frågan ingår även som bakgrund i de fyra artiklarna. Avsikten är att ge läsaren en inblick i teorier om tekniska system och på så sätt tydliggöra den bakgrund mot vilken lärande om tekniska system ställs. Den överbryggande delen stötts sedan upp av två delar. Den ena avser att beskriva ungas uppfattningar om tekniska system och har ett stort utrymme i avhandlingen. De två artiklarna, *I* och *III*, ingår med resultat från två empiriska studier. I artiklarna används en fenomenografisk ansats som verktyg för att urskilja olika uppfattningar som beskrivs med kategorier. Artikel *I* kan sägas vara av en utforskande karaktär, där en första kartläggning görs. I artikel *III* fördjupas och breddas förståelsen om olika uppfattningar.

Den andra delen, som har *hur*-frågan som sin stomme, tar sin utgångspunkt i de två nämnda empiriska studierna, men vänder sedan tillbaka till *varför*-frågan genom att ta upp relationen mellan de ungas uppfattningar om tekniska system och lärande om tekniska system för att utöka möjligheten att delta i ett demokratiskt och teknikkomplex samhälle. Resultaten av hur undervisningen kan se ut har inte prövats empiriskt i undervisningssammanhang, men de har en tydlig fortsatt forskningspotential. I de två artiklarna, *II* och *IV*, som utgör grunden för denna del, behandlas didaktiska implikationer för teknikämnet i skolan och lärandet av tekniska system. När det gäller artikel *II* presenteras didaktiska implikationer utifrån den första studien och kan ses som en del av en utforskande fas. Artikel *IV* är av en syntetiserande karaktär; genom en metaanalys av de båda kategorisystemen och empiri från de båda fenomenografiska studierna visas hur uppfattningar kan variera och därmed vad undervisningen av tekniska system bör fokusera.

## Disposition

Avhandlingen fortsätter nu med en genomgång av teknik och tekniska system med utgångspunkt i såväl vetenskapsfilosofiska synsätt som empirisk forskning (avsnitt 4). Därefter lyfts avhandlingens forskningsansats fram (avsnitt 5) med fokus på fenomenografin följt av forskningsfrågorna (avsnitt 6). Därefter (avsnitt 7) beskrivs forskningsdesignen med bland annat insamling och analys av empiri. Här diskuteras också studiernas tillförlitlighet och etiska överväganden. Resultatet av de fyra artiklarna presenteras och sammanfattas (avsnitt 8) och därefter förs en övergripande diskussion av avhandlingens bidrag (avsnitt 9) och sedan följer några slutord (avsnitt 10). En sammanfattning på engelska (avsnitt 11) görs innan referenserna (avsnitt 12). Sist finns bilagor (avsnitt 13) med intervjuguider och de fyra artiklarna.

## 4. Teknik och tekniska system

I avhandlingen fokuseras ungas uppfattningar av ett kunskapsinnehåll. För att skapa en förståelse för innehållets betydelse och karaktär görs här en presentation av teknik och tekniska system som verksamhetsområde. Först presenteras en bild av hur teknik och tekniska system kan beskrivas med utgångspunkt i teorier och forskning. Denna bild gör inte anspråk på att vara heltäckande eller definitiv, utan har för avsikt att spegla den grund mot vilken min forskning skett. Därefter lyfts människans roll i tekniska system upp för att sedan närma sig teknik som kunskapsområde, där medborgarkunskaper i ett teknikkomplex samhälle belyses. Avslutningsvis ringas teknikkunskaper med avseende tekniska system in.

### 4.1 Tekniska system som en del av företeelsen teknik

För människan har teknik från första början varit ett medel för att utvidga sin kapacitet. Tidigt handlade det om enkla redskap som yxor, lerkärl och pergament för att utvidga hennes fysiska och mentala förmågor. Under tidens lopp har mer komplexa lösningar tagits i bruk, som gevär, kikare och telegraf. I vår tid är redskapen ofta delar av de sociotekniska system som vuxit fram och nu används för att utöka våra möjligheter både i avseende på kvalitet och kvantitet. Vi kan förflytta oss över jorden i hög hastighet med hjälp av bilar, tåg och flyg, på ett sätt som inte vore genomförbart utan de stora sociotekniska transportsystemen. Ett annat exempel på stora sociotekniska system som fokuseras i avhandlingen är de kommunikationssystem som byggs upp av datorer och kablar och som gör att människan får tillgång till en utökad minnesförmåga, information och tillgänglighet på ett sätt som annars vore omöjligt (Kline, 1985/2003).

Teknik är ett begrepp vars innebörd varierar i relation till den tid människan befinner sig i. I antikens Grekland innebar ordet *techne* konst, framför allt i bemärkelsen färdigheter och hantverk. *Techne* var starkt kopplat till aktiviteter och människans skapande (Mitcham, 1994). I och med ordets koppling till konst fanns också en anknytning till det konstgjorda i motsats till det naturgivna (Björck, 2009). I dagens teknikintensiva samhälle beskrivs *teknik* i Svensk ordbok (Nationalencyklopedin, 2010) delvis som ”system av avancerade produktions- och utvinningsmetoder som i hög grad bygger på omvandling och utnyttjande av naturens energiresurser och i mindre grad på fysisk mänsklig kraft”. Denna beskrivning antyder att ordets betydelse är omfattande och att det finns svårigheter att avgränsa och på ett entydigt sätt beskriva innebörden av teknik. I detta avsnitt har jag valt att koncentrera mig på teknik som system. Jag anknyter först till några teknikfilosofer, sedan till teknikuppfattningar i vardagssammanhang och till teorier om tekniska system, för att avslutningsvis vända mig till grundskolans styrdokument.

### Teknikfilosofiska synsätt på teknik

Kline (1985/2003) tar upp fyra olika sätt att beskriva teknik: som 1) *artefakter* – icke naturliga föremål som är tillverkade av människan, som 2) *sociotekniska system för tillverkning* – alla delar som krävs för tillverkning av artefakter som till exempel människor, maskiner och ekonomi, som 3) *kunskap eller metod* – den kunskap, information och färdighet som krävs för att utföra en uppgift och som 4) *sociotekniska system för användning* – ett system där artefakter och människor samverkar för att utföra en uppgift som inte hade varit möjlig utan systemet. Även Dusek (2006) gör en liknande uppdelning av teknik i *artefakter* – verktyg och maskiner, *regler* – mönster och förhållanden, och *system* – artefakter som människor hanterar, upprätthåller och reparerar. Dusek poängterar att beskrivningen av teknik

som tekniskt system ger en mer rättvis bild av teknik, då den innefattar både artefakter och regler i en kontext där människan är integrerad.

## Teknikuppfattningar i vardagssammanhang

I vardagssammanhang förekommer ofta beskrivningar av teknik som artefakter, saker som människan konstruerat, vilket också flera undersökningar visar (Andersson, Svensson & Zetterqvist, 2008; Collier-Reed, 2006; Rose, Gallup, Dugger & Starkweather, 2004; Volk & Dugger, 2005). När man ställer frågan 'Vad är teknik?', blir både vuxnas och barns svar ofta, - datorn, mobilen och teven, dvs. artefakter som är betydelsefulla i vardagen.

I ett antal studier relaterade till ungas kunskaper i teknik, belyses uppfattningar om teknik. Dessa är genomförda inom ramen för PATT<sup>2</sup> och lyfter fram ungas uppfattningar om vad teknik är, samt deras attityder till teknik. I studier av omkring 10 000 barn och ungdomar, i åldrar motsvarande grundskolans senare del och gymnasiet, testas 100 påståenden som de ska instämma i eller ej enligt en femgradig skala (Bame, Dugger, DeVries & McBee, 1993). Några av påståendena gällde uppfattningar om teknik som till exempel "When I think of technology I mostly think of computers" vilket 54 % instämde i och 30 % inte höll med om. Ett annat påstående var "In my opinion, technology is not very old." Det var 35 % som höll med om detta och 27 % svarade att de inte visste. Liknande undersökningar när det gäller vuxnas uppfattningar om teknik har genomförts i USA (Rose m fl., 2004) och Hong Kong (Volk & Dugger, 2005). De visade att även vuxna i första hand förknippar teknik med datorer.

I en studie (Andersson m fl., 2008) som belyser svenska elevers, årskurs 7, 8 och 9, uppfattningar av vad teknik är framkommer, i likhet med andra studier (Bame m fl., 1993; Rennie & Jarvis, 1994; Rose m fl., 2004; Solomonidou & Tassios, 2007; Volk & Dugger, 2005), att barnen och ungdomarna ofta beskriver teknik som något modernt eller högteknologiskt. I studien av Andersson m fl. (2008) uppfattar endast en tredjedel av undersökningsgruppen vardagsbetonade tekniska produkter som teknik. Detta kan vara ett tecken på att teknik inte kopplas samman med människans vardagsaktiviteter och behov. Liknande resultat rapporterar Mather och Jones (1995) i sin studie där 5-6-åringar i högre utsträckning kopplade teknik till människor än 9-13-åringar. De äldre barnen/ungdomarna tenderade att uppfatta teknik som artefakter skilda från människan. Även en studie av sydafrikanska ungdomar i skolår 11 (Collier-Reed, 2006) visar detta. Collier-Reed (2006) kommer fram till att det finns en skillnad mellan att uppfatta teknik som produkt eller process. Uppfattningen om teknik som process innebär enligt honom en mer utvecklad och vidare syn på teknik, eftersom den även involverar samhällsaspekter.

Att artefakter utgör en betydande del av teknik är uppenbart och det är därför inte konstigt att kopplingar görs till artefakter när frågan, 'Vad är teknik?', ställs. Klasander (2010) kommer i sin studie fram till att det till och med kan vara så att uppfattningar om artefakter står i vägen, skuggar, andra sätt att se på teknik som till exempel tekniska system.

## Teorier om tekniska system

Det finns inte några empiriska studier som svarar på frågan 'Vad är tekniska system?'. Däremot finner man i teoretiska beskrivningar och vetenskapliga framställningar några olika dimensioner som svar på de tekniska systemens innebörd. Ingelstam (2009) beskriver tekniska system som: *komponenter* och *samband* som tillsammans bildar en *helhet*. Det krävs en *systemgräns* som avskiljer systemet mot det som kallas *omgivningen*, som inte tillhör

---

<sup>2</sup>PATT, Pupils Attitudes Towards Technology, är en internationell organisation som främjar forskning inom teknik som verksamhetsområde och kunskapsområde

systemet direkt men har betydelse för systemet. I undantagsfall är systemet slutet mot omgivningen. Ingelstam (1996; 2009) poängterar att de tekniska systemen i sig inte kan utträta något, utan det är i mänskliga och sociala sammanhang som de får betydelse. Han beskriver ett sätt att få överblick över ett system, genom att se på det från tre olika nivåer eller som tre delsystem. Det *fysiska* delsystemet består av de föremål som systemet är uppbyggt av. Det *organisatoriska* delsystemet utgörs av producenter och organisationer som ser att systemet producerar något och levererar det som det avser att leverera. Det *kontrollerande* delsystemet kontrollerar att det som produceras och levereras uppfyller ställda krav lokalt och globalt. Mellan delsystemen finns samband och dessa kan man i olika grad fokusera beroende på vilken ingång man väljer i systemen. Denna uppdelning kan vara ett verktyg för att göra systemet mer överskådligt. Att använda tekniska system som ett begrepp för att förstå tekniken i dagens moderna samhälle innebär inte bara att titta på systemets struktur av komponenter, samband och gränser, utan att också att titta på relationen mellan teknik, människa och samhälle (Hallström, 2009).

Systemteori har sin grund i biologin, matematiken och ingenjörskonsten, men har utvecklats så att den i dag även går att finna inom andra områden som till exempel samhällsvetenskapen (Assarf & Orion, 2005; Bertalanffy, 1950). Den är till sin natur tvärvetenskaplig och kunskaper från många olika områden förs samman då ett innehåll ska undersökas som ett system (Ingelstam, 2002). Det bör poängteras att begreppet tekniska system här innebär något som kan gestaltas materiellt. Det handlar inte om immateriella system som beskriver en metod, ett handlande eller en klassifikation som till exempel Linnés sexualsystem. Ett sätt att tänka om system är att se systemteorier som ramverk för att förstå den naturliga och den konstruerade världen genom att se den som en helhet med delar och relationer till omgivningen (Bertalanffy, 1950; Öqvist, 2008).

”Systemtänkandet ger genom sin tydligt pragmatiska koppling, där hela systemet tas i betraktande, en bra grund för att bygga konkreta alternativ till rationalistiska modeller för handlande.” (Öqvist, 2008, s.11)

Systemteorier handlar om att förstå en helhet, vilket inte går att göra enbart genom att ha kännedom om delarna och deras egenskaper. Man måste också känna till sambanden mellan dem. Tillsammans bildar delar och relationer mellan dessa en helhet där delar kan bytas ut för att upprätthålla eller förändra systemets funktion (Ingelstam, 2002). Ett sätt att beskriva vad som kan ses som centrala delar inom systemteorierna och då speciellt gällande tekniska system gör Klasander (2010) i form av systemsignifikanter, vilka är ett koncentrat av den systemteoretiska och teknikfilosofiska litteraturen och beskriver en holistisk kunskapssyn där helheter och sammanhang, funktioner och mönster är viktiga grundelement i kunskapsbyggandet.

## **Undervisning om tekniska system i grundskolan**

Tekniska system beskrivs i grundskolans kursplan för teknikämnet (Skolverket, 1994/2000) som komponenter och samband. I teknikämnet ska tekniska system belysas både utifrån en mikronivå, som kan uppträda i föremål, som till exempel cykeln, och utifrån en makronivå genom de stora sociotekniska system, som till exempel transportsystemet. De tekniska systemen är bara en liten del av teknikinnehållet som undervisningen om kunskapsområdet teknik förväntas behandla. Det framgår inte vilket innehåll som ska fokuseras och hur undervisning om tekniska system ska ske. Klasander (2010) pekar på att kursplanen för teknikämnet presenterar en syn på teknik och tekniska system som möjliga att styra, icke autonoma. Kunskaper om system byggs upp med utgångspunkt i de artefakter som identifieras i systemen. Relationen mellan artefakter och system uppfattas därför som viktig,

men systemet som helhet i relation till olika perspektiv, människa, samhälle och natur, är inte lika framträdande i kursplanen i teknik. I och med att artefakter får en betydande plats i styrdokumentet blir förhållandet mellan teknik och människa av en något annan karaktär, än om tekniska system som en helhet betonas. Människans roll har en viktig plats i teknikkursplanen, men detta ställs inte explicit i relation till tekniska system.

## **4.2 Människans roll i tekniska system**

Relationen mellan tekniska system och människor synliggör skillnader mellan att se teknik utifrån ett artefaktperspektiv jämfört med ett systemperspektiv. Fokusering på artefakterna, och den process som framställningen av dessa innebär, beskrivs ibland som en instrumentell syn på teknik. Denna syn baseras på en idé om att teknik är redskap som ska användas till det människan väljer. Det är i första hand resultatet av vad tekniken åstadkommer som räknas (Garvey, 2007). Enligt Dusek (2006) kan teknik uppfattas som neutral, varken god eller ond, när den ses utifrån ett artefaktperspektiv. Människan är utanför artefakterna och kan välja att bruka, missbruka eller inte bruka dem alls. På detta sätt kan människan sägas kontrollera tekniken, vilket ligger i linje med en instrumentell syn.

En annan syn på människans roll i tekniken får man om man som Kline (1985/2003) och Dusek (2006) beskriver teknik som tekniska system. I tekniska system eller sociotekniska system, ses människans involvering som en del av systemet, vilket innebär en syn på teknik som inte isoleras till enskilda artefakter utan kopplar samman artefakter, processer, regler och människor. Genom att se på tekniken i större sammanhang blir inte förståelsen av teknik begränsad. Även de sociala, samhälliga och politiska aspekterna tas med för att förstå essensen. Denna syn förespråkas också av Pinch och Bijker (1987/2003) som menar att tekniken konstrueras i sociala sammanhang där människan som användare är medskapare till ny teknik. Latour (1999) beskriver på liknande sätt detta som sociotekniska aktiviteter. Han fokuserar i 'actor-network' teorin, på människans och artefakternas integration. I och med att människan ses som en integrerad del i tekniken får detta konsekvenser för hur vi uppfattar människans roll och hur mänskliga värden påverkas. Människan och tekniken förutsätter varandra. Även om Latour inte i första hand avser tekniska system då han talar om teknik menar jag att det sätt han beskriver relationen mellan människan och artefakterna också gäller människan och de tekniska systemen.

## **Relationen mellan tekniken och människan**

Hagberg (2009) beskriver två olika traditioner inom teknikfilosofin som försöker fånga relationen mellan tekniken och människan, den teknikoptimistiska och den teknikkritiska (pessimistiska). I den optimistiska traditionen ligger fokus på teknikens resultat, i form av artefakter och system, och teknikens inre drivkrafter att lösa problem. Tekniken uppfattas som lösningen på alla problem, som klarar allt det som människan inte klarar utan den. Som en motpol till denna tradition utvecklades en teknikkritik, där en oro uttrycks över teknikens betydelse för människan och den förändrade synen på mänskliga värden. Tekniken ses istället som något som tar över en mängd funktioner från människan. Både den optimistiska och kritiska synen på teknik ligger i linje med teknikdeterminism (Hagberg, 2009), vilken kan beskrivas som att utveckling och förändring av teknik ger effekter. Den påverkar vår kultur och vårt samhälle på ett oundvikligt sätt. Om vi till exempel tittar på utvecklingen av internet ser vi hur dess intåg i våra liv förändrat det sociala livet, informationsflödet, lett till att arbetstillfällen försvunnit och att nya skapats. Inom determinism ses varje händelse som orsaksbestämd. Det handlar om linjära förlopp där en förändring alltid orsakar en annan (Dusek, 2006).

Här kan det också vara på sin plats att kort redogöra för uppfattningen om teknik som autonom, vilket innebär att teknik ses som något utom människans kontroll. Enligt Winner (1977/2003) handlar autonomismen dels om en förändringsprocess där mänskligheten successivt transformeras och inkorporeras i tekniken, dels om stora tekniska system som växer genom en självgenerering utan människans ingripande. Människan överskuggas av all den teknik som omger henne. Detta synsätt uppfattas som pessimistiskt i sin syn på människans möjligheter i förhållande till tekniken (Hagberg, 2009).

Borgmann (1984) ser också teknik som autonom, men presenterar en något annan ingång på hur människans roll tas över av tekniken. Han poängterar att tekniken har betydelse för de relationer som finns i samhället, mellan människor liksom mellan människor och den fysiska omgivningen. Han menar att dessa relationer förändrats genom att förutsättningarna för teknik ser annorlunda ut i dagens samhälle jämfört med för 100 år sedan. Den teknik som vi ser i samhället fokuserar inte på enskilda föremål, 'focal thing', utan teknik handlar idag om större enheter, 'devices', eller som jag väljer att kalla dem - tekniska system. Borgmann är kritisk till den avsaknad av engagemang och involvering som tekniska system innebär för människan. Ett utanförskap skapas då vi enbart fokuserar på resultatet som de tekniska systemen åstadkommer. Ett exempel är elsystemet där ljus och värme är det, de flesta människor tenderar att bry sig om. Allt övrigt som kan räknas in i elsystemet har vi svårt att uppfatta, och vi ser inte heller någon möjlighet att påverka systemet på annat sätt än genom vår användning. Han menar att teknikens betydelse för människan, som något löftesrikt, i och med de tekniska systemen egentligen reducerar människan till oengagerade konsumenter. Hickman (2000) har kritiserat Borgmanns syn och menar att när teknik uppfattas som misslyckad, är det inte tekniken som är problemet utan människans insikt, kunskap, intresse och hängivenhet att hitta en lösning. Hickman har som jag ser det en mer positiv syn på tekniken. Han väljer inte att beskriva tekniken som antingen ond eller god utan menar att människans förmåga att använda teknik för att lösa problem i en viss kontext är det som är avgörande. Människans roll är viktig och ses utifrån ett aktivt deltagandeperspektiv snarare än ett passivt konsumerandeperspektiv, vilket ligger i linje med Duseks (2006) syn. Det är också viktigt att fundera på vad vi i vårt dagliga liv kan göra för att förändra kontrollsituationen som tas upp i det autonoma synsättet. Vad jag vill ta fasta på, är att i det autonoma synsättet betonas vikten av att förstå teknik i ett större sammanhang, att se teknik i förhållande till de olika förutsättningar som finns i vårt samhälle. Jag riktar i avhandlingen mitt intresse mot teknik i undervisningssammanhang, och i en sådan kontext anser jag att en mer optimistisk syn på teknik bör synliggöras och kritiseras. Att se tekniken som svårkontrollerad istället för utom kontroll skapar en bättre förutsättning för ungas möjligheter att utveckla intresse, engagemang och kunskaper i teknik.

## **Genuskodad teknik**

Teknik som verksamhetsområde är präglad av genusrelationer. Det kan handla om vilka tillverkarna är, vem som använder artefakterna, vad som händer när en artefakt tillverkas för män men sedan även används av kvinnor, som till exempel mikrovågsugnen (Berner, 2009). Det finns många exempel på att teknik är starkt genuskodad. Artefakter, speciellt maskiner och högteknologiska föremål, uppfattas ofta som tillhörande en manlig sfär. Vilka som förväntas intressera sig för teknik, och vilka som formar den nya teknik som produceras är andra kopplingar mellan genus och teknik (Berner, 2009; Mellström, 2009; Ottemo & Gårdfeldt, 2009). Tekniska system som ett sätt att beskriva teknik erbjuder en bred syn på teknik där såväl människor, samhälle, natur, artefakter och regler involveras. En sådan syn kan medföra att genusaspekter, som ofta kopplas till specifika artefakter eller användare, inte blir lika påtagliga (Berner, 2009; Mellström, 2009; Murphy & Elwood, 1998). Trots att teknik



som verksamhetsområde kan anses vara genuskodat, är det inte avhandlingens syfte att belysa dessa aspekter explicit. Avhandlingens teoretiska och metodologiska perspektiv synliggör inte enskilda individer, vilket innebär att genusaspekterna inte får något genomslag.

### **4.3 Medborgarkunskap i relation till tekniska system**

Teknikundervisning i grundskolan ska, enligt de nationella styrdokumenten (Skolverket, 1994/2000), utveckla ungas kunskaper i teknik så att de får en större förståelse för teknik och en utökad förmåga att agera som aktiva medborgare i ett teknikkomplext samhälle.

#### **Medborgarkunskap i ett teknikkomplext samhälle**

Vad innebär ett teknikkomplext samhälle? Jag skulle vilja beskriva det som ett samhälle där människan varje dag, varje timme, interagerar med och integreras i sammanhang där teknik har en avgörande betydelse både för individen själv och för samhället i stort. Vi väcks på morgonen av någon form av tekniskt föremål t.ex. en väckarklocka eller en mobiltelefon. Vi tvättar oss och går på toaletten, vilket innebär att vi interagerar med två viktiga och komplexa tekniska system. Vår dag fortskrider på samma sätt med en växelverkan mellan föremål, processer, system och människor. Vilka teknikkunskaper behöver vi som medborgare utveckla för att förstå och aktivt delta i denna vardag? Att kunna använda alla tekniska föremål som vi omger oss med är ett vanligt svar på frågan. Kunskaper för att kunna hantera teknik går direkt att utvärdera. Klarar vi att ställa larmet på mobiltelefonen eller inte? Om vi inte klarar det kanske vi försöker igen eller vänder oss till någon som är mer kunnig på området; det handlar om att praktiskt pröva, följa instruktioner eller iakttäta någon kunnig person för att lära sig hur man använder föremål för att uppnå ett önskat syfte.

Kunskaper som rör brukande och hanterande av teknik i vår vardag, inhämtar vi på många olika sätt och i olika sammanhang. Undervisningen i teknik har som mål att underlätta individens vardag genom kunskaper om hur man använder tekniken, men det krävs även andra kunskaper i och om teknik för att vi ska kunna ta aktiv del i samhället. Dessa kunskaper bör också inkluderas i teknikundervisningen. Den här avhandlingen strävar efter att se kunskapsområdet teknik som gällande mer än kunskaper kring användandet av föremål. Vi som medborgare bör uppfattas som aktiva medborgare i ett sammanhang och inte enbart som konsumenter. Det är grundskolans ambition med undervisningen i teknik och alla andra kunskapsområden att undervisningen inkluderar ett demokratiskt ansvar när det gäller att delta i samhälliga beslut.

”För att kunna delta som aktiva samhällsmedborgare i ett mer komplext samhälle krävs bl.a. ett kritiskt analyserande förhållningssätt. Frågor om varför måste ställas, problemen under ytan lyftas upp, alternativ tänkas och formuleras.” (SOU 1992:94, s.75)

Vi måste genom att vi är en del av samhället göra en mängd olika val, ta ställning och på andra sätt interagera med tekniken. Då räcker det inte med kunskaper i hur vi ska hantera och bruka teknik. Det behövs även kunskaper så att vi kan undersöka, värdera och utveckla teknik. Denna typ av kunskap är mer abstrakt, den är inte direkt och konkret som kunskap om hanterandet av teknik, men i dagens samhälle har den en tydlig plats vilket bl.a. betonades av den förra läroplanskommittén:

”Kraven på inflytande från enskilda människor ställs högre idag. Förmågan att formulera sin mening och anspråken på att kunna påverka sina närmaste villkor har ökat. Decentralisering i företag och förvaltningar, där utvecklingen i den offentliga sektorn varit särskilt tydlig under senare år, kan delvis ses i ljuset av dessa ökade

anspråk på att påverka och kunna välja. På flera samhällsområden, bl.a. skolan, har betonats möjligheterna för medborgare och ”brukare” att i olika avseenden kunna utöva ett bredare inflytande.” (SOU 1992:94, s.72)

Ytterligare argument kring teknikkunskaper, som en del av en medborgarkunskap, får vi då vi tittar på Millars (1996) diskussion kring vad undervisningen i naturvetenskap bör innehålla för att den ska bidra med kunskaper till alla medborgare. Han menar att undervisningen i skolan ska förbereda en minoritet av de unga för fortsatta studier i naturvetenskap och en majoritet av de unga med baskunskaper för att kunna agera i samhället. Millar använder sig av fyra argument - ekonomi-, nytto-, kultur och socialt- och demokratiargument - för att svara på varför kunskaper i naturvetenskap kan vara viktiga. Det framkommer i Millars argumentation att teknikkunskaperna bör stärkas för att hjälpa och förbereda de unga för att möta samhällets olika krav: ”...I think that more technological emphasis, together with a focus on a small number of key models, would stand a better chance, if imaginatively presented, of catching and holding the interest of more students...”(s. 17). Sjøberg (2000) använder också dessa argument för att lyfta fram och motivera kunskaper i naturvetenskap. Argumenten kan även gälla teknikkunskaper speciellt de argument som gäller ekonomi och nytta vilket både Millar och Sjøberg lyfter fram:

“The value, I think, of the utility argument is that it challenges us to take the criterion of 'usefulness' of knowledge seriously. It points towards a science curriculum with a much stronger emphasis on a technological way-of-knowing about phenomena on more immediately applicable knowledge rather than abstract general principles.” (Millar, 1996, s. 11)

”Kanske är det först och främst människor med *tekniska färdigheter* näringslivet behöver, och inte alls människor med grundläggande *naturvetenskapliga kunskaper*” (Sjøberg, 2000, s. 164).

”Man kan hävda att det som krävs för att bemästra vardagen är teknisk kompetens, och den är inte särskilt beroende av grundläggande naturvetenskaplig insikt” (Sjøberg, 2000 s.166).

Sjøberg markerar i sina argument att färdigheter och kompetens i teknik, i visst hänseende, är mer befogad än kunskaper och insikt i naturvetenskap. Det finns en skillnad i Sjøbergs beskrivning av kunskapsområdena, naturvetenskap och teknik, som jag inte ställer mig bakom. Han talar om, *tekniska färdigheter* och *kompetens* i relation till *naturvetenskapliga kunskaper* och *insikter*. Att särskilja naturvetenskap och teknik genom att använda kunskapsbegrepp på detta sätt ser jag inte som relevant. Jag uppfattar färdigheter som en delmängd av kunskapsbegreppet (SOU 1992:94), och då framförallt som konkreta gestaltningar av kunskaper. Kompetens kan beskrivas som kunnighet eller skicklighet i förhållande till ett område, medan insikt betyder uppnådd förståelse grundad på medvetet tankearbete (Nationalencyklopedien, 2010). Dessa skilda betydelser pekar, enligt mig, på en uppfattning av kunskapsområdet teknik som underordnat naturvetenskapen. Jag anser att kunskapsområdena teknik och naturvetenskap bör ses som särskiljda men jämbördiga och väljer därför att se på citaten utifrån detta perspektiv.

På individnivå handlar *ekonomiargumentet* om att kunskaper i teknik kan vara lönsamma då det finns en arbetsmarknad som efterfrågar människor med teknikkunskaper och det för individen finns en möjlighet att tjäna sitt leverbröd. Sett från en samhällsnivå är det ingen fördel att ha en högutbildad teknisk elit. Det kan snarare vara mer fördelaktigt och gynnsamt för ett lands ekonomi med en arbetsstyrka där alla har en teknisk utbildning på en mer generell nivå.

Teknik utifrån en *nyttoargumentation* motiveras på individnivån med att kunskaper i teknik är avgörande för att vi på ett bra sätt ska kunna hantera vår vardag bestående av ett stort antal tekniska föremål, system och processer. I ett demokratiskt samhälle har människor möjlighet att påverka sin situation genom kunskaper och argumentation.

*Demokratiargumentet* innebär på individnivå att kunskaper om och i teknik ger oss möjlighet att aktivt delta i samhällsdebatter, värdera och argumentera frågor och problem som rör teknik. På en samhällsnivå är det viktigt att invånarna i samhället ges möjlighet att påverka och att skilja goda argument från dåliga. Williams (2009) pekar på att teknikens koppling till demokrati genom människans utveckling av föremål och system på olika sätt får betydelse för demokratiska värden. Ser vi på det ur ett historiskt perspektiv så innebär till exempel utvecklingen av olika kommunikationsmedel en utvidgning av möjligheter att förflytta sig, få information och sprida information från en krets av närmaste familjen, via allt större områden till att idag nå hela världen. Denna tekniska utveckling får betydelse för oss som medborgare. Dagens unga växer upp i en teknisk miljö där bredband, mobiltelefoner och rymdresor är en del av deras vardag, och de behöver kunskaper för att kunna hantera frågor som berör dessa system.

*Kulturargumentet* pekar på de kunskaper och värderingar som har en central ställning i vår kultur, där teknik kan sägas utgöra en viktig del både när det gäller historisk förståelse, samhällsutveckling, fritidssysselsättning och vardagsliv.

Ett sätt att tydliggöra vad undervisningen i skolan ska bidra med är att anknyta till bildningsbegreppet. Jag använder detta begrepp, där medborgarperspektivet ingår, som en utgångspunkt mot vilken jag ställer kunskaper om teknik och speciellt tekniska system.

## **Teknisk bildning**

Bildningsbegreppet har sitt ursprung i det tyska ordet 'Bildung' som innebär "att människan är – eller borde vara - en varelse som bildar sig, skapar sig, gör sig till något som inte fanns innan" (Hörnqvist, 2002). Bildning är inget entydigt begrepp. Det har getts olika innebörd över tid och varje tid måste ge sina svar på vad och hur denna bildning sker. Från ett medborgarperspektiv fyller bildningsbegreppet ett syfte, då det ringar in vad individer i ett demokratiskt samhälle bör ha kännedom om för att skapa förståelse och kunna hantera olika situationer i samhället. Eftersom samhället ständigt är i förändring kan inte bildningens innehåll vara något fixt utan måste förändras över tid. Enligt Fritzell (2009) innebär det att bildning inte bör knytas till något specifikt kunskapsinnehåll, en kanon, utan det handlar istället om ett sätt att förhålla sig till kunskap och mening. Bildning kan inte vara skilt från innehåll men det går inte att peka ut visst innehåll som överordnat ett annat. Anledningen till denna syn på bildning menar Fritzell är att samhället är i ständig utveckling och förändring, vilket gör att en fastlåst eller rigid syn på ett givet ämnesinnehåll inte är förenligt med en bildad hållning. Argumentationer kring bildning som en process skiljer sig från en syn av bildning som präglad begreppet historiskt. Bildning har varit liktydigt med själens bildning och präglad av ett humanistiskt tänkande. Sjäslig bildning riktades mot ett personligt bildningsperspektiv snarare än mot ett medborgarperspektiv. Det var dock inte givet att den enskilde själv valde vad bildning innebar, utan det kunde likaväl vara skolan, kyrkan eller staten som ansåg sig veta vad som var det bästa för att forma en bildad individ (Ginner, 1988). När det gäller den personliga eller själsliga bildningen fokuserades teoretisk kunskap och den riktades mot att skapa en bildad elit.

I dag ses bildning ofta som ett demokratiprojekt där alla individer ingår i bildningsprocessen (Gustavsson, 2007; Kristensson Ugglå, 2007; Liedman, 2001). Historiskt har inte kunskaper i

och om teknik uppfattats som något som behöver ingå i individens bildning, men om vi ser bildning utifrån ett medborgarperspektiv handlar det inte längre om en exklusivt akademisk angelägenhet utan istället om något som berör hela samhället. Då teknik och bildning kopplas samman till teknisk bildning beskriver de tillsammans en process där individer får en förståelse för teknik och redskap för att kunna hantera teknik i olika situationer, ”Teknisk bildning är inte en statisk egenskap hos individer utan något som uppstår i mötet mellan individer och situationer i gemensamma tekniska processer” (Ingerman, 2009, s. 26). Internationellt används *technological literacy* på liknande sätt som teknisk bildning. Det pågår även kring detta begrepp diskussioner om vilka perspektiv som ska vara i fokus, det personliga eller det medborgerliga. Jag väljer att anknyta den fortsatta diskussionen av teknikkunskaper till det internationella begreppet *technological literacy*.

## Technological literacy

*Technological literacy* används för att beskriva vad ”alla” behöver kunna om och i teknik. *Technological literacy* kan betyda, i direkt översättning, teknisk läskunnighet och inbegriper kunskaper, förmågor och handlingar som medborgare behöver för att kunna agera i ett samhälle (Garmire & Pearson, 2006). Det har visat sig att fokus har hamnat på hur man hanterar tekniken, hur den fungerar och vilka principer den bygger på. Det blir en lång lista på saker som man ska kunna för att vara *technologically literate*, vilket framkommer av ITEA: s<sup>3</sup> lista på teknikkunskaper inom flera olika områden. Under de senaste åren har tankarna kring *technological literacy* utvecklats, och flera forskare som till exempel De Vries (2006), Dakers (2006), Michael (2006) och Pitt (2006), anser att begreppet måste definieras och kopplas tydligare till samhället och individen.

En sådan koppling gör Ingerman och Collier-Reed (2010) i det att de beskriver *technological literacy* kopplat till hur individer agerar i relation till en situation eller teknisk process. *Technological literacy* ses som två sammanhängande aspekter, som en individ kan uppfatta, i relation till en situation. Den ena aspekten är den potential som finns i situationen och som hänger samman med dess tekniska innehåll de kunskaper, förmågor, färdigheter och personliga engagemang som individen behöver för att agera i relation till situationen. Även om det är individen som interagerar med sin omgivning, så sker detta inte skilt från en samhällelig kontext, utan *technological literacy* uppstår i mötet mellan människor och fysiska föremål. Den andra aspekten av *technological literacy* är individens agerande i situationen och som hänger samman med dess syfte – hur situationen formas i ett socialt sammanhang och är del i en (eller flera) processer. Det innebär att individen behöver kompetenser för att kunna agera, möjlighet att identifiera behov och identifiera konsekvenser. Genom detta sätt att beskriva *technological literacy* tydliggörs individens möjligheter och roll, så väl som samhällets inblandning, för att upprätthålla demokratiska värderingar genom strukturering och socialt engagemang.

En del i detta handlar om att individer ska kunna påverka, att de inte uppfattar teknik som statiskt, utan att de ser dess multidimensionella karaktär. Synen på *literacy*-begreppet som en del av de situationer vi möter i vår vardag går även att finna i Roberts (2007) framskrivning av tyngdpunkter när det gäller *scientific literacy*. Han gör en uppdelning i vision I och II. Vision I har inom naturvetenskapen varit normgivande och handlar om att ta sin utgångspunkt i själva naturvetenskapen, så som lagar, teorier och processer. Vision II innebär att utgångspunkten är de situationer där naturvetenskapen har en viktig roll. Då blir frågor som har med beslutsfattande eller sociala förhållanden omöjliga att bortse ifrån. Teknikkunskaper

---

<sup>3</sup> ITEA, International Technology Education Association

har, på ett mer direkt sätt än kunskaper i naturvetenskap, kopplingar till individers vardag. Individer behöver kunskaper om och i teknik för att kunna agera i olika situationer i sin vardag. För att kunna förflytta sig från hemmet till jobbet behöver man kunna hantera bilen, förstå trafikregler och på andra sätt ha kunskaper för att interagera i transportsystemet. Det går inte att isolera teknikkunskapen från de situationer där den behövs. Kunskapsområdet teknik, så som det beskrivs i grundskolans styrdokument, är således nära sammankopplat med Roberts vision II.

När det gäller *technological literacy* som indikator på vad det är för kunskaper i teknik som medborgare behöver så har det på senare tid, som en följd av diskussionen av komplexiteten i medborgarkunskap, skett förändringar. Från att handla om listor på vad man behöver kunna, till kunskaper som individen och samhället har nytta av för att agera och göra överväganden i situationer som uppkommer i våra liv. Med denna fokusflyttning blir det tydligare att teknikkunskaper bidrar till bildningsprocessen genom att den ger individer redskap för att förstå och hantera sin vardag i ett teknikintensivt och teknikkomplex samhälle.

#### **4.4 Kunskap om teknik och tekniska system**

Teknikkunskap i undervisningssammanhang kan delas in och beskrivas på olika sätt. De Vries (2005) och McCormick (2006) beskriver teknikkunskap dels som kunskaper kopplade till föremål, dels som kontextrelaterad kunskap. Nordin (1988) beskriver, med utgångspunkt i att teknik är starkt kopplad till användbarhet och lösningar, en uppdelning av teknikkunskaper i intern eller extern kunskap. I denna avhandling ligger intresset på kunskaper om tekniska system och hur dessa kan komma till uttryck i undervisningssammanhang ger Ingelstam (1996; 2009) exempel på, då han lyfter systemens relationer till människan och samhället. Han pekar också på problemen som kan uppstå då det gäller förståelsen av system som en helhet. Teknikkunskaper *i* och *om* teknik lyfts fram. Därefter flyttas fokus från de mer generella teknikkunskaperna mot kunskaper om tekniska system.

#### **Teknik som kunskapsområde**

McCormick (2006) beskriver teknikkunskap i undervisningssammanhang utifrån två teorier om lärande. Den ena är 'symbol processing' – att lagra begrepp och symboler i minnet som sedan kan användas för att lösa problem. Den andra är 'situated views' – genom deltagande i en kulturellt autentisk aktivitet löser man problem. Teknik som ämnesområde har en lösningsorienterad natur, vilket innebär att ha förmåga att lösa problem i olika situationer, är centralt när det gäller teknikkunskap. För att kunna lösa teknikproblem kan man använda *processkunskaper* (procedural) – veta hur man ska göra, praktiskt kunna ta sig an och lösa ett problem, *begreppsmässiga kunskaper* (conceptual) – förstå hur saker hänger ihop, kunna tänka ut lösningar och koppla samman kunskaper från olika områden. Det senare sättet att se på teknikkunskap är enligt McCormick kopplat till 'symbol processing'. Han lyfter även fram ytterligare sätt att ta sig an problemlösning. Då problemet ses som en aktivitet som sker i ett socialt och fysiskt sammanhang krävs vissa kunskaper som integreras i aktiviteten. Dessa kunskaper är *situationsbundna* och innebär, - kunskaper i och om föremål som behöver användas i den aktuella situationen och - kunskaper om begrepp och olika färdigheter som behövs för att lösa uppgiften.

De Vries (2005) poängterar att teknisk kunskap är *normativ* i det att den värderas utifrån lämplighet och effektivitet. En hammare kan vara lämplig att använda i vissa situationer men inte i andra. Han beskriver bland annat teknikkunskap som *icke verbal kunskap* genom att det handlar om kunskap som beskrivs som 'knowing-how', en känsla för vad som är rätt eller fel (som en rörmokares känsla för hur hårt hon ska dra fast ett rör). Ytterligare en aspekt av det

icke verbala är den visuella kunskapen, som kommer till uttryck i skisser och ritningar där andra kunskaper än de som kan uttryckas med ord kommer fram. De Vries pekar också på att viktiga teknikkunskaper i undervisningssammanhang är de som hör ihop med *design och tillverkning av artefakter*, så som fysiska egenskaper hos material, funktion (hur föremålen fungerar), relationen mellan fysiska egenskaper och funktion samt tillverkningsprocess.

Nordin (1988) använder sig av ett angreppssätt på teknik som kunskapsområde som fokuserar teknikens användbarhet, hur teknik löser ett problem eller medverkar till att lösa problem och därför kan ses som användbar. Det finns en relation mellan tekniken och användaren. Genom att se på teknikkunskap som något *internt* eller *externt* betingat innebär det att användbarheten antingen kan byggas upp utifrån teknikens inre struktur, *internt*, som materialegenskaper och principer för sammanfogning som lösningar på problem, eller från yttre faktorer, *externt*, som användarens önskemål, till exempel att kunna förflytta sig mellan två städer.

Ingelstam (2009) lyfter fram vad som kan ses som grundläggande vad gäller kunskaper om tekniska system. Det första är "Att ett tekniskt system är socialt konstruerat" (s.91). Det går inte att bortse från att tekniken hela tiden samspelar med människan och samhället. De tekniska systemen är inte "naturliga" utan de är konstruerade av människan utifrån hennes önsknings, strävanden och misslyckanden och för att förstå tekniska system är sådana kunskaper viktiga att ta i beaktande. Genom att tekniska system är socialt konstruerade finns det också en potential att förbättra och förändra dem. Det andra, som Ingelstam lyfter fram, har att göra med komplexitet och demokrati. Stora tekniska system är ogenomskinliga och det är inte möjligt för en enskild individ att skaffa sig kunskaper som tränger igenom hela systemet, utan det är olika specialister som har kunskap om vissa delar. Det finns i detta en maktproblematik genom att alla litar på någon annan, ingen har överblick över helheten. Det kan ses som en demokratifråga där möjligheten att påverka samhället styrs av vilka kunskaper medborgarna har när det gäller att överblicka de tekniska systemen.

## **Kunskaper i och om teknik**

Teknikundervisningen ska bidra till ungas tekniska bildning. De ska utveckla kraftfulla sätt att agera i en värld full av teknik. Vissa av dem ska vara med och utveckla den, men de flesta kommer snarare att använda (olika typer av manuell verksamhet), kanske laga, läsa beskrivningar, värdera, betrakta och reflektera kring den teknik som omger dem. Millar (1996) poängterar också denna uppdelning genom att hävda att en minoritet av de unga som vi möter i skolan behöver kunskaper för vidare studier inom naturvetenskap och teknik, medan alla behöver kunskaper som de kan använda i olika vardagssituationer. Teknikundervisningen bör därför handla om att lära unga att som medborgare förstå den teknik som omger dem i vardagen, men också om att de ska få en insikt i hur man konstruerar och designar nya produkter och tjänster. Teknikkunskaper brukar ibland beskrivas som kunskaper *i* och kunskaper *om* teknik. Ur analytiskt hänseende ser jag att det går att separera kunskaper *i* och kunskaper *om* teknik, men det är inte fruktbart att särskilja dem som två olika kunskapsområden utan de måste existera tillsammans (Liedman, 2001). Det finns olika sätt att beskriva teknikkunskap och i grundskolans teknikundervisning ska de unga ges möjligheter att möta både kunskaper *i* och *om* teknik. Tar man bort kunskaper *om* teknik, förlorar ämnet sin förankring i såväl samhället som naturen, och tar man bort kunskaper *i* teknik avskärmas tekniken från användandet. Det är därför viktigt att vara medveten om att flera kunskapsformer samverkar och förhåller sig på olika sätt till varandra (Gustavsson, 2002; Hagberg & Hultén, 2005; Liedman, 2001; Molander, 1996). För att teknikundervisningen ska bidra till ett samhälle med medborgare som är tekniskt bildade, måste såväl kunskaper som

rör ungas direkta kontakt med teknik som kontextuella kunskaper ingå i teknikämnet i grundskolan.

## Teknikkunskaper

Med utgångspunkt i den tudelning som görs ovan vill jag presentera en uppdelning av teknikkunskaper i fyra olika delar: *undersöka*, *värdera*, *hantera* och *utveckla*. Dessa fyra delar kan ställas i relation till två dimensioner. Den ena är tid – dåtid, nutid och framtid, den andra påverkan – individ, samhälle och natur. Individer kan ses som en del av såväl samhället som naturen, men det är här en poäng att se på var och en av dessa utgångspunkter, då teknik i relation till dessa kan få olika betydelse och konsekvenser. Genom att *undersöka* både den teknik som finns idag och den som fanns igår får de unga kunskaper om teknikens förändring över tid. De kan också undersöka teknik i relation till individer, samhälle och natur och på så sätt få ökad insikt om hur teknik fungerar och verkar. När de unga ges möjlighet att *värdera* teknik över tid kan teknikens möjligheter och konsekvenser tydliggöras. Ytterligare en dimension på möjligheter och konsekvenser kan fås om man värderar teknik utifrån individ, samhällsnivå eller naturen. För att bättre kunna ta sig an sin vardag krävs att de unga kan *hantera* den teknik som finns idag. De bör också göras uppmärksamma på att människor i olika samhällen använder teknik på varierande sätt. Förutsättningarna ser inte likadana ut för alla människor, utan de är beroende av hur samhällena är uppbyggda och hur den naturliga miljön ser ut där de befinner sig. För att kunna förändra och förbättra människans livsvillkor behöver de unga när de väl blir vuxna *utveckla* befintlig teknik och framtida teknik. De unga behöver pröva och förstå hur teknikutvecklingen kan gå till så att deras möjligheter som vuxna att bidra till samhällsutvecklingen genom teknik stärks.

De kunskaper som jag beskriver som att *hantera* och *utveckla* kan analytiskt ses som kunskaper *i* teknik - att använda tekniska föremål och försöka lösa problem med hjälp av teknik. På samma sätt kan kunskaperna att *värdera* och *undersöka* framför allt ses som kunskaper *om* teknik, men samtidigt kräva kunskaper *i* teknik.

Den analytiska uppdelningen av kunskaper kan ibland ställa till problem när man ser kunskapsområdet som en helhet, men den har ändå en potential i det att den tydliggör vilka kunskapsanspråk som kan göras. I den uppdelning som jag presenterar har framför allt kunskaper *i* att *hantera* teknik samhörighet med det som McCormick (2006) beskriver som *processkunskaper*, det är frågan om att ta sig an och använda teknik. Den *begreppsmässiga kunskapen* kan relateras till att *undersöka* och *värdera*. Då är det i första hand frågan om att se samband och relationer mellan teknik och andra områden som natur och samhälle. Kunskapen att *utveckla* teknik kan ses som både en *process* och en *begreppsmässig kunskap*, beroende på om det är frågan om utveckla teknik genom ett konkret utprovande eller genom att beskriva med ord och begrepp. Om också skisser, ritningar och modeller tas med som en del av kunskapen att *utveckla* teknik uppstår frågan om det då handlar om *processkunskap* eller *begreppsmässig kunskap*.

De Vries (2005) syn på teknikkunskap kan framförallt relateras till beskrivningarna om att *hantera* och *utveckla* teknik. Han ser design och tillverkning av artefakter som centralt i teknikkunskapen, men han menar också att det måste finnas kopplingar till *värderandet* av teknik. Det går inte heller att utesluta *undersökandet* av teknik om man vill designa och tillverka funktionsdugliga artefakter.

Nordins (1988) beskrivning av kunskapens *interna* och *externa struktur* i förhållande till användbarhet innebär ett annat sätt att beskriva teknikkunskaper som direkt kan kopplas till kunskaper *i* (intern) och *om* (extern) teknik, och på så sätt kan de också relateras till *att*

*undersöka, värdera, hantera och utveckla.* Nordins beskrivning av teknikkunskap i *intern* och *extern struktur* har vissa gemensamma drag med fenomenografins beskrivningar av hur vi kan erfarra vår omvärld utifrån strukturella (delar, helhet och samband) och referentiella aspekter (meningsaspekter) som tas upp i avsnitt 7.

Individens och samhällets intresse eller behov av teknikkunskaper kan på olika sätt och i olika grad relateras till uppdelningen av kunskaper i att hantera, utveckla, undersöka och värdera. Tyngdpunkten för individen ligger i att hantera och värdera, medan ur samhällshänseende är det i första hand frågan om att undersöka och utveckla. Hanterandet och värderandet av teknik kan starkast kopplas till individen, eftersom betydelsen av dessa båda kan relateras till individens subjektiva uppfattning och användning av teknik, medan undersökandet och utvecklandet av teknik riktas mot samhällseliga önskemål och krav, även om det alltid är individen som genomför undersökandet och utvecklingen av tekniken. Att se på teknikkunskaper utifrån individens och samhällets intresse har kopplingar till bildningsprocessen, där bildning ses utifrån ett personligt perspektiv och/eller ett medborgarperspektiv.

Den syn på teknikkunskap som framträder här är relaterad till artefakter, som t.ex. behov av kunskaper om materialegenskaper, funktioner och processer. De är kopplade till kontexter där tekniska problem ska lösas, vilket kräver både verbala och icke verbala kunskaper samt samarbete med andra människor. Synen är till sin natur normativ eftersom vi med hjälp av kunskaper kan värdera tekniken runt omkring oss. I relation till dessa teknikkunskaper och tidigare presenterade systemteorier vill jag precisera tekniska system som kunskapsområde.

## **Tekniska system som kunskapsområde**

Tekniska system är varken triviala eller uppenbara. De uppfattas snarare som komplicerade och till viss del ogenomskinliga, vilket gör att uppgiften att undervisa om dem är svår och komplex. När det gäller teknikkunskaper kopplade till artefakter tas de fysiska egenskaperna upp som en del av kunskapsstoffet (De Vries, 2005). Om detta relateras till tekniska system, vilket Klasander (2010) gör, framgår det att det finns egenskaper i systemets struktur som inte kan liknas vid artefaktens konkreta egenskaper:

”Ett tekniskt system har inte karaktäristiska egenskaper som artefaktens tydliga och påtagliga struktur vilka i första hand anges som en färg eller en ytas beskaffenhet. Energitransportsystemet är inte mjukt, lila, blankt eller har en speciell doft. Dock har de tekniska systemen andra strukturella karaktäristika och fyller en eller flera funktioner (vilka inte direkt kan härledas från en underliggande nivå).” (s. 24)

Ingelstam (2009) beskriver tekniska system och de kunskaper som kan behövas i relation till det som rör systemets inre på följande sätt: ”systemen är sådana att de har *både* inre samband som inte är uppenbara eller triviala, *och* ett så stort antal komponenter att det inte är meningsfullt att behandla dem allihop var för sig. Om man ska förstå - vinna kunskap om - sådana system måste man tillgripa någon typ av förenkling” (s. 87). För att förstå de komplicerade systemen är det inte alltid en poäng att se hela systemets struktur utan vissa delar kan behandlas som en 'black box' enligt Ingelstam. Kunskaper om system kan utgå från systemens struktur och på olika sätt beskriva denna struktur inifrån systemet, genom dess komponenter och relationer mellan komponenter. Kunskaper om systemets delar kan vara viktiga för att kunna använda systemet, men det ger inte kunskap om hela systemet. För att kunna överblicka tekniska system behövs också kunskaper av analytisk karaktär snarare än kunskaper av användarkaraktär (Ingelstam, 2009). Sociotekniska system, som transportsystem eller Internet, kan vi inte enbart få kunskaper om genom att hantera, eftersom hanterandet



oftast innebär kontakt med en liten del av systemet. För att förstå konsekvenser av och kunna värdera systemet behövs kunskaper av annat slag än de förtrogenhetskunskaper som hanterandet kan medföra. De kunskaper som behöver komplettera förtrogenhetskunskapen är analytiska kunskaper, enligt Ingelstam (2009), eller med mina termer: kunskaper i att *värdera* och *undersöka* teknik.

Nordins (1988) beskrivning av teknikkunskaper genom *intern-* och *externstruktur* har kopplingar till tekniska system. Den interna strukturen beskriver systemets inre, delarna, sambanden och helheten, och den externa strukturen lyfter fram systemets användbarhet.

#### **4.5 Forskning om tekniska system och teknikämnet**

Den forskning som har bedrivits nationellt och internationellt kring undervisning i teknikämnet tar ofta sin utgångspunkt i läroplanen, lärarperspektiv och definitioner av teknik och teknikämnet (Hagberg & Hultén, 2005). Ytterst sällan har man i forskningssammanhang undersökt teknikämnet ur ett elevperspektiv. Likaså har få studier gjorts om vad barn lär sig när de undervisas i teknik (Rowell, 2004; Bungum, 2003; Davis, Ginns & McRobbie, 2002; Hagberg & Hultén, 2005).

#### **Internationell forskning om undervisning om tekniska system**

Några studier har dock en sådan inriktning. I en undersökning (Davis m fl., 2002) av australiensiska elevers (6-13 år gamla) förståelse av utvalda tekniska begrepp och förändringar i förståelsen, beroende på vilket skolor man går, visas att det finns likheter och skillnader i förståelsen mellan elever i olika åldrar. Denna insikt kan hjälpa lärare att utveckla undervisning i teknik. I studien presenterades en mängd bilder av broar, cyklar och väskor samt en modell av en bro byggd i trä. Man ville komma åt elevers förståelse för material och stabilitet. Materialkännedom såsom: styrka, stabilitet, hållbarhet, ingår i många tekniska aktiviteter, och det kan därför vara viktigt att eleverna har en kunskapsbas om begreppen. Resultatet av undersökningen visar att ju äldre eleverna är desto mer abstrakta förklaringar kan de ge på tekniska begrepp. Det vanligaste för de yngre eleverna är att de ger en förklaring relaterad till den presenterade artefakten. Bland de äldre eleverna kan en del göra kopplingar som ligger på en mer detaljerad nivå.

Twyford och Järvinen (2000) har i en finsk studie undersökt den process som barn spontant går igenom då de arbetar med ett teknikrelaterat innehåll. Deras studie handlar om hur motviktsprincipen används i olika artefakter. Denna studie med elever i skolor 5 visar att deras lösningar på tekniska problem tar sin utgångspunkt i de erfarenheter och föreställningar de har med sig. Genom att designa, tillverka och förstå användbarheten av teknikmomentet, representeras både deras förmåga att vara kreativa tekniskt samt en metakognitiv förmåga och process vad gäller förvärvandet av sådan kunskap. Eleverna tar pragmatiska beslut angående modellen med utgångspunkt i sina erfarenheter. Det tekniska tänkandet visar sig då de hela tiden analyserar variabler för att forma en modell. Att ha en designidé och sedan få den att fungera innebär att de gör en teknisk analys. Barnen fattar också många spontana beslut under arbetets gång och då är deras kunskap, observationer och erfarenheter viktiga delar. Det är också av betydelse för att en teknisk förståelse ska utvecklas att barnen ges möjlighet att arbeta på ett kreativt sätt i en miljö som tillåter upptäckarglädje.

Collier-Reed (2006) ger i sin avhandling en bild av sydafrikanska elevers (skolor 11) uppfattningar om vad teknik är. Genom att titta på hur tekniken fungerar och struktureras beskrivs elevernas uppfattningar om teknik i fem kategorier, från den minst komplexa till den mest komplexa beskrivningen: 1) som en artefakt, 2) som användandet av en artefakt, 3) som

en process där artefakter utvecklas, 4) som användandet av kunskaper och färdigheter för att utveckla artefakter, och 5) som lösningar på problem. Interaktion med tekniska artefakter beskrivs på fyra sätt: genom att en riktning pekats ut, genom instruktioner, genom individens tänkande kring artefakten, och genom individens engagemang med den tekniska artefakten. Resultatet visar hur elever tänker kring teknik och hur de uppfattar artefakter, vilket har betydelse för undervisningen i teknik och uppfattningen om elevers *technological literacy*.

I en grekisk intervjustudie med elever i åldern 9 till 12 år undersökte Solomonidou och Tassios (2007) elevers teknikkunskaper. De använde sig av fotografier och eleverna fick beskriva vad som är teknik och vad som inte är teknik, vad vardagsteknik kan vara och betyder för dem, hur tekniken har förändrats och kan komma att förändras i framtiden samt hur tekniken påverkar deras liv. Resultaten visar att elevernas svar på frågan vad som är teknik, kan kategoriseras i två grupper: teknikorienterade - utan koppling till mänskliga aktiviteter eller människoorienterade - teknik kopplad till människans behov och aktiviteter. De grekiska eleverna har svårt att förstå den tekniska utvecklingen och vad vardagsteknik är. En konsekvens av resultaten, menar Solomonidou och Tassios, är att lärarna måste utveckla undervisningen så att eleverna utvecklar sina kunskaper både på en begrepps nivå och en processnivå.

Ginns, Norton och McRobbie (2005) har genomfört en studie av hur 30 australiensiska elever i årskurs sex förstår tekniska system när de för första gången undervisas i teknik. Eleverna fick under fyra veckor bekanta sig med några system såsom telefonsystemet, en ångdriven modellbåt, kuggjul och delsystem på en cykel. Därefter fick de en öppen problemlösningsfråga, där de skulle designa, konstruera och värdera en artefakt som ingår i ett återkopplingsystem. Här gällde det att konstruera en robot från "Lego mindstorm – dark side developer kit". Analysen av elevernas arbete utgick från en modell där vissa begrepp används som bevis på elevers förståelse av system. Resultatet visar att alla elever som deltog kunde identifiera komponenter i system, förklara interaktionen mellan komponenter, spekulera kring in- och output i systemet och hur feedback skulle kunna fungera. En annan viktig del är att eleverna på egen hand kunde se länkar mellan teknik och naturvetenskap när de ställdes inför ett system, i detta fall Legoroboten. Det är värt att notera att denna studie bygger på ett systems inre struktur och komponenter och inte i första hand på det som finns runt systemet.

## **Forskning om det svenska teknikämnet**

Det teknikdidaktiska forskningsfältet i Sverige är under uppbyggnad, och under de senaste åren har en utökning skett i form av ett antal avhandlingar. Dessa har haft olika forskningsfokus. En gemensam plattform för vidare forskning har ännu inte tagit form. Det finns dock vissa förenande drag i de senaste avhandlingarna, och i en forskningsöversikt av Hagberg och Hultén (2005) framgår också att det finns "... ett betydande antal svenska doktorsavhandlingar som har relevans för lärande och undervisning i teknik." (s. 27). Jag presenterar de teknikdidaktiska avhandlingar som kan kopplas till mina studier och som är en del av det forskningsfält där denna avhandling hör hemma.

Hur teknik uppfattas och gestaltas i klassrummet från ett lärarperspektiv tas upp i Blomdahls (2007) och Bjurulfs (2008) avhandlingar. Bjurulf fokuserar i sin avhandling, *Teknikämnets gestaltning*, på hur lärare arbetar med skolämnet teknik. Hon har observerat och intervjuat fem lärare och sedan gjort en variationsteoretisk analys. Resultatet visar att lärares egen utbildning och den kunskapskultur som lärarna tillhör, slöjd lärare respektive ma-no lärare i detta fall, har betydelse för undervisningens uppläggning och val av innehåll. Lektionssalarna där teknikundervisningen bedrevs och elevgruppens storlek påverkade också valet av innehåll. Arbetsuppgifter av praktisk karaktär går att identifiera i teknikundervisningen hos samtliga

lärare i studien, men däremot hanterades de praktiska momenten på olika sätt, och reflektioner för en fördjupad förståelse saknades i vissa fall.

Även Blomdahl (2007) studerar undervisningen i teknik utifrån ett lärarperspektiv i sin avhandling, *Teknik i skolan – En studie av teknikundervisningen för yngre skolbarn*. Blomdahl följer två lärares teknikundervisning av 7-10 år gamla elever, och en del av resultatet visar att lärarnas brist på kunskaper om elevers förståelse är ett problem då de ska planera och genomföra olika uppgifter. Kännedom om elevers tidigare erfarenheter visar sig vara en osäkerhetsfaktor som jag i min studie vill studera mer ingående.

Det finns några avhandlingar som på olika sätt fokuserar innehållet i undervisningen och hur detta får betydelse för lärandet av teknik, men ingen av dessa berör ett systeminnehåll i någon större utsträckning.

Mattsson (2002) fokuserar på teknikundervisningens innehåll utifrån ett övergripande perspektiv i sin licentandavhandling, *Teknik i ting och tanke – skolämnet teknik i lärarutbildning och skola*, genom att intervjua lärarstudenter, lärare och elever om deras syn på innehåll och uppläggning. Resultatet pekar på en osäkerhet hos alla tre grupper kring innehållet och Mattsson betonar vikten av att tydliggöra mål och syften med teknikundervisningen i skolan.

Elevers intresse för naturvetenskap och teknik i grundskolans senare del presenteras i Lindahls (2003) avhandling, *Lust att lära naturvetenskap och teknik? : en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Lindahl gör inte någon tydlig distinktion mellan undervisning i teknik och naturvetenskap, hon hänvisar till NO-undervisning och dess innehåll. Det finns delar i hennes resultat som jag vill ta fasta på när det gäller elevers förståelse av meningen med att lära ett visst innehåll, exempelvis att eleverna inte upplever att de får tillräckligt med hjälp för att se sammanhang. När jag väljer att titta på tekniska system som en del av teknikämnet är sammanhang och helhet viktiga aspekter.

Skogh (2001) tar i sin avhandling, *Teknikens värld – flickors värld, en studie av yngre flickors möte med teknik i hem och skola*, upp hur flickor uppfattar teknik och hur deras uppfattningar förändras beroende på den teknikundervisning de får. Genom intervjuer med flickor i åldern 7-12 år har Skogh tagit reda på hur de upplever och uppfattar teknik i hem och skola. Hon kommer i sin studie fram till att tilltro respektive brist på tilltro till den egna tekniska förmågan är avgörande för hur flickorna lyckas med teknik. Genom positiva tekniska erfarenheter, då de klarat av att lösa tekniska uppgifter, och en klar uppfattning om vad teknik är skapas en starkare tilltro till den egna tekniska förmågan. Undervisning i teknik visar sig också vara ett bra sätt att ge flickorna tekniska erfarenheter. Skoghs elevperspektiv tar i första hand fasta på flickornas känslor och upplevelser.

Björklunds (2008) avhandling, *Från Novis till Expert: Förtrogenhetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning*, berör det teknikdidaktiska forskningsfältet genom att med hjälp av en neurodidaktisk modell föreslå hur noviser utvecklas till experter i skapande processer. Denna avhandling skulle kunna erbjuda modeller för hur elevers problemlösning, skapande och kreativitet utvecklas inom teknikämnet och på så sätt också ge möjliga ingångar för elevers lärande om tekniska system, något jag inte berör närmare i min avhandling.

De avhandlingar och studier som ligger närmast ett systemperspektiv i sin behandling av innehåll är Sjögrens (1997), Örnäs (2007) och Klasanders (2010).

Sjögrens (1997) avhandling, *Teknik – genomsiktig eller svart låda? Att bruka, se och förstå – en fråga om kunskap*, lyfter fram hur barn uppfattar och brukar några specifika artefakter, saxen och datorn. Kopplingar till min studie kan göras i det att vi båda använder artefakter

eller föremål. Skillnaden ligger i att Sjögren endast använder två artefakter som han sedan tittar på utifrån fyra kunskapskategorier: påståendekunskap, kritisk kunskap, färdighetskunskap och förtrogenhetskunskap. Vilket innebär en mer djupgående studie av artefakterna som sådana, än vad som avses i min studie där artefakter används som introduktion till ett samtal om tekniska system där artefakterna ingår. Han använder begreppet "svart låda" för att beskriva vår omvärlds allt mer komplicerade och ogenomskinliga teknik.

I Örtnäs (2007) C-uppsats, *Elevers vardagsuppfattningar om tekniska system*, lyfts tekniska system ur ett elevperspektiv fram. Det finns få studier i teknikdidaktik som valt ett elevperspektiv och det är därför intressant att här ta med denna studie. Örtnäs har valt att diskutera system utifrån bilder på artefakter. Ett resultat av studien är att elever i skolår 8 och gymnasiet år 2 som hon intervjuat, hade förutsättningar att se systemets struktur med delsystem. Hon pekar också på elevernas förmåga att uppfatta kopplingar mellan människan och tekniken. De frågor som ställs i intervjuerna kan utvecklas vidare i min studie av ungas uppfattningar om tekniska system.

Klasander (2010) har i sin avhandling tittat på hur tekniska system behandlas i undervisningen med utgångspunkt i lärares praktik, läromedel och styrdokument. Resultatet visar att tekniska system som kunskapsinnehåll påverkas av två "skuggor", artefaktens hegemoni och naturvetenskapens hegemoni. Artefaktens hegemoni har att göra med teknikämnets starka koppling till artefakter som enskilda föremål och inte till delar i större helheter. Naturvetenskapens hegemoni som i linje med traditionellt naturvetenskapligt synsätt tenderar att bryta ner fenomen till dess minsta beståndsdelar. På så sätt förlorar man systemets helhetspotential och komplexitet. Dessa "skuggor" begränsar lärarens och i slutändan även elevens möjlighet att förstå teknikens systemegenskaper. Dessa resultat har betydelse för min studie genom att tekniska system som kunskapsinnehåll tydliggörs och problematiseras utifrån övergripande faktorer. Mina studier tar dock sin utgångspunkt i ungas förståelse.

De ovan redovisade undersökningarna tyder på att många barn, ungdomar och vuxna har en relativt begränsad uppfattning om vad teknik är. Teknik handlar ofta om moderna redskap och verktyg och inte om processer eller system. Några undersökningar antyder också att förmågan att se kopplingen mellan människa, teknik och samhälle är svag. De svenska och internationella studierna kring lärande och undervisning om teknik och tekniska system används som avstamp för ytterligare studier kring ungas uppfattningar om teknik, mot ett mer specifikt innehåll och en något mindre filosofisk frågeställning än 'vad är teknik?'.

## 5. Forskningsansats

Avhandlingen bygger på empiriskt grundad forskning där fenomenografi används som analysverktyg för att belysa ungas uppfattningar om tekniska system. Variationsteori används som ett ramverk för att knyta uppfattningar av tekniska system till undervisning och lärande.

### 5.1 Teoretiska utgångspunkter

Det har under avhandlingsarbetets gång varit den fenomenografiska forskningsansatsen som stått i fokus för att nå insikt om ungas uppfattningar om tekniska system. Inledningsvis vill jag tydliggöra och förankra vissa ord och begrepp i en teoriram som kan kopplas samman med fenomenografi och variationsteori.

Att skaffa sig *erfarenhet* och att *erfara*<sup>4</sup> är två begrepp som används för att beskriva individers upplevelser. Innebörden av begreppen skiljer sig åt genom att erfarenhet avser individens samlade upplevelser, en slags sammanfattning av saker som hänt i individens liv fram till en viss tidpunkt. ”Erfarenhet består även av alla de speciella tankar, minnen, känslor, förväntningar osv. som det erfarna framkallar hos mig” (Alexandersson, 1994, s. 56). Att erfara innebär en aktivitet där individen vid en tidpunkt och i en specifik situation upplever sin omvärld på ett visst sätt. När vi erfar något iakttar vi det och vi gör något med det vi iakttar och sedan genomlider eller utstår vi följderna (Dewey, 1916/1997 s. 183). Att erfara innebär ett samspel mellan individen och omvärlden. I denna avhandling innebär det att när unga erfar tekniska system så är det ett uttryck för en relation eller ett samspel mellan de unga och tekniska system.

*Medvetande* är ytterligare ett begrepp som relateras till erfarenhet och att erfara. Medvetandet byggs upp av våra samlade erfarenheter. Medvetandet har en struktur som gör att vi i alla situationer, i varje ögonblick, betonar vissa saker i vårt medvetande och andra hamnar i bakgrunden (Marton & Booth, 2000, s. 131). Graden av betoning varierar och strukturen för vårt medvetande förändras hela tiden då vi erfar vår värld. När vi erfar något urskiljer vi vissa saker. Vad vi urskiljer kan kopplas till våra tidigare erfarenheter, det vill säga vad vi är medvetna om, både sådant som vi betonar och sådant som hamnar i bakgrunden. Det betyder att alla människor inte erfar samma sak, eftersom vi alla bär på olika erfarenheter. Ett exempel på detta är att när jag är ute och promenerar med min kamrat upptäcker jag ofta rådjur som betar på åkrar utmed vår promenadväg. Min kamrat ser dem inte förrän jag har pekat ut dem. Hon urskiljer istället den röda stugan på andra sidan åkern. Samma sak hände mig ofta när jag var liten och åkte bil med min pappa. Han kunde som van jagare peka på alla möjliga djur utmed vägen långt innan jag såg dem. Nu jagar jag själv och urskiljer därför snabbt ett rådjur i skogsbrynet eller på åkern. Jag har erfarenheter som gör att jag, när jag tittar ut över en åker, betonar just de drag som karaktäriserar ett rådjur även om jag samtidigt ser den röda stugan på andra sidan åkern, men den hamnar i bakgrunden av medvetandet. Dewey (1910/1997) beskriver detta som att skaffa sig erfarenheter är något levande som ständigt växer. Våra erfarenheter uppstår i mötet med den värld vi lever i, de sociala kontexter vi hamnar i och de människor vi kommer i kontakt med.

Vi erfar någonting i vår värld med hjälp av våra sinnen, men det finns delar i det vi erfar som inte direkt kan kopplas till det sinnliga erfandet, det som presenteras för oss, utan som vi kopplar samman med tidigare erfarenheter. Marton och Booth (2000 s. 133) kallar detta

---

<sup>4</sup>Att erfara och uppfatta används i avhandlingen synonymt. Uppfatta betyder enligt Nationalencyklopedien (2010), ”bli medveten om genom att ta emot och bearbeta (vissa) yttre, fysiska retningar” och att erfara betyder ”genom egen upplevelse bli medveten om något sammanhang” Jmf även med Marton och Pong (2008)

*appresentation* (medpresentation). Tillsammans bildar det vi med sinnet erfar och medpresentationerna en helhet. När jag ser rådjuret på åkern vet jag att det har fyra ben, trots att det höga gräset gör att jag inte ser dem. Jag blir medveten om rådjuret som en helhet även om jag bara ser en del av det. Detta har betydelse då vi i många fall ställs inför fenomen som bara delvis är exponerade för oss. Trots det erfar vi inte delarna som enbart delar utan som en helhet. När unga möter tekniska system i de studier som jag genomför presenteras endast delar av systemen. Men tillsammans med medpresentationerna kan de ändå uppfatta en helhet.

Inom fenomenografin har *fenomen* en speciell betydelse, eftersom det är människans erfarenhet av just fenomenen som står i fokus, men dessa fenomen erfars inte skilda från den situation de framträder i. Ordet *fenomen* kan härledas till grekiskans *fenomenon*, *phainomenon* som betyder *det som visar sig* (Alexandersson, 1994; Kroksmark, 1989). *Situation* kommer av latinets *situs* som betyder *läge*. Med en situation avses rumsliga, tidsmässiga och sociala positioner eller lägen. I en inläringssituation är det fenomenet, *det som visar sig*, som hjälper den lärande att koppla den aktuella situationen till andra situationer. Lärande innebär att erfara fenomen på ett förändrat sätt vilket kan åstadkommas genom att urskilja fenomenet i nya situationer. Fenomenen kan inte erfaras skilt från situationer men vi kan erfara fenomen i olika situationer, och det är först när vi i erfar fenomen i olika situationer som vi kan tala om ett lärande. När vi erfar något gör vi det som en situation med förankring i sociala sammanhang, tid och plats vilket skapar en helhet. För att kunna koppla just den situationen med andra situationer och ge den mening krävs att vi också kan erfara fenomen (Marton & Booth, 2000, s. 113). Fenomen ger situationen mening och binder samman situationer med tidigare erfarenheter. I varje situation finns många fenomen. Under hela vårt liv möter vi en mängd situationer och fenomen. För det mesta tänker vi inte på dem som separerade utan som helheter. När vi vill förstå vad lärande kan innebära finns det en poäng att se på fenomen och situationer som analytiskt separerbara. Som forskare kan jag se ifall ett lärande har skett genom att erbjuda olika situationer där fenomenet förekommer och om den lärande uppfattar fenomenet i olika situationer innebär det ett lärande. Det handlar alltså om att se om den lärande kan skapa relationer mellan det den erfar i en situation och det den erfar i en annan situation. Genom att urskilja fenomen i olika situationer utökas vårt medvetande om världen.

*Variation* eller differentiering i samband med lärande har betydelse. Gibson och Gibson (1955) tar upp detta i teorier om perceptuellt lärande. De talar om differentiering av information och om att uppfatta fler och fler egenskaper i den värld vi lever i. Under vår livstid utökar vi vår förmåga att urskilja egenskaper och kvaliteter av vår värld. För att kunna urskilja ett objekt från ett annat är det skillnaderna som måste lyftas fram. Även Dewey (1916/1997) pekade på sambandet mellan att uppfatta skillnader och lärande. Han menade att "... varje förnimmelse och varje tanke ger ett begrepp om ett tings sammanhang, användning och orsak" (s. 187). Det räcker inte att räkna upp olika egenskaper hos ett föremål, utan man måste också fundera över hur de skiljer sig från något annat och hur de är relaterade till varandra. Lärande handlar om att lära sig erfara på mer differentierande, integrerande och effektivare sätt. (Dimenäs, 2001).

## 5.2 Fenomenografi

Fenomenografisk forskning utvecklades av INOM-gruppen<sup>5</sup> vid Göteborgs universitet under tidigt 1970-tal under ledning av Ference Marton och har använts i den pedagogiska

---

<sup>5</sup> INOM-gruppen, Inläring och Omvärldsuppfattning

forskningen för att beskriva lärande av innehåll kopplat till olika områden som till exempel biologi, engelska och matematik (Carlsson, 1999; Holmqvist, Gustavsson & Wernberg, 2007; Kullberg, 2010). Inom det teknikdidaktiska fältet finns ett fåtal studier där den fenomenografiska ansatsen nyttjas, se till exempel Bjurulf (2008) och Collier-Reed (2006).

Fenomenografi innebär ett pedagogiskt forskningsintresse för lärande och då lärande av ett specifikt innehåll, i denna avhandling lärande av tekniska system. Det är en undersökningsansats som utvecklats för att kartlägga individers kvalitativt skilda sätt att uppfatta, förstå och beskriva världen runt omkring sig. Den centrala delen inom fenomenografin är att beskriva de variationer som framträder i möjliga uppfattningar av ett fenomen snarare än individuella uppfattningar om fenomenet. Forskningen tar sin utgångspunkt i individers utsagor, oftast genom intervjuer, men riktas sedan bort från de individuella deltagarna i stället för att belysa variationer av uppfattningar om fenomenet (Collier-Reed, 2006; Marton, 1986; Marton & Booth, 2000).

Det finns skillnader i hur vi uppfattar fenomen i vår omgivning. Två personer kan erfara ett fenomen på olika sätt beroende på tidigare erfarenheter och beroende på vilka aspekter av fenomenet som de fäster sin uppmärksamhet på. I min avhandling riktas intresset mot hur unga uppfattar tekniska system och hur deras uppfattningar varierar.

## **Individens kunskaper och erfarenhet**

Kunskap beskrivs i fenomenografin som sätt att förstå och erfara världen (Marton & Booth, 2000). När vi erhåller kunskaper eller lär oss är det frågan om att vi utforskar vår omvärld. Individens och världens ses inte som skilda åt inom fenomenografin, utan individer lever i en värld och erfår denna värld på vissa sätt:

”Ur detta perspektiv kan en människas lärande betraktas som en resa i tiden, där relationen mellan henne och världen förändras under resans gång. Ökad medvetenhet om fenomen, företeelser och situationer, inkluderande olika aspekter och högre grad av komplexitet, kan därmed betraktas som en mer utvecklad kunskap” (Dimenäs, 2001, s. 50).

Det handlar om att skapa mening genom att aktivt interagera med omvärlden. Hur unga erfår sin värld har betydelse för att kunna utvidga lärandet. ”Att lära sig blir då inte att lära sig mer om omvärlden utan att omforma existerande sätt att tolka denna, d.v.s. att se sin omvärld på ett förändrat eller mer nyanserat sätt” (Runesson, 1995, s. 79). De ungas förförståelse blir på detta sätt en viktig tillgång i lärandeprocessen för att kunna användas som en utgångspunkt när nya sätt att se på världen formas.

Marton och Booth (2000) beskriver lärandet som något som sker i ett sammanhang, i förhållande till ett innehåll. När vi lärt oss något förändras relationen mellan oss och det fenomen som vi studerar, vårt förhållande till fenomenet tar sig nya uttryck, vi erfår det på nya sätt. Det som förändras kan antingen ha att göra med att vi erfår fenomenets struktur, dess delar, helhet och samband på annorlunda sätt eller att fenomenets referentiella aspekt, dess mening, får en annan innebörd. När vi erfår något så är det inte den ena eller den andra aspekten som erfars, utan aspekterna är sammanflätade och uppträder samtidigt men vissa delar fokuseras i vårt medvetande och andra hamnar i bakgrunden. Detta innebär att det finns variationer i individers sätt att erfara som är kopplade till de strukturella och referentiella aspekterna.

Det finns inom fenomenografin ett grundantagande om att människor kan erfara ett fenomen på ett begränsat antal skilda sätt (Marton & Booth, 2000). Olika sätt att erfara fenomen kan

beskrivas som mer eller mindre komplexa och därmed anses som mer eller mindre kraftfulla än andra i förhållande till vissa kriterier. Det mest komplexa sättet att erfara ett visst fenomen innebär oftast att flera kritiska aspekter av fenomenet urskiljs samtidigt. De kritiska aspekterna bygger tillsammans upp dimensioner av variation. Genom att uppmärksamma och fokusera dimensionerna av variation, som finns av ett fenomen, kan nödvändiga kvaliteter i lärandets förutsättningar plockas fram. Marton och Booth (2000) hävdar: "... att man kan fastställa vissa villkor, som nödvändiga för att åstadkomma det slags lärande vi vill ska äga rum. Oavsett vilken metod för lärande man använder, och oavsett vilka så kallade undervisningsprinciper den grundas på, så måste den rikta sig mot vissa inslag i de lärandes erfarenande – en relevansstruktur och ett mönster av dimensioner av variationer – om man vill åstadkomma vissa kvaliteter i deras lärande" (s. 229).

## **Den fenomenografiska forskningsprocessen**

Genom att använda en fenomenografisk forskningsansats, försöker jag med hjälp av intervjuer synliggöra skilda sätt att uppfatta tekniska system. Det är inte fenomenet, tekniska system, som sådant som jag vill beskriva, utan relationen mellan individen och fenomenet, vilket innebär att jag väljer vad man kallar ett andra ordningens perspektiv. Forskaren vänder sig mot hur andra förstår aspekter av fenomenet istället för att vända sig direkt mot fenomenet (Marton & Booth, 2000).

Inom fenomenografin är fenomenet som beskrivs viktigt och forskaren måste själv göra avgränsningar när det gäller vad som är centralt, vilket fenomen som står i fokus. För att kunna möta unga i ett samtal om tekniska system, måste jag ha en viss insikt i möjliga utgångspunkter som unga har gentemot fenomenet, till exempel situationer där fenomenet uppträder (Marton & Booth, 2000). Det krävs att jag som forskare har kunskaper om fenomenet, men också kunskaper om unga och den värld de lever i och på vilka sätt de kan komma i kontakt med tekniska system. Denna kunskap hos mig som forskare behövs så väl när det gäller att planera intervjun och dess frågor, som när det gäller att driva intervjun mot fenomenets centrala delar. Intervjun är en dialog där forskaren med öppet sinne lyssnar och ställer följdfrågor så att den intervjuade kan tänka i nya banor. Forskaren bör därför vara medveten om sin egen position och förståelse för att kunna använda den som utgångspunkt, när det gäller att urskilja vad som är kritiskt i intervjun och det samtal som sker med den intervjuade. Det är också viktigt att forskaren är lyhörd och lyssnar förutsättningslöst på vad den intervjuade säger, samtidigt som det finns en kritisk medvetenhet om de egna förutsättningarna (Johansson, 2009; Kvale, 1997). Det blir på detta sätt också tydligt att fenomenografisk forskning är riktad mot ett innehåll och detta innehåll ska forskaren vara väl förtrogen med, vilket innebär att forskaren inte går in i forskningsprocessen utan en uppfattning om fenomenet eller hur fenomenet kan förstås, men det som är intressant är om forskaren i sina resultat "... ser ett välbekant fenomen med nya ögon, samtidigt som man också känner igen vissa drag hos det" (Johansson, 2009 s. 56).

Även om det i den fenomenografiska forskningsmetoden handlar om att beskriva uppfattningar om ett fenomen, så kan detta fenomen inte isoleras från ett sammanhang. Ur fenomenografiskt hänseende är sammanhanget viktigt, även om det inte är sammanhanget som sådant som undersöks. Hur vi erfar ett fenomen påverkas av det som omsluter fenomenet och den bakgrund fenomenet ställs mot (Marton & Booth, 2000). I en intervjusituation där det ska föras ett samtal om abstrakta fenomen, så som tekniska system, kan det vara till hjälp för de intervjuade, de unga, att presenteras för fenomenet på ett sådant sätt att sammanhanget är bekant och en viss konkretisering erbjuds. Adawi, Berglund, Booth och Ingerman (2001) beskriver hur detta kan ske i en fenomenografisk studie med hjälp av en *förberedd kontext*. En



förberedd kontext innebär att de intervjuade bjuds in i ett samtal där vissa saker fokuseras. Den förberedda kontexten utgår från vad jag som forskare uppfattar vara viktigt för att förstå situationen där tekniska system förekommer. Genom att låta unga i intervjusituationer möta tekniska system utifrån olika förberedda kontexter, ges de en möjlighet att se fenomenet i ett sammanhang och det finns förutsättningar för att få en mer varierande bild av hur de erfar fenomenet. Även i andra former av intervjustudier används konkreta föremål och åskådningmaterial vilket kan hjälpa den intervjuade att orientera sig i abstrakta situationer och kommunicera dessa (Dovenborg & Pramling, 1998; Collier-Reed, 2006; Säljö, Schoultz & Wyndhamn, 1999). Även Piaget (1982) påpekar i sina kliniska intervjuer betydelsen av konkreta material för att underlätta förståelsen av de intervjufrågor som ställs.

Att erfara fenomenet tekniska system handlar om att urskilja vissa aspekter av fenomenet och variationer av dessa aspekter. Genom intervjuer får jag som forskare tillgång till ungas beskrivningar av tekniska system och kan med hjälp av deras utsagor ringa in skilda sätt att erfara tekniska system. De skilda sätten bildar tillsammans en helhet som inom fenomenografin kallas utfallsrum. Utfallsrummet uppstår eftersom vissa aspekter hamnar i fokus och andra inte när vi erfar fenomenet. Marton och Booth (2000) beskriver det på följande sätt; ”För att kunna erfara någonting *som* någonting måste vi kunna urskilja det från och relatera det till ett sammanhang, urskilja dess delar och relatera dem till varandra och till helheten” (s. 143). I utfallsrummet finns individernas uppfattningar ordnade i hierarkiska kategorier som är logiskt relaterade (Marton, 1986). Min uppgift som forskare är att i utfallsrummet konstruera uppfattningskategorier, där de individuella uppfattningarna lyfts upp på en övergripande nivå (Johansson, 2009) så att alla de skilda sätt att uppfatta fenomenet tekniska system, i den grupp av unga som deltar i intervjuerna, tydligt framträder. Beskrivningarna av kategorierna i utfallsrummet måste innehålla:

- Logiska relationer mellan kategorierna
- Minsta antalet kategorier som behövs för att till fullo beskriva variationen i erfarenheter vad gäller fenomenet i det empiriska materialet
- Beskrivningar av skillnader mellan kategorierna (Collier-Reed, 2006; Marton & Booth, 2000).

När forskaren analyserar en grups utsagor om ett fenomen kan mening och struktur beskrivas på olika sätt och ligga till grund för hur utfallsrummet byggs upp. ”För att kunna se någonting som någonting, måste vi å ena sidan urskilja detta något från dess omgivning. Men å andra sidan, för att kunna urskilja det från dess omgivning måste vi se det som ett särskilt ting, eller med andra ord ge det en mening” (Marton & Booth, 2000, s. 118). Att fenomenet ges en mening innebär att förstå fenomenets avsikt och innebörd. Att kunna urskilja fenomenet från dess omgivning handlar dels om att kunna svara på frågorna om fenomenets mening, dels att konkret kunna se och beskriva strukturen.

### **5.3 Variationsteori**

Intresset och vikten av variation i den fenomenografiska forskningsansatsen har bidragit till utvecklingen av variationsteori. Teorin kan ses som en precisering av intresset att tillämpa de erfarenheter som fås genom den fenomenografiska forskningsansatsen för vidare studier av undervisning och lärande (Emanuelsson, 2001).

Variationsteori har sitt ursprung i empiriska klassrumsstudier där teorin används för att analysera undervisning av något specifikt innehåll (Kullberg, 2010; Runesson, 1999; Vikström, 2005). Analysen tar sin utgångspunkt i begreppen variation, urskiljning och simultanitet, som används för att beskriva undervisning och elevers lärande. I denna

avhandling genomförs inga klassrumsstudier men variationsteori används som en ram för att utveckla resultaten av fenomenografiska studier vidare mot undervisning och lärande.

## Lärande och variation

Variationsteori är en teoretisk förklarande teori om lärande av ett innehåll. Med lärande avses förmågan att erfara ett fenomen på ett förändrat sätt, det vill säga att kunna uppfatta och urskilja fenomenet skilt från andra sätt att uppfatta det (Marton & Booth, 2000). "Lärande förutsätter urskiljande och urskiljande förutsätter variation, det vill säga en upplevelse av kontraster" (Vikström, 2005, s. 39). Lärande inom variationsteori förklaras genom begreppen urskiljning, variation och samtidighet. I denna avhandling handlar det om att belysa vad som kan vara viktigt att variera i undervisningssituationer för att åstadkomma ett lärande av tekniska system. Det är inte frågan om att ge svar på frågan hur variationen kan åstadkommas, utan vad läraren bör vara medveten om att hon bör variera.

Inom fenomenografi är det uppfattningar om fenomen som står i fokus, medan det inom variationsteori är lärandet av ett innehåll, lärandets objekt, som är det centrala. Lärandets objekt och fenomen är relaterade till varandra på så sätt att lärandets objekt är en sammansättning av all möjliga sätt att erfara fenomenet. Om vi vill åstadkomma lärande om ett fenomen, som till exempel tekniska system, kan vi genom att först ta reda på och beskriva kvalitativt skilda sätt att erfara tekniska system (vilket kan göras med en fenomenografisk ansats) få beskrivningar av möjliga sätt att erfara lärandets objekt. Lärandets objekt kan beskrivas som ett direkt lärandeobjekt - vad lärandet av ett visst innehåll är för den lärande, och som ett indirekt lärandeobjekt - hur den lärande utvecklar förmågor i relation till ett innehåll. I denna avhandling försöker jag med fenomenografins hjälp förstå hur unga uppfattar fenomenet tekniska system, men jag försöker också närma mig lärandet av tekniska system som ett lärandeobjekt. Det *avsedda lärandeobjektet* (Bjurulf, 2008) handlar om ett undervisningsinnehåll som läraren förbereder och planerar undervisningen kring, så att den lärande erbjuds möjligheter att erfara fenomen på nya sätt. Marton, Runesson och Tsui (2004) beskriver på liknande sätt vad de kallar ett *intended object of learning*:

"...what teachers are striving for is the *intended* object of learning, an object of the teacher's awareness, that might change dynamically during the course of learning. This is the object of learning as seen from the teacher's perspective..." (s. 4)

Det *avsedda lärandeobjekt* är det som läraren planerar att lärandet i en undervisningssituation ska riktas mot. För att kunna erbjuda lärandemöjligheter av detta innehåll behöver läraren ha kännedom om hur urskiljning, variation och samtidighet kan åstadkommas. Lärande innebär att bli medveten om något på ett annat sätt än tidigare och då gäller det att i undervisningssituationen variera vissa aspekter för att förändra den lärandes förmåga att erfara ett fenomen. Lärares uppgift blir att, utifrån kunskaper om hur unga erfar tekniska system och teorier om tekniska system, rikta de ungas uppmärksamhet mot de aspekter som kan ses som kritiska för en fördjupad förståelse av tekniska system.

## Undervisning med utgångspunkt i dimensioner av variation

Undervisning i enlighet med variationsteori handlar för den lärande om att erfara aspekter av världen på nya sätt. Lärares kunskaper om den lärandes förutsättningar för undervisning av ett innehåll beskriver Marton och Booth (2000) som en koppling mellan läraren och den lärande i form av en "tankekontakt", där läraren är medveten om dimensioner av variation så som det erfars och hur den lärande erfar innehållet. Ett sätt att skapa kontakt mellan lärarens och den lärandes medvetande är genom att bygga relevansstrukturer. Alla situationer vi ställs inför har en viss relevansstruktur för oss som individer. Vi skaffar oss en förståelse för vad situation

kräver, hur vi erfar situationen och vad den manar oss till. I undervisningen vill läraren skapa relevansstrukturer för att på så sätt erbjuda situationer där den lärande kan erfa saker på nya sätt.

Marton och Booth (2000) beskriver hur en relevansstruktur kan skapas genom att det i en lärandesituation uppstår någon typ av spänning. Dewey (1910/1997) beskriver på liknande sätt hur lärande kan uppstå genom att den lärande tvingas reflektera i en situation som hon upplever som osäker. Det uppstår ett problem eller en störning för individen. Genom olika aktiviteter försöker hon hitta förklaringar. Reflekterandet är för individen riktat mot att upptäcka fakta som hjälper henne att förstå den osäkra situationen. Individens sökande efter en lösning av problem är det som driver reflektionsprocessen (Dewey, 1910/1997). På samma sätt kan relevansstrukturen ses som ett bygge eller en process där helheten måste tydliggöras med hjälp av delarna (Marton & Booth, 2000).

Ett annat sätt att bygga relevansstrukturer kan vara att använda sig av vardagliga situationer, som den lärande är en del av. Läraren varierar det som är kritiskt för att erfa något i dessa situationer för att på så sätt åstadkomma lärande. Förutom relevansstrukturer ger Marton och Booth (2000) exempel på hur tankekontakt kan uppstå mellan lärare och den lärande, genom att introducera dimensioner av variation i undervisningssituationen. Den grundläggande tanken är att för alla situationer och fenomen finns aspekter som karakteriserar situationen eller fenomenet. Dessa aspekter kan uppmärksammas genom att de varieras eller hålls invarianta. I undervisningssammanhang handlar det för läraren om att skapa eller presentera olika dimensioner av variation för den lärande så att den har möjlighet att erfa fenomen på nya sätt. För att läraren ska kunna presentera olika dimensioner av variation behöver hon ha kännedom om vilka aspekter som kan vara intressanta och viktiga att variera eller hålla invarianta. Läraren måste veta vilka dimensioner av variation hon ska rikta sin och den lärandes uppmärksamhet mot i undervisningen. I avhandlingen görs ett försök att beskriva dimensioner av variation, som lärare bör uppmärksamma då de vill åstadkomma ett lärande av tekniska system och vilka "tankekontakter" eller didaktiska implikationer detta kan leda till.

Variationsteori används av lärare för att planera och analysera undervisningen av ett visst lärandeobjekt i en *Learning studie*, se till exempel Bjurulf (2008) och Kullberg (2010). I analyser av undervisningssituationer har vissa mönster av variation framkommit; *kontrastering*, *separering*, *fusion* och *generalisering* (Marton m fl., 2004). Mönstren av variation används för att tydliggöra de kritiska aspekterna för lärandeobjektet i undervisningen. Att *kontrastera* innebär att en individ erfar något genom att också uppfatta något annat som de kan jämföra med. För att kunna uppfatta specifika aspekter av ett fenomen måste dessa aspekter kunna urskiljas från andra, vilket kan uppnås genom att vissa aspekter varieras och andra hållas invarianta, det kallas *separering*. *Generalisering* innebär att värdet av lärandeobjektet är invariant medan dess former varierar. För att förstå något måste man också uppfatta olika sätt att presentera samma sak på. Då flera aspekter som först har uppfattats som separerade istället uppfattas simultant är det frågan om *fusion*. I avhandlingen används inte variationsteori som ett verktyg för att analysera undervisning utan som en utgångspunkt för att planera undervisning av tekniska system. Det handlar om att identifiera och synliggöra dimensioner av variation som lärare behöver ha kännedom om för att kunna planera undervisningen i teknik, så att förutsättningar för lärande av tekniska system skapas.

## 6. Forskningsfrågor

De ämnesdidaktiska frågorna, -Varför undervisning om tekniska system? -Vad kan förståelse av tekniska system innebära? och -Hur kan undervisning om tekniska system se ut? utgjorde startpunkter för mitt avhandlingsarbete och utgångspunkten för min teoretiska och metodologiska inramning. Med hjälp av dessa frågor har jag kunnat identifiera förutsättningar och behov inom det teknikdidaktiska forskningsfältet vilket resulterat i mer preciserade forskningsfrågor.

Filosofiska beskrivningar av tekniken ger till viss del svar på varför-frågan genom att tekniska system ingår som en viktig del av de beskrivningar som görs av teknik i vårt samhälle. Genom att vända mig till systemteorin tydliggörs tekniska system ytterligare, framför allt som kunskapsområde. I styrdokumentet för grundskolan är tekniska system en del av kunskapsinnehållet i teknikämnet. Det framkommer i den teknikdidaktiska forskningen att undervisning om tekniska system är begränsad och att det råder en osäkerhet om vad undervisning av tekniska system ska handla om. Det finns i dag få undersökningar som tar den lärandes perspektiv. Detta gäller speciellt med avseende på vad förståelse av ett visst innehåll kan innebära. Att utgå från den lärandes förutsättningar är en viktig aspekt av den ämnesdidaktiska forskningstraditionen och den fenomenografiska forskningsansatsen möjliggör undersökningar om olika sätt att uppfatta ett visst fenomen (innehåll). Variationsteori kan användas för att belysa vad undervisningen bör fokusera på för att skapa lärandemöjligheter.

### 6.1 Preciserade frågeställningar

Med utgångspunkt i teorier om tekniska system och den fenomenografiska forskningsansatsen har följande forskningsfrågor utkristalliserats:

- Hur uppfattar unga tekniska system?
- Hur kan ungas uppfattningar av tekniska system användas för att utveckla undervisningen om tekniska system?
- Vilken potential, att bidra till en ökad förståelse av teknik i dagens samhälle, har tekniska system som kunskapsinnehåll i teknikämnet?

De tre forskningsfrågorna ska tillsammans ligga till grund för avhandlingens bidrag till den ämnesdidaktiska kunskapsbasen för undervisning och lärande om tekniska system i grundskolan. Den första forskningsfrågan riktas mot unga och de uppfattningar de har om tekniska system. Frågan avser att ge svar på hur unga erfar tekniska system i sin omgivning. Med tekniska system avses här tre sociotekniska system: informations-, energi- och transportsystemet, som vi på olika sätt interagerar med i vardagen. Den andra frågan ska ge svar på hur teknikundervisningen kan utvecklas om den tar sin utgångspunkt i ungas uppfattningar av tekniska system. Vad kan vara viktigt för lärare att tänka på om man planerar att undervisa om tekniska system med tanke på hur unga erfar tekniska system? Det är framför allt tekniska system som kunskapsområde som fokuseras i denna fråga. Den tredje frågan avser att svara på, på vilket sätt kunskaper om tekniska system kan hjälpa medborgare att förstå den teknik de kommer i kontakt med i sin vardag. Frågan har en nära relation till den didaktiska varför-frågan, men tydliggör i första hand tekniska system som en del av kunskapsområdet teknik.

## 7. Forskningsdesign

Val av design i avhandlingen har sin grund i att jag sedan avhandlingsarbetets början varit intresserad av ungas uppfattningar av sin omvärld och då specifikt av det som kan relateras till teknik. Fenomenografin är en forskningsansats som genom kvalitativ analys används för att undersöka och beskriva den uppfattade världen. Genom att utforska och beskriva hur unga erfar tekniska system försöker jag se världen som de ser den från ett andra ordningens perspektiv. Avhandlingens empiriska del byggs upp av vad Pang (2003) kallar 'first face of variation', det vill säga studier av variation i olika sätt att uppfatta samma fenomen. Fenomenografi är i denna bemärkelse deskriptiv och metodologiskt orienterad, eftersom intresset ligger i de skilda sätt som ett speciellt fenomen uppträder för olika människor och det är forskaren som beskriver variationen.

Det finns också i avhandlingens syfte en tanke om hur ungas uppfattningar om tekniska system kan få betydelse för lärandet av tekniska system i undervisningssammanhang, vilket leder vidare mot att beskriva de variationer som finns, och hur de kan användas för att skapa förutsättningar för lärande. Det innebär att avhandlingen närmar sig det som kallas 'the second face of variation' (Pang, 2003), där det är karaktären på skillnaderna av uppfattningar av fenomenet som studeras. I 'the second face of variation' handlar det inte om att beskriva variationen i människors sätt att erfar fenomenet utan att förstå sätt att erfar. Studier av sätt att erfar riktas mot undervisning. I denna avhandling avses att föra en diskussion i dessa termer och peka mot möjlig fortsatt forskning.

### 7.1 Empiriska snitt

Jag har gjort flera avgränsningar i förhållande till forskningsfrågorna och väljer här att beskriva dem som empiriska snitt.

Det första snittet görs gentemot teknik som kunskapsinnehåll där jag väljer att fokusera på tekniska system som fenomen. Tekniska system är abstrakta och komplexa konstruktioner som människan har skapat för att uppfylla vissa behov. Fenomenografiska studier handlar ofta om väl avgränsade fenomen, men det finns exempel på studier (Jonsson, 2007) där fenomen på samma sätt som tekniska system är otydligare i sin avgränsning och beskrivs som komplexa. Genom att använda förberedda kontexter (Adawi m fl., 2001) i form av föremål och bilder sker en viss avgränsning som här kan vara till hjälp för att ringa in tekniska system och säkerställa att de unga talar om just tekniska system. I de två empiriska studierna synliggörs två perspektiv på tekniska system, dels i form av föremål och deras relation till tekniska system, dels som bilder av system i relation till system. Eftersom tekniska system finns som en central del i de båda perspektiven skapas en avgränsning och en relation till fenomenet tekniska system, vilket ses som gemensamt i de två studierna.

Ett annat empiriskt snitt, som jag har valt att göra, är det som berör insamling av empiri genom intervjuer. Den kvalitativa intervjuformens syfte kan beskrivas som ett sätt att erhålla kvalitativa beskrivningar av den intervjuades livsvärld (Kvale, 1997). Min förhoppning är att de intervjuade i ett samtal kring tekniska system kan ge uttryck för hur de erfar dessa system, vilket är en del av syftet med forskningen. Genom semistrukturerade intervjuer som byggs upp av ett antal förutbestämda frågor som riktas mot tekniska system, vill jag få de intervjuade att uttrycka sina uppfattningar och möjliggöra för de intervjuade att till viss del styra intervjun. Följdfrågor kan ställas i förhållande till det som de intervjuade svarar för att sedan återvända till de förutbestämda frågorna. Att hantera intervjun på detta sätt innebär att jag som intervjuare har en öppen inställning till oväntade vändningar och kan använda dem

för att fördjupa förståelsen av den intervjuades uppfattning av tekniska system. Intervjuerna i mina studier sker i anslutning till skolan men har inte en direkt koppling till undervisningen. Det är inte en studie av vad unga kan om tekniska system efter att de undervisats, utan av hur de uppfattar en del av den teknik som de möter i sin vardag.

Det tredje empiriska snittet har att göra med undersökningsgruppen. Jag har valt att intervjua unga, 10 och 15 år gamla. Unga i dessa åldrar har förmåga att samtala och uttrycka sig på ett sätt som gör det möjligt att ta del av deras uppfattningar av tekniska system. De är också användare av olika komplexa system. Jag har under min tid som lärare mött dessa åldersgrupper och vet att de kan ge uttryck för spännande tankar inom området. Urvalet av de intervjuade gjordes av deras tekniklärare efter att hon fått instruktioner av mig att välja unga som de ansåg visade på variationen av förståelse av teknik som fanns i klassen. Ett annat urvalskriterium var att de unga själva skulle vara positivt inställda till själva intervjun.

## **7.2 Insamlingen av empiriskt material**

Studierna i denna avhandling föregicks av två pilotstudier med syfte att utpröva intervjufrågorna och möjliggöra modifieringar av såväl frågor som de förberedda kontexterna. Pilotstudierna gav också mig som forskare tillfälle att göra mig hemmastad i min roll som intervjuare vilket har gett ökad tillförlitlighet i studierna.

Avhandlingen bygger på två empirimängder i form av semistrukturerade intervjuer. Den första insamlingen genomfördes med 24 barn och ungdomar, 10 och 15 år gamla från fem olika skolor. Den andra genomfördes med 18 ungdomar, 15 år gamla, från fem skolor (inte samma som i den första insamlingen). Att den andra insamlingen endast riktade sig till 15-åringar berodde på att det i den första studien visade sig att alla de kvalitativa skillnader som förekom fanns representerade bland 15-åringarna och att de på ett utförligare sätt, än 10-åringarna, presenterade dessa. Att få ta del av de uppfattningar som de unga har då de lämnar den obligatoriska skolan var också intressant eftersom de då har haft möjlighet att utveckla sin förståelse om tekniska system både i teknikundervisningen och i sin vardag.

Intervjuerna skedde enskilt med de unga under skoltid och samtliga intervjuer spelades in. Intervjuerna pågick ungefär 30-40 min. Vid båda insamlingarna presenterades frågeställningarna i början av intervjun med några konkreta exempel, eller en så kallad förberedd kontext (Adawi m fl., 2001). Detta sätt att inleda intervjuer går även att finna i t.ex. Collier-Reed (2006) och Dahlgren och Marton (1978). Schoultz, Säljö, och Wyndhamn (2001) visade också att den förberedda kontexten öppnar upp för den intervjuade att resonera kring något konkret och på så sätt kan uppfattningar om fenomenet komma fram.

I den första studien utgjordes den förberedda kontexten av tre föremål, en mobiltelefon, en glödlampa/lågenergylampa och en banan. Föremålen valdes så att de skulle vara välbekanta för de intervjuade, de skulle vara kopplade till olika tekniska system och visa på teknikens bredd. Föremål är också det som vanligen förknippas med teknik och utgör på så sätt en naturlig startpunkt för ett vidare samtal om teknik. Föremålen presenterades en och en för de intervjuade och frågor av följande karaktär ställdes till dem:

*– Vad tänker du på när du ser den här? Vad är lampan beroende av i omgivningen? Vad är vi beroende av för att kunna använda lampan? Vad tror du är ”den här” bananens historia? Påverkar det miljön att vi köper och äter bananer i Sverige? Hur?*

Som avslutning på intervjun plockades alla föremålen fram och ytterligare några frågor ställdes i relation till samtliga föremål:

*– Tycker du att det finns några samband mellan dessa föremål, vilka? Är det viktigt att kunna*

*något om dessa föremål, varför? Har dessa saker med teknik och göra? På vilket sätt?*

I den andra studien har den förberedda kontexten en något annorlunda karaktär då den bestod av tre bilder som illustrerade system; banantransportsystem, elsystem och mobiltelefonsystem.

De unga presenterades under intervjun först för en bild med tillhörande frågor och senare under intervjun för ytterligare en bild och frågor till denna. Att endast två bilder tas upp under intervjuerna har och göra med intervjuernas längd och de intervjuades möjlighet att hålla koncentrationen uppe. Systemen som presenterades har gemensamma drag när det gäller struktur, växelverkan med samhälle och natur, men systemen skiljer sig åt vad gäller mål och abstraktionsnivå.

För banantransportsystemet användes en bild på en person som packar en låda med bananer och fokuserar därmed på ett av *systemets delar* och *växelverkan* med människor. När det gäller elsystemet användes en satellitbild över Europa som är tagen på natten. Denna visar systemet ur ett globalt perspektiv. Under intervjun ställdes frågor kring vad som händer vid strömavbrott och då flyttades fokus från det globala till det lokala. Elanvändningsbilden visar också på hur det ser ut när allting fungerar – *systemets växelverkan* och *funktion* fokuserades. För mobiltelefonsystemet användes först ett problem kring användandet av mobiler på Kebnekaise. Utgångspunkten togs på så sätt i vad som händer när systemet inte fungerar. Under intervjuens gång visades en bild på täckningskartan över ett mobiltelefonnät – *systemets funktion* och *växelverkan* lyftes fram.

Bilderna är valda så att de intervjuade ska känna igen sig men också väcka deras nyfikenhet genom att utmana dem med frågor som:

*– I Sverige äter vi tillsammans 184 000 ton bananer om året. Jag tänkte att vi ska prata lite om det system som förser oss med bananer. Tänk igenom hur ett sådant system ser ut och försök göra en skiss som visar hur du tänker dig att det ser ut.*

*– Vad tycker du att bilden visar?[satellitbild över Europa]... Vad betyder det att vissa fält är ljusare än andra?... Jag tänkte att vi skulle prata lite om det system som förser oss med el. Finns du med i systemet?... Var?... Vad gör du i systemet?... Vilken betydelse har du för/i systemet?*

*– När jag var i Norrland i somras upptäckte jag att min och övriga familjens mobiler inte fungerade när vi hade passerat Sundsvall. Däremot fungerade kompisens mobil alldeles utmärkt. Vad kan det ha berott på?*

Skillnaden mellan de två insamlingarna är dels att de tar sina utgångspunkter i olika förberedda kontexter, dels att de riktades mot fenomenet tekniska system från två olika perspektiv. Den första studien har en bred ingång och avser att urskilja tekniska system med utgångspunkt i föremål. Den andra studiens empiriinsamling ska tydliggöra helheten i tekniska system genom att systemen presenterades i de förberedda kontexterna.

De unga blev under intervjuerna presenterade för flera olika föremål respektive tekniska system, vilket möjliggjorde för dem att jämföra, se skillnader och diskutera relationer mellan föremål och system. Detta ligger i linje med en fenomenografisk syn på hur man erfår sin omvärld, genom att urskilja delar och relatera dem till varandra och till en helhet (Marton & Booth, 2000).

### 7.3 Analys

Analysen bygger på den fenomenografiska forskningsansatsen som har sin grund i ett intresse att beskriva variationer i uppfattningar om ett fenomen, tekniska system, i form av kvalitativt skilda kategorier. Min förståelse av hur unga uppfattar tekniska system har fördjupats under forskningsprocessens gång genom att mina reflektioner ställts mot deras uppfattningar i en iterativ process. Larsson (1986) beskriver en sådan som:

”Kärnan i analysen, det fungerande verktyget – är jämförelsen mellan olika svar. Man söker ständigt efter likheter och skillnader, likheter och skillnader. Det är genom att jämföra skillnader som en uppfattning får en gestalt – genom kontrasten till andra uppfattningar ser man det karaktäristiska för en uppfattning” (s. 31)

Jag har själv transkriberat samtliga 42 intervjuer, så att de går att läsa och analysera utifrån skriftliga versioner. Då samtalen överförts till skriftliga versioner sker en avkontextualisering av utgångsmaterialet, de blir abstraktioner av ett samtal, men det är viktigt att bibehålla nyanseringar kring hur den intervjuade reflekterar under intervjun (Kvale, 1997). Analyserna har i ett första skede handlat om att bearbeta allt transkriberat material för att finna de ställen i utsagorna som berör de aktuella fenomenen. Detta sätt att ta sig an analysen kan beskrivas som ett klassiskt fenomenografiskt analysarbete (Marton, 1986). Därefter valdes ett antal utsagor ut som berörde fenomenet och som jag uppfattade skiljde sig åt, avsikten var att på så sätt underlätta översikten i analysen. De utvalda utsagorna bearbetades genom läsning och reflektion. Den första studiens (komponentstudien) analysarbete resulterade i tre dimensioner: flöde, komponentinteraktion och systeminteraktion, vilka visade sig avgörande för hur systemen uppfattades och med hjälp av dessa kunde kategorier utkrystalliseras. I den andra studien (systemstudien) användes struktur och mening (Marton & Booth, 2000) som analysverktyg för att tydliggöra hur de intervjuade uppfattade fenomenet och på så sätt kunna beskriva kategorierna. Struktur och mening beskrivs av Marton och Booth (2000) som: ”... dialektiskt sammanflätade och uppträder samtidigt när vi erfar något” (s. 118). Då jag i analysen tolkade utsagorna med hjälp av de strukturella aspekterna innebar det att jag såg hur de intervjuade dels urskiljde fenomenet som en helhet eller ett sammanhang, dels hur de uppfattade delar och relationen mellan dessa för att bilda en helhet. Genom att använda referentiella aspekter (meningsaspekt) kunde uppfattningar om fenomenets avsikt eller mening uttolkas. Fenomenets mening eller avsikt är nära sammanbunden med dess struktur. När kategorisystemet tagit form förankrades det i hela intervjumaterialet genom att alla intervjuer kategoriserades och bearbetningar gjordes innan de slutgiltiga kategorierna presenterades och testades på mina tre handledare, i olika seminarier och med andra forskarkollegor.

En analys i förhållande till de didaktiska frågorna genomfördes efter den första studien (komponentstudien), och innebar att de tre dimensionerna – flöde, komponentinteraktion och systeminteraktion, relaterades till styrdokumentet för teknikämnet i grundskolan, tekniska system som en del av medborgarkunskaper och möjliga undervisningsstrategier. Efter den andra studien (systemstudien) gjordes en syntetiserad analys av utfallsrummen från båda studierna (komponent- och systemstudien) för att utröna om det fanns gemensamma dimensioner av variation och avgörande aspekter vad gäller uppfattningar om tekniska system. Gemensamma dimensioner av variation förankrades i båda studierna och exemplifierades med citat.



## 7.4 Studiernas tillförlitlighet

Fenomenografiska studier är kvalitativa med ett analytiskt tolkande perspektiv. Det handlar om studier där insamlad empiri från en specifik grupp individer tolkas. Det är en process som har för avsikt att beskriva individernas uppfattningar om ett fenomen, vilka inte kan ses som objektiva. Med anledning av detta ställs specifika krav på granskningen av studiens trovärdighet och tillförlitlighet (Collier-Reed, Ingerman & Berglund, 2009). För att skapa stringens i studier av tolkande karaktär, såsom fenomenografiska studier, förslår Booth (1992) att tre kriterier beaktas; 1) innehållslig validitet, forskarens kännedom om studiens innehållsliga delar, 2) metodologisk validitet, hur studiens mål matchar den valda designen och utförandet, och 3) kommunicerbar validitet, forskarens förmåga att argumentera för sina tolkningar. Lincoln och Guba (1985) beskriver en uppdelning av hur sanningsvärdet av forskningsresultat av tolkande karaktär kan diskuteras utifrån: trovärdighet ('trustworthiness'), pålitlighet ('credibility') och konfirmerbarhet ('transferability'). Collier-Reed m fl. (2009) poängterar kontextens betydelse för trovärdigheten av fenomenografiska studier. De beskriver därför trovärdigheten i förhållande till olika kontextnivåer: forskarens, kollektivets och den enskilde deltagarens. Jag väljer att beskriva tillförlitligheten av mina studier i linje med Lincoln och Guba (1985) och benämner därför de olika delarnas tillförlitlighet enligt följande: *trovärdigheten i förhållande till innehållet, pålitligheten i förhållande till metoden* samt *den kommunikativ trovärdigheten*. Genom att reflektera kring studiernas tillförlitlighet kan relationer mellan det som studeras, ungas uppfattningar om tekniska system, mig som forskare och de forskningsresultat som jag kommer fram till problematiseras, kritiserats och legitimeras.

### Trovärdigheten i förhållande till innehållet

Trovärdigheten handlar om forskarens kännedom om det område som beforskas. I avhandlingen gäller det ungas uppfattningar om tekniska system. Det är frågan om min förförståelse som ett kvalitetskrav på att det jag ser, hör, tolkar och skriver är relevant för studiens syfte. Collier-Reed m fl. (2009) poängterar att trovärdigheten måste ses utifrån olika kontexter, där den ena är kopplad till forskaren och innefattar den kontext som studien sker i, avsikten och forskarens motiv med studien samt forskarens roll och hennes medvetenhet om denna under processen gång.

För min del handlar det om en förståelse av tekniska system och skolämnet teknik samt kunskaper om ungas förhållande till sin omvärld av teknik. Mina kunskaper och min förståelse om dessa aspekter har formats på flera olika sätt bland annat genom utbildningar, erfarenheter från läraryrket i grundskolan och utbildning av lärarstudenter, egna doktorandstudier, konferenser och inläsning av annan forskning. Tillsammans utgör allt detta den fond som jag på ett medvetet sätt försöker förhålla mig till under hela forskningsprocessen. Ytterligare en aspekt av trovärdigheten är forskarens roll under själva intervjusituationen. En fenomenografisk studie byggs oftast upp av semistrukturerade intervjuer. Då krävs att forskaren har en öppen attityd och en vilja att lyssna in vad den intervjuade säger, så att ett öppet och djupt samtal kommer till stånd. Samma öppna attityd måste forskaren också använda under analysarbetet för att undvika förutfattade meningar och istället vara receptiv för det som den intervjuade framför (Collier-Reed m fl., 2009). Johansson (2009) uttrycker det som händer i forskningsprocessen som att "En fenomenografisk forskningsprocess innebär, om den är framgångsrik, att relationen mellan forskaren och det som utforskas ändras, då forskarens kunskaper om fenomen växer." (s. 56). Min erfarenhet av arbete med unga har varit till god hjälp vid intervjusituationerna och intervjuernas uppläggning med förberedda kontexter har också hjälpt till att skapa en god

intervjumiljö med fokus på ett specifikt innehåll. Trots det måste man beakta att de intervjuade ställs inför en speciell situation under intervjun, där jag som ”okänd” vuxen samtalar enskilt med dem om teknik och tekniska system. För att minska den effekten har jag presenterat mig för klassen innan intervjuerna.

### **Pålitligheten i förhållande till metoden**

I en fenomenografisk studie byggs pålitligheten upp av att urvalet av informanter anses som lämpliga och relevant för att kunna svara på forskningsfrågorna. Jag har valt unga som är 10 och 15 år gamla, eftersom jag anser att de två åldersgrupperna på ett varierat sätt kan uttrycka sina uppfattningar i samtal. Den kontext som intervjun sker i har också betydelse för pålitligheten. Det är då framför allt frågan om att intervjuaren och den intervjuade under samtalet bildar ett gemensamt erfarande av fenomenet (Collier-Reed m fl. 2009). Genom att använda förberedda kontexter i form av föremål eller bilder finns förutsättningar för att jag och de intervjuade tar vår utgångspunkt i en gemensam kontext.

Intervjufrågorna i studierna är semi-strukturerad karaktär, vilket innebär att de består av några bestämda och återkommande frågor samt följdfrågor som är kopplade till hur de intervjuade svarar. Eftersom de intervjuade antas tolka de frågor som ställs utifrån sina erfarenheter behöver frågorna vara väl genomtänkta och erbjuda möjligheter för dem att beskriva det aktuella fenomenet. ”Detta innebär att när någon svarar på en fråga, svarar hon inte nödvändigtvis på det som intervjuaren avsett med sin fråga, utan på *sin egen tolkning av frågan*” (Larsson, 1986 s. 27). För att säkerställa att frågorna riktas in mot det aktuella fenomenet genomfördes pilotintervjuer där intervjufrågorna, i de två empiriinsamlingarna, testades för att se hur unga tolkar dem. Därefter görs vissa omformuleringar av frågorna och uppläggningsen av intervjuerna får sin slutgiltiga struktur.

### **Den kommunikativ trovärdigheten**

Kommunikativ trovärdighet handlar om att presentera resultat och slutsatser på ett sådant sätt att det kan granskas och tillförlitligheten kan bedömas av forskarsamhället (Collier-Reed m fl. 2009). Genom att redovisa utdrag ur transkript har jag underlättat för andra forskare att bedöma de tolkningar som gjorts och fånga innebörden av uppfattningar som skrivs fram som kategorier.

Genom att beskriva analysprocesser av studier finns också en möjlighet att bilda sig en uppfattning om resultatet har kommit fram på ett tillförlitligt sätt och en möjlighet att genomföra en liknande studie öppnas. Jag har därför försökt att på ett ingående sätt beskriva hur kategorier och dimensioner av variation har framkommit i mina tolkningar av ungas utsagor. För att testa kommunicerbarheten av resultaten genomfördes vid ett flertal tillfällen under forskningsprocessen presentationer av utsagor, kategorier och dimensioner av variation för andra forskare, för att på så sätt testa hur de förstår resultaten.

### **7.5 Etiska överväganden**

Den empiri som avhandlingens olika studier behandlar tar hänsyn till de etiska rekommendationer som finns i Vetenskapsrådets rapport 2005:1. De unga informerades om vad intervjuerna handlade om innan de blev tillfrågade och deltagandet i studien var frivilligt. Denna procedur ombesörjdes av respektive lärare. De ungas vårdnadshavare informerades och gav sitt godkännande skriftligt. Intervjuerna bandades och de intervjuade informerades om att det var jag, som forskare, och mina handledare som kunde lyssna till vad som spelades in samt att deras identitet inte skulle gå att spåra i de kommande transkripten. All empiri

förvaras på säker plats, är aidentifierad och kommer endast att användas i relation till denna avhandling.

## 8. Resultat

I denna del presenteras de fyra artiklarna med en sammanfattning av resultaten från de två studierna i förhållande till forskningsfrågorna. Därefter följer en kortfattad sammanfattning av avhandlingens resultat i förhållande till utgångspunkten i de ämnesdidaktiska frågorna varför?, vad? och hur?.

### 8.1 Resultat i förhållande till forskningsfrågorna

I *artikel 1* redovisas den första studien som innehåller intervjuer med 24 unga, 10 och 15 år gamla, för att finna svar på forskningsfrågan:

#### Hur uppfattar unga tekniska system?

Det viktigaste bidraget av denna studie är att den bygger på ungas uppfattningar och kunskaper om ett specifikt innehåll inom teknikområdet - tekniska system, vilket inte tidigare undersökts.

Jag vill se om de ungas uppfattningar går att koppla till framskrivna preciseringar av teknikämnets karaktär. Detta görs genom att intervjuerna är inriktade på hur de unga uppfattar relationen mellan några vardagsföremål: mobiltelefonen, glöd- och energilampan och bananen, samt informations-, energi- och transportsystem.

Intervjuerna har analyserats med en fenomenografisk ansats. Tre dimensioner har utkristalliseras när det gäller vad de unga uppfattar som kännetecknande för systemen:

*Flöde* - förflyttning av material, energi eller information genom systemet

*Komponentinteraktion* – sammankoppling och interagering av systemets delar genom transformation, transporter, lagring, styrning och reglering

*Systeminteraktion* – interagering mellan systemet och andra närliggande system samt systemets gränser mot omgivningen.

Den fortsatta analysen resulterade i fem kategorier som beskriver relationen mellan föremål och system:

*K1. Föremål för användning*

*K2. Föremåls funktion*

*K3. Föremål som del av en process*

*K4. Föremål som komponenter i system*

*K5. Föremål som del av system*

Kategorierna är inkluderande vilket innebär att i kategori B ingår även beskrivningar som går att finna i kategori K1. Kategorierna och dimensionerna är sammanlänkade och det finns en hierarkisk ordning mellan kategorierna och dimensionerna. I kategori K1 förekommer endast dimensionen *flöde*, i kategori K2 finns även *komponentinteraktion* med i viss utsträckning. I kategori K3 ingår även *systeminteraktion*. I kategorierna K4 och K5 förekommer samtliga dimensioner och fler aspekter av dimensionerna tydliggörs.

Resultatet av studien pekar på att det finns en variation i uppfattningar om tekniska system. Denna kunskap kan vara en viktig förutsättning för läraren då hon planerar och genomför undervisning om tekniska system.

I *artikel II* användes det empiriska materialet från den första studien för att besvara frågan:

**Hur kan ungas uppfattningar av tekniska system användas för att utveckla undervisningen om tekniska system?**

Även vissa kopplingar görs till frågan:

**Vilken potential, att bidra till en ökad förståelse av teknik i dagens samhälle, har tekniska system som kunskapsinnehåll i teknikämnet?**

Syftet med denna artikel är att belysa teknisk bildning i konkreta exempel samt att problematisera detta begrepp i förhållande till skolans uppdrag vad gäller teknikämnet och då specifikt tekniska system.

Genom att analysera resultaten från artikel I i relation till de didaktiska frågorna - *Vad* ska undervisningen om tekniska system innehålla?, - *Hur* ska vi undervisa om tekniska system?, - *Varför* ska vi undervisa om tekniska system?, kan vissa didaktiska möjligheter beskrivas. I analysen ingår också att ställa resultaten mot ett mer allmänt anspråk av tekniskt bildade medborgare. Jag lyfter fram hur teknisk bildning kan ta sig uttryck hos unga då de utgår från några vardagsföremål. Bildningstankarna ställs också i relation till 'technological literacy' och den internationella diskussion som pågår kring detta begrepp. Resultatet presenteras i form av en struktur som bygger på de didaktiska frågorna *vad*, *hur* och *varför* och, under vardera av dessa, tre nivåer som kan användas för att strukturera teknikundervisningen om tekniska system.

*Vad* ska undervisningen om tekniska system innehålla? Oavsett vilket system vi väljer att behandla bör följande innehållsliga delar gå att identifiera:

- *Flöde* - förflyttning i systemet genom information, energi eller materia
- *Komponentinteraktion* - så som transporter, transformationer eller styrning och reglering
- *Systeminteraktion* - samverkan och påverkan mellan huvudsystemet och angränsande system, naturen och människan.

*Hur* ska vi undervisa om tekniska system? Vardagsföremål som utgångspunkt för undervisningen om tekniska system:

- *Föremål* - genom brukandet av föremål
- *Mikronivå* - genom att föremål studeras som system i sig, med utgångspunkt inifrån föremålet
- *Makronivå* - genom att studera föremål som en komponent i system där föremålet ses utifrån.

*Varför* ska vi undervisa om tekniska system? Jag väljer att lyfta fram tre argument som svar på frågan utifrån ett individperspektiv:

- *Bättre brukare* - genom att man kan göra genomtänka val och värderingar av föremålens roll i ett sammanhang och utifrån en helhet
- *Koll på konsekvenserna* - att se delar och helheter som hänger samman innebär att om dessa påverkas får det konsekvenser på olika nivåer: individ, samhälle och natur
- *Engagerade elever* - eftersom individen ingår i tekniska system och involveras i dessa på olika sätt är det svårt att undvika att engagemang.

Resultaten ger en möjlig struktur för att bygga undervisningen om tekniska system med utgångspunkt i föremål och kan på så sätt bidra till en ökad teknisk bildning eller en bättre förberedelse för individer att verka i ett teknikintensivt samhälle.

I *artikel III* redovisas den andra studien som innehåller en ny empiriinsamling. Den består av intervjuer med 18 15-åringar. Den syftar till att fördjupa studien av ungas uppfattningar om tekniska system och utgår från frågan:

### **Hur uppfattar unga tekniska system?**

Studien tar sin utgångspunkt i tidigare forskning och teorier om tekniska system och tar intryck från den tidigare empiriinsamlingen men nu med utgångspunkt i system som en helhet. De ingående systemen presenteras med hjälp av bilder med avsikten att sätta in systemen i ett sammanhang i början av intervjun. I intervjuerna fokuseras tre system: transport, energi och kommunikation, vilka kontextrelateras i förhållande till bananer, elektricitet och mobiltelefoner.

Följande specifika forskningsfrågor besvaras i artikeln:

- Hur upplever unga funktion och struktur i tekniska system?
- Hur avgränsar unga tekniska system mot omgivningen?
- Hur upplever unga människans roll i tekniska system?

En fenomenografisk analys genomförs där strukturella och referentiella aspekter används som analytiska verktyg. Strukturella aspekter avser systemets delar som tillsammans bildar en helhet. I de strukturella aspekterna inkluderas både delarnas relation till varandra - det interna, och systemet som en helhet i förhållande till det som omger systemet - det externa. Referentiella aspekter handlar om den mening som urskiljs. Analysen resulterar i följande fem kategorier av uppfattningar om tekniska system:

- S1. Användning av enskilda komponenter* - det systemiska har inte uppfattats
- S2. Användning av systemets output* - tekniska system finns till för människans användning
- S3. Påverkan på systemet* - tekniska system upprätthålls av människor genom att de arbetar med dem och kontrollerar dem
- S4. Växelverka med systemet* - tekniska system samspelar med människor och samhället
- S5. Integrering i systemet* - människor och samhälle är en del av systemet

Relationen mellan kategorierna av uppfattningar och de strukturella och referentiella aspekterna kan beskrivas genom en ökande komplexitet. När det gäller kategori S1 är det framförallt den interna horisonten i den strukturella aspekten som dominerar; det är enskilda komponenter som en lampa eller en mobil som fokuseras. Skillnaden är stor mot kategori S5 i vilken en mer utvecklad syn på tekniska system finns där både strukturella och referentiella aspekter integreras då systemen beskrivs.

Ett viktigt steg i komplexitetsökning går att finna i den strukturella aspekten mellan kategori S1 och S2. I kategori S1 förbises systemets systemiskhet, men i de övriga fyra kategorierna är systemiskheten i någon mening synlig och viktig. Det finns också ett språng i komplexitet när det gäller strukturens externa horisont mellan kategori S3, där systemet i fokus inte kopplas samman eller relateras till andra system, och S4 där det aktuella systemet har tydliga relationer till andra system.

Mellan kategori S4 och S5 finns det ett språng i komplexitet när det gäller sättet att beskriva systemets struktur, som komponenter eller som en övergripande struktur där enskilda komponenter tillåts hamna i bakgrunden ("black boxes").

När det gäller den referentiella aspekten finns det ett språng i komplexitet mellan kategorierna S3 och S4 i fråga om hur människor placeras i förhållande till systemet, utanför systemet som användare av systemet eller inne i systemet som en del av det.

Resultatet av studien visar att det finns dimensioner av variation i uppfattningar om människans roll, systemets mening och systemets struktur, vilka kan vara avgörande för lärandet av tekniska system och som kan bidra till förståelsen av teknik i dagens samhälle.

I *artikel IV* används empirin och utfallsrummen från de båda tidigare studierna för att genomföra en ny analys för att besvara frågorna:

**Hur kan ungas uppfattningar av tekniska system användas för att utveckla undervisningen om tekniska system?**

**Vilken potential, att bidra till en ökad förståelse av teknik i dagens samhälle, har tekniska system som kunskapsinnehåll i teknikämnet?**

Genom en syntetiserad analys av utfallsrummen i de två tidigare studierna försöker jag finna dimensioner som är avgörande för hur unga uppfattar tekniska system. Resultatet av studien är tre dimensioner som beskriver vad av tekniska system som urskiljs av de unga.

- *Resurs* - Alla tekniska system hanterar resurser i form av information, energi och materia. Resurserna tillförs systemet i form av inflöde (input), och genom olika processer sätter de systemet i arbete, för att sedan lämna systemet som ett utflöde (output).
- *Intention* – Handlar om avsikten med systemet och systemets existens som ett svar på ett behov av en lösning.
- *Struktur* - För att systemet ska kunna upprätthållas och nå de mål som människan har satt upp behövs en struktur både vad gäller systemets inre delar och samband – *intern struktur*, och vad gäller systemets växelverkan med andra system och omgivningen (naturen och samhället) – *extern struktur*.

Genom att ställa dessa tre dimensioner i relation till empirin i studierna försöker jag finna de aspekter i dimensionerna som är kritiska för en mer utvecklad förståelse av tekniska system. De kritiska aspekterna för *resurs* är: att det finns ett flöde, vad det är som flödar och vad som kan påverka flödet. De kritiska aspekterna för *intention* är: vilka behov som tillgodoses för individen och vilka behov som tillgodoses för människan och samhället. De kritiska aspekterna för *struktur* är: komponenternas betydelse, relationer mellan komponenterna, att "black boxa" komponenter, relationer till andra system och människan samt relationer till andra system, samhället och människan.

För att kunna utveckla en bättre förståelse för tekniska system kan undervisningen planeras så att dimensionerna tydliggörs och de aspekter inom dimensionerna som är avgörande på olika sätt varieras. Från ett teknikdidaktiskt perspektiv bidrar studien med kunskaper om hur ungas förutsättningar för lärande av tekniska system kan se ut samt hur lärare kan hantera tekniska system som kunskapsinnehåll så att de erbjuder lärandemöjligheter.

## 8.2 Resultat i förhållande till utgångspunkterna

En sammanfattning av resultaten presenteras här i relation till avhandlingens utgångspunkt i tre ämnesdidaktiska frågor (se avsnitt 3):

### Varför undervisning om tekniska system?

Svaret på denna fråga går främst att finna i teorier om tekniska system och i styrdokumenterna för grundskolan men det finns också kopplingar till frågan i studierna. De unga i den första studien beskriver betydelsen av tekniska system i vardagen för dem personligen och för andra människor och visar att tekniska system kan ha en potential för att förstå teknik genom att unga ses som *bättre brukare, får koll på konsekvenser* och *blir engagerade* (Artikel II).

### Vad kan förståelse av tekniska system innebära?

Det finns i studierna tydliga kopplingar till denna fråga. Det är de ungas förståelse av tekniska system som fokuseras för att ta reda på *vad*, av kunskapsområdet tekniska system, som bör vara en del av undervisningen. I studierna beskrivs detta som ett antal dimensioner. De tre dimensionerna - *flöde*, *komponentinteraktion* och *systeminteraktion*, är betydelsefulla när det gäller ungas uppfattningar av tekniska system i relation till föremål (Artikel I).

*Systemens struktur* kan beskrivas som ett antal komponenter (intern struktur), men även uppfattningar som inkluderar andra system, samhället och naturen förekommer (extern struktur). *Människans roll*, uppfattas framför allt som användare av systemet men det förekommer också utvecklad förståelse där människans roll är mer differentierad. *Meningen* med systemet kan uppfattas som något för individen, människan och/eller samhället (Artikel III).

*Resurs*, *intention* och *struktur* är dimensioner som definierar olika sätt att förstå tekniska system. Inom dessa dimensioner finns ett antal aspekter som kan ses som kritiska för att utveckla förståelsen av tekniska system (Artikel IV).

### Hur kan undervisningen om tekniska system se ut?

Studierna belyser inte undervisning direkt men riktas mot den och det lärande som är målet med undervisningen. Ungas uppfattningar om tekniska system är en viktig utgångspunkt för läraren när hon planerar undervisningen. Studierna ger svar på frågor om *vad* som bör ingå för att skapa lärandetillfälle men de två olika perspektiv på tekniska system som intervjuerna i studierna bygger på kan också bidra med insikter om *hur* undervisning kan planeras.

Vardagsföremål som utgångspunkt för att diskutera tekniska system har en potential när det gäller att få unga att samtala om relationer mellan föremål och system (Artikel I). Då föremål tas som utgångspunkt kan det ske utifrån: brukandet av föremål, föremålen som system i sig – mikronivå, eller föremål som komponenter i system – makronivå (Artikel II).

Lärare bör i undervisningen uppmärksamma och variera de tre dimensionerna - *resurs*, *intention* och *struktur*. De bör *tydliggöra relationer* i förhållande till dessa dimensioner genom att på olika sätt variera de *kritiska aspekterna* (Artikel IV).

Resultatet av studierna indikerar att systemens *resurser*, *intentioner* och *struktur* i relation till människan och samhället är avgörande för en utvecklad förståelse av tekniska system. Resultatet tyder också på att teknikens systemiskhet kan göras mer tydlig för de unga genom ett helhetsperspektiv, snarare än ett komponentperspektiv. Tekniska system som kunskapsområde erbjuder en förståelse av teknik där teknikens komplexitet i form av relationer, avsikter och avgränsningar, i förhållande till föremål, människa och samhälle tydliggörs.



## 9. Diskussion

Denna avslutande del inleds med en kort diskussion om fenomenografi som forskningsansats och därefter följer en mer omfattande resultatdiskussion. Resultatdiskussionen tar avhandlingens forskningsfrågor som utgångspunkt och avslutas med ett resonemang om möjlig fortsatt forskning.

### 9.1 Fenomenografi och komplexa fenomen

Jag vill börja med att göra några reflektioner i förhållande till den fenomenografiska och variationsteoretiska forskningsansatsen. Tekniska system som kunskapsområde och ungas förståelse har varit i fokus för mitt avhandlingsarbete. Fenomenografi och variationsteori har varit viktiga verktyg för att undersöka ungas uppfattningar om tekniska system.

Tekniska system som fenomen är komplexa och det finns inte några tydliga definitioner av vad de är, på samma sätt som det kan finnas när det gäller vissa matematiska eller naturvetenskapliga fenomen. Därför har jag valt att göra två fenomenografiska studier där olika perspektiv på tekniska system fokuseras. På detta sätt spänner de två utfallsrummen av studierna upp en repertoar av uppfattningar som alla handlar om tekniska system men med olika infallsvinklar. Vad som urskiljs av tekniska system tydliggörs ytterligare med hjälp av dimensioner av variation från den syntetiserade analysen. Att på detta sätt analysera två fenomenografiska studier för en utökad förståelse av fenomenet kan ses som ett bidrag till hur komplexa fenomen kan behandlas med en fenomenografisk ansats.

I den syntetiserade analysen beskrivs aspekter av tekniska system som framstår som kritiska för de unga som deltar i studierna. Dessa aspekter menar jag kan användas av lärare då de planerar sin undervisning och sedan undervisar om tekniska system. Aspekterna ska då inte i ses som definitivt kritiska utan som potentiella kritiska aspekter av lärandeobjektet tekniska system. Att på detta sätt använda kritiska aspekter som tagits fram för en viss grupp individer i nya sammanhang har Kullberg (2010) och Wallerstedt (2010) i sina studier visat vara möjligt. Jag vill på detta sätt foga min forskning till denna utökade förståelse av kritiska aspekter och användning av dessa i undervisningssammanhang.

### 9.2 Resultaten och forskningsfrågorna

Jag diskuterar i detta avsnitt resultaten av avhandlingens studier i relation till forskningsfrågorna. I studierna är det tekniska system som kunskapsområde som fokuseras men det finns även relationer till teknik som verksamhetsområde, till systemteorier och till teknikämnet i grundskolan vilka här lyfts fram.

#### Ungas uppfattningar om tekniska system

Ungas uppfattningar om tekniska system diskuteras i relation till tekniska system och teknik i vår omgivning samt teorier om tekniska system under tre rubriker, *Systemens materiella manifestationer*, *Från linjärt till vävliknande systemtänkande* och *Ogenomskinliga system*. Avslutningsvis diskuteras de två studiernas olika perspektiv på tekniska system under rubriken *Två undervisningsperspektiv*.

#### Systemens materiella manifestationer

Studierna i avhandlingen visar att de ungas förståelse av tekniska system i vår vardag främst relateras till systemens struktur och uppbyggnad. De unga kan beskriva komponenter som ingår i systemen med olika grad av noggrannhet. För att uppfatta hur komponenter är

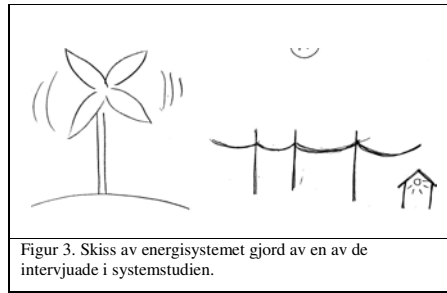
relaterade till varandra, och framför allt vilken betydelse människan har för systemen, krävs en mer nyanserad förståelse som innefattar växelverkan med omgivande system, samhälle och natur samt avsikten med systemen. Det är bland de unga i studierna få som visar denna nyanserade förståelse (se figur 2).



Att de unga i första hand relaterar systemen till struktur och uppbyggnad är inte förvånande, eftersom detta är systemens materiella manifestationer, men det finns också genom att vissa av de unga tydliggör människans roll, en relation till avsikten med systemet. Den vanligaste uppfattningen om system är att det som systemet levererar ska användas av dem personligen. Ett tydligt syfte då systemet urskiljs är att uppmärksamheten kan riktas bortom komponenterna mot avsikten med tekniska system i samhället. Teoretiska beskrivningar av tekniska system som lyfter fram att system utvecklas för att lösa problem i samhället presenteras exempelvis av Hughes (1989), som beskriver system som socialt konstruerade problemlösare som hjälper till att forma vårt samhälle. Då avsikten med system urskiljs av unga framkommer att relationen mellan systemet och människan, samhället och naturen får en annan innebörd än om systemets struktur står i fokus. Systemets påverkan på människan, samhället och naturen och vice versa innebär att systemet sätts i ett sammanhang och delar av strukturen kan bli en "black box" eller hamna i bakgrunden, medan det systemet åstadkommer eller inte åstadkommer hamnar i fokus. Resultaten av de genomförda studierna pekar på vikten av att kunna urskilja det syfte som systemet har, för att på så sätt kunna vidga förståelsen av tekniska system från materiella gestaltningar, komponenter, till sociala konstruktioner där tekniken samspelar med människan, samhället och naturen. Detta är också en aspekt av tekniska system som lyfts fram av Bijker, Hughes och Pinch (1989) och Ingelstam (2009).

### Från linjärt mot vävliknande systemtänkande

De unga som deltar i studierna kan beskriva vad och hur de använder tekniska föremål i sin vardag, men har svårare att på samma sätt beskriva tekniska system. En av anledningarna kan vara att de är ovana att "tänka i system" (Öqvist, 2008). Jag menar att det kräver en viss träning och är något som man kan lära sig genom att på olika sätt utmanas att se teknikens systemiska karaktär. Ett sätt att beskriva denna är i form av ett linjärt system där ett antal komponenter radas upp för att se till att något levereras i ett "från – till" perspektiv (Klasander, 2010). Den linjära modellen är den som är vanligast förekommande bland de unga som deltar i studierna, i de fall de har ett systemtänkande (se figur 3).



Figur 3. Skiss av energisystemet gjord av en av de intervjuade i systemstudien.

Ett mer avancerat sätt att se på system är som ett nät eller en väv av komponenter och relationer (Bijker m fl., 1989), vilket ett fåtal av de unga gör. Energisystemet är det system, som av de unga vanligen beskrivs som ett linjärt system, t.ex. genom att rörelseenergi förs in i systemet och omvandlas och förflyttas i vissa komponenter, för att till slut ge oss el till våra apparater hemma. När det gäller banantransportsystemet förekommer mer vävliknande beskrivningar där växelverkan sker med andra system, naturen, människor och samhället, vilket kan bero på systemets karaktär har en mer synlig struktur och funktion.

### Ogenomskinliga system

En anledning till att de unga har svårt att beskriva tekniska system är systemens ogenomskinlighet, alla delar framträder inte för våra ögon (Latour, 1999). Ogenomskinligheten gäller både system på mikronivå - föremål som i sig är system t.ex. mobiltelefonen, och system på makronivå - stora komplexa system i samhället som mobiltelefonsystemet. Det som inte direkt framträder måste på olika sätt synliggöras för att möjliggöra en bättre förståelse för systemens systemiskhet. Unga som kan urskilja komponenter som har betydelse för att leverera det systemet avser att leverera visar på ett visst systemtänkande. De kan erfara systemet även om de inte med sina sinnen kan erfara hela systemet, vilket kan liknas vid vad Marton och Booth (2000) kallar appresentation (se avsnitt 5.1). Det finns i systemstudien unga som urskiljer komponenter, men som också kan välja att låta de komponenter som inte är relevanta förbli ogenomskinliga. De ser till helheten före delen. De väljer att fokusera vissa delar och låter andra hamna i bakgrunden.

När det gäller de tre system som studeras i avhandlingen framgår det att transportsystemet, då det exemplifieras i förhållande till bananer, uppfattas av de unga som mest genomskinligt. De kan identifiera komponenter och samband mellan komponenter och på så sätt beskriva systemet. Informationssystemet har de unga svårast att tränga igenom och uppfatta som en helhet, även om mobiltelefonen som en del av ett informationssystem är en mycket synlig systemkomponent i deras liv. Det visar sig också att det finns en dubbel ogenomskinlighet, då informationssystemet belyses utifrån dess relation till mobiltelefonen. Mobiltelefonen på mikronivå, som ett system i sig, kan uppfattas som ogenomskinlig och ingår samtidigt i informationssystemet som också uppfattas som ogenomskinligt.

### Två undervisningsperspektiv

I de två empiriska studierna av ungas uppfattningar av tekniska system används dels föremål eller komponenter, dels bilder av system i ett sammanhang i intervjuerna. På detta sätt erbjuds de unga att i komponentstudien se på system som delar av en helhet och i systemstudien som helheter bestående av delar. Genom att variera introduktionen av tekniska system ges olika

möjligheter att urskilja systemen. I komponentstudien fokuserar de unga på systemets delar och uppvisar ett linjärt systemtänkande i de fall de visar ett sådant. Ett mer nätlignande systemtänkande, som en sömlös väv förekommer hos några unga då de talar om transportsystemet i systemstudien. De kan framför allt beskriva hur banantransporter, förutom att växelverka mellan komponenter i systemet, också växelverkar med andra system i naturen och samhället. De visar på så sätt att de urskiljer fler aspekter, vilket ger möjligheter till en utvecklad förståelse av tekniska system.

I de fall de unga har en mer utvecklad förståelse för systemet kan de också presentera hur systemet kan få olika betydelse på olika nivåer, för individ, människa och samhälle, och på så sätt blir avsikten med systemet mer differentierad. Denna differentiering framkommer framför allt i systemstudien. Då föremål som en del av systemet fokuseras, vilket görs i komponentstudien, leder det till att de unga riktar sin uppmärksamhet mot användandet av föremål och avsikten blir starkt kopplad till att använda det systemet levererar.

Avhandlingen visar att unga har kunskaper om tekniska system, men det finns avgörande aspekter som kan tydliggöras i undervisningen för att möjliggöra utvecklad förståelse av tekniska system. Det är därför viktigt att lärare är medvetna om de kritiska aspekterna då de planerar och genomför undervisningen.

## **Utveckling av undervisning med utgångspunkt i ungas uppfattningar**

Här lyfts tekniska system som kunskapsområde fram och utvecklas mot ett lärandeobjekt med utgångspunkt i ämnesdidaktik och teorier om system.

### **Vad behöver lärare professionellt ta hänsyn till när det gäller tekniska system?**

Genom att lärare blir medvetna om ungas uppfattningar om tekniska system kan de med detta som utgångspunkt utveckla undervisningen. Inom den ämnesdidaktiska kunskapstraditionen ses den lärandes uppfattning av innehållet innan undervisningen startar som en betydelsefull aspekt av lärarens ämnesdidaktiska kompetens (Zetterqvist, 2003). Betydelsen av att känna till den lärandes uppfattningar betonas inom bland annat 'Science Education' (Abell & Lederman, 2007; Duit, 2002). När det gäller teknikområdet finns det i dag ett begränsat antal studier som belyser förståelse av något specifikt teknikinnehåll och vilka lärandemöjligheter som undervisningen erbjuder (Cajas, 2000; Hagberg & Hultén, 2005; Johnson & Daugherty, 2008).

För att kunna utveckla undervisningen om tekniska system krävs att lärare är väl förtrogna med teorier om tekniska system och att de kan avgöra vilka delar som är relevanta och nödvändiga för att utveckla den lärandes förståelse. Denna avhandlings bidrag handlar främst om den lärandes förutsättningar och utifrån detta vilka aspekter av tekniska system som kan vara relevanta att fokusera i undervisningen.

### **Mot tekniska system som lärandeobjekt**

I min beskrivning av tekniska system som lärandeobjekt utgår jag främst från ungas erfarenande av tekniska system. I artikel IV presenteras ett antal aspekter som för den undersökta gruppen är kritiska aspekter när det gäller förståelsen av tekniska system, vilket gör dem till en lämplig utgångspunkt när undervisningen planeras. Dimensionerna av variation och aspekterna kan också kopplas till teorier om tekniska system (Ingelstam, 1994; 2002) vilket innebär en mer utvecklad beskrivning av lärandeobjektet.

Inom systemteori är det vanligt att beskriva systemens karaktär med hjälp av olika grupperingar, exempelvis genom nivågruppering (Assarf & Orion, 2005; Bertalanffy, 1968; Ingelstam, 1994; 2002). Med inspiration av detta har jag beskrivit två *grundelement* i tekniska

system: *funktion* och *organisation*. Systemets funktion handlar om syftet - de behov som skall uppfyllas. I systemets organisation ingår den tekniska kärnan - det fysiskt konstruerade, men också lagar, regler och olika kontrollenheter.

Då lärare ska planera undervisning om tekniska system menar jag att de bör ta sin utgångspunkt i både teorier och ungas uppfattningar om tekniska system. Då detta görs kan ett *avsett lärandeobjekt* ta form som ett undervisningsinnehåll. Till sin hjälp då läraren identifierar det avsedda lärandeobjektet kan resultaten av avhandlingens studier användas (se tabell 3). Grundelementen förankrar tekniska system i teorier om system, dimensionerna av variation pekar på vad av systemet som de unga bör få möjlighet att urskilja och de kritiska aspekterna ger läraren konkreta förslag på vad som bör varieras för att åstadkomma kraftfulla sätt att lära om tekniska system.

Tabell 3. Tekniska system som lärandeobjekt: grundelement, dimensioner av variation och kritiska aspekter.

GRUNDELEMENT	DIMENSIONER AV VARIATION	KRITISKA ASPEKTER
Systemets funktion	Resurs	Att det finns ett flöde
		Vad är det som flödar?
		Vad kan påverka flödet?
	Intention	Vilka behov tillgodoses för individen?
Vilka behov tillgodoses för människan och samhället?		
Systemets organisation	Internstruktur	Komponenters betydelse
		Relationerna mellan komponenterna
		Komponenter i bakgrunden
	Externstruktur	Relation till andra system och människan
		Relation till andra system, samhället och människan

Ett exempel på hur läraren kan vara hjälpt av grundelementen är att de tydliggör förhållandet mellan helhet och delar. Inom systemteorin är helhet och delar viktiga att ta hänsyn till för att synliggöra systemens systemiskhet. Med utgångspunkt i ungas uppfattningar om tekniska system kan läraren då hon planerar undervisningen göra vissa val i förhållande till *systemets organisation*. När det gäller abstrakta system som till exempel mobiltelefonsystemet måste val göras kring vad av den *interna strukturen*, delarna eller komponenterna, som kan vara relevant att synliggöra. Systemet i sig är komplext och kanske inte ens en expert kan överblicka det som en helhet. Frank (2005) påpekar detta och förespråkar att endast det som behövs av systemets delar för att förstå dess funktion lyfts fram. I undervisningssammanhang på grundnivå gäller det att hjälpa de unga att urskilja tillräckligt mycket av systemet för att kunna uppfatta det som ett system, en helhet med delar. De är inte hjälpta av att förstå alla ingående komponenters relationer utan bör i stället få en förståelse på olika påverkansnivåer, individ, människa, samhälle och natur, som är en del av systemets *externa struktur*. Det är därför viktigt för läraren att, i förhållande till *systemets organisation*, både vara medveten om

den *interna* och *externa strukturen*, och vilka kritiska aspekter som kan vara viktiga att belysa i relation till dessa i undervisningen.

## **Tekniska system som kunskapsinnehåll i teknikämnet**

Kunskapsområdet tekniska system sätts här i relation till teknik som undervisningsämne i grundskolan. Först genom en kort reflektion över varför tekniska system kan ses som relevant för unga att lära sig något om. Därefter tas olika möjligheter upp som tekniska system erbjuder i form av *helhetsbild*, *sammanhang*, *medborgarperspektiv* och *människans differentierande roll*.

### **Att urskilja tekniska system**

Avhandlingen har fått rubriken "Att urskilja tekniska system". Anledningen är att det för unga till stor del handlar om att överhuvudtaget uppfatta tekniska system i omgivningen. De stora sociotekniska systemen blir lätt "osynliga" i vardagen, vi tar dem för givna. Det behov som är anledningen till att de skapas har hamnat i skymundan och det som de levererar är idag självklart – t.ex. vatten, värme, information och mat. De föremål som unga använder i sin vardag är den naturliga och direkta koppling de gör till teknik. För att erfa teknik på nya sätt, som tekniska system, krävs att de får möjlighet att inte enbart urskilja delarna utan delarna i förhållande till helheten och till ett sammanhang.

### **Helhetsbild av teknik**

Vad innebär teknik i dagens komplexa samhälle? Jag menar att teknik inte kan definieras enbart som de av människan konstruerade föremålen, vilket är en vanligt förekommande beskrivning av teknik (Collier-Reed, 2006; Rose, Gallup, Dugger & Starkweather, 2004; Volk & Dugger, 2005). Teknik uppfyller de behov vi människor har på ett mer komplext sätt än i form av ett antal föremål, vilket beskrivs som tekniska system (Dusek, 2006, Hughes, 1989 och Kline, 1985/2003). Tekniska system som lärandeobjekt erbjuder en möjlighet att urskilja både föremål som delar och helheten där dessa föremål interagerar. Genom att lyfta fram teknikens systemiska karaktär kan kopplingar göras till föremål men då som delar av en helhet. Att se delar och samband dem emellan som en helhet är en viktig ingrediens i systemtänkandet vilket Frank (2005) poängterar. Genom ett systemtänkande kan en helhetsbild av teknik skapas och relateras till den miljö där den verkar och till de problem den avser att lösa. När det gäller en erfaren ingenjör innebär ett helhetstänkande att se "den stora bilden" som en konkret vision av systemet i ett komplext sammanhang. För elever i grundskolan handlar det främst om att inse att det finns en helhetsbild, "en stor bild". I mina resultat framgår det att unga som ser teknik som enskilda föremål inte uppfattar något system, för dem finns inte en i helhetsbild i systemisk mening. Det går sedan att se en ökad grad av helhetstänkande kring teknik i de båda studiernas resultat kategorier. För att skapa sig en helhetsbild krävs enligt Frank (2005) en förståelse för den funktion som systemet har, det vill säga vilket problem som systemet avser att lösa. I den syntetiserade analysen som presenteras i artikel IV framkommer, i linje med vad Frank säger, att intentionen med systemet är en viktig dimension av ungas förståelse för tekniska system.

### **Teknik i sina sammanhang**

Tekniska system som lärandeobjekt erbjuder en möjlighet att se teknik i sammanhang. Med sammanhang avses här situationer där teknik spelar en avgörande roll tillsammans med människor och natur. Under 1980-talet utvecklades STS, Science-Technology-Society, inom den naturvetenskapliga undervisningstraditionen. Avsikten var att integrera "science content into social and technological contexts meaningful to students" (Aikenhead, 1994. s. 59).

Teknik sågs framförallt som tillämpad naturvetenskap av många anhängare inom STS-rörelsen. Lee (2010) presenterar ett alternativ eller komplement till STS i form av TSS, Technology-Society-Science, där utgångspunkten är teknik och teknikens växelverkan med samhället. I undervisningssammanhang menar Lee att tillämpningen av TSS betonar en holistisk förståelse av teknik genom dess interaktion med samhället och naturvetenskapen. Genom att i undervisningssammanhang utgå från tekniska system skapas förutsättningar för ett TSS-perspektiv på undervisningen. Den holistiska tanken är också en av de bärande tankarna inom systemteorin (Frank, 2005; Öqvist 2008). I både komponent- och systemstudiens resultat kategorier framkommer att den mest utvecklade förståelsen av tekniska system också inkluderar en växelverkan mellan teknik, människa, samhälle och natur.

Att se tekniken i sammanhang och att skaffa sig en helhetsbild av teknik är inte något som vi i varje stund vi möter teknik behöver ta hänsyn till eller fundera över, men det är något som vi som medborgare i ett teknikkomplex samhälle måste ha kunskaper om så att vi då det behövs kan se samband och betrakta tekniken utifrån ett helhetsperspektiv. Små förändringar i de tekniska systemens sömlösa väv (Bijker et.al. 1989) kan leda till stora förändringar någon annanstans i systemens väv. Tekniska system tydliggör på detta sätt att den teknik vi möter i vår vardag finns i ett sammanhang med en mängd relationer och påverkansnivåer.

### Medborgarperspektiv

Med tekniska system som lärandeobjekt erbjuds bättre möjligheter för unga att delta i det demokratiska samhället som aktiva teknikmedborgare. I studierna finns exempel på hur de unga interagerar med teknik i samhället som aktiva medborgare. Citatet nedan visar att en av de unga som deltagit i systemstudien erfarit behov av kunskaper om mobiltelefonsystemet för att kunna påvisa brister i systemet.

*Intervjuare - Så här ser täckningskartan ut för Tre [visar bild]. Det röda är turbo...[förklarar färgerna]. Varför ser kartan ut så här tror du?*

*Ungdom 1- Kartan ser ut så här för att, Tre är ju smarta. Dom har ju inte tänkt så här, - Vi tar halva Sverige och så skiter vi i resten, utan dom har sagt, - Var bor det mest människor som ringer, som använder telefoner? Där det bor mest människor, runt västkusten, Göteborg, Malmö, östkusten, Stockholm, där vill dom ha bredband. Där finns väldigt många kunder. Det är samma sak som att du inte kan sälja... is på ispoolen eftersom det finns inga kunder som vill ha is där, men det finns folk som vill ha is i Sahara och då säljer man naturligtvis is i Sahara då. Men som sagt det är därför dom har byggt upp den här kartan. Nu har jag så här personligt haft väldigt mycket förflutet med det här systemet. Vi hade, köpte, ett sådant här bredband, turbo Tre. När vi var på Tjörn funkade det inte även om det skulle göra det, alltså vara i den här röda zonen[pekar på bilden], så fungerade det inte. Det har väldigt mycket att göra med berg och sånt så man måste nog tänka på det innan man målar rött[menar färgkoden på bilden] på ett område där man inte riktigt vet om det finns täckning eller inte.*

Detta ger indikationer på att om de unga känner till något om teknikens systemiskhet har de större möjlighet att agera och reagera.

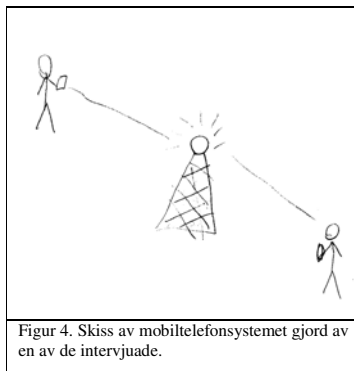
Det är framförallt demokrati- och nyttoargumentet i relation till ett medborgarperspektiv som visar sig i studierna. Både demokrati- och nyttoargumentet kan kopplas till teknik (Millar, 1996; Sjöberg, 2000) och i studierna och teknikfilosofiska beskrivningar (Dusek, 2006; Kline 1985/2003) framkommer att det även går att koppla till tekniska system. Jag menar att demokratiargumentet i förhållande till tekniska system bygger på att medborgare i ett samhälle bör ha kunskaper om de frågor som rör dem som individer och möjligheten att följa

debatter och argumentera. Det kan till exempel handla om frågor om närproducerad mat och transportsystemets inverkan på detta i form av avstånd och val av transportmedel, eller om energisystemet och olika energikällor för att distribuera energi säkert och miljövänligt. Nyttargumentet kopplar jag till individens nytta av kunskaper om tekniska system i hanterandet av olika situationer i vardagen. Det kan till exempel gälla val av mobiltelefoner och mobiloperatörer. Då räcker det inte att förstå hur själva mobilen ska användas utan vi behöver också en förståelse för mobiltelefonsystemet, så att vi kan ställa frågor som rör en viss operatörs täckning på olika platser i Sverige eller andra länder. För att ha möjlighet att på detta sätt delta som aktiva medborgare i samhället måste de unga kunna urskilja tekniska system som system.

Zimmerman (1995) lyfter fram två strategier för att utveckla tekniskmedborgarskap som jag anser ligga i linje med resultaten av mina studier. Den ena strategin handlar om att på kollektiv nivå, i samhällsdebatter diskutera betydelsen av de stora infrastrukturella systemen som energi-, informations- och transportsystem. Eftersom dessa system spelar en central roll i samhället och har kapacitet att påverka processer för teknisk förändring är kunskap om dessa system av allmänt intresse. Det handlar också om att vända tillbaka och söka efter de syften människan haft med systemen, att se tekniken som underordnad människans syfte. Den andra strategin är att på individuell nivå på olika sätt uppmärksamma människans roll i förhållande till tekniken och vilken möjlighet till påverkan eller att påverkas som finns.

### Människans roll

Studierna visar att de unga har olika uppfattningar om människans roll i förhållande till tekniska system. Det är frågan om att beskriva människans relation till tekniska system i ett utifrån- eller inifrånperspektiv. När det gäller föremål så är det vanliga att relationen mellan dessa och människan ses i ett utifrånperspektiv. Vi brukar, missbrukar eller avstår från att bruka föremålen. På detta sätt ser vi oss själva som i kontroll över föremålen (Dusek, 2006). De unga, som framför allt uppfattar system som en grupp föremål, beskriver också människans relation till systemen i ett utifrånperspektiv, de ser sig själva enbart som användare av systemet (se figur 4).



I de fall där de unga uppfattar systemets systemiskhet i form av komponenter och relationer, som bildar en helhet, finns en mer differentierad syn på människans roll i förhållande till systemet. Citatet nedan visar hur en av de intervjuade uppfattar tekniska system (efter att ha fått frågor om informations- och transportsystemet) som centrala och av människan skapade samt att människan kan ha olika roller i systemet. Först konstaterar hon/han att det är



människan som skapar, *kommer på*, systemen och sedan *konsumerar* eller använder dessa. Människan har också andra roller i systemet som exempelvis *säljare*.

*Intervjuare - ... Hur skulle du beskriva ett tekniskt system?*

*Ungdom 2 - Ett tekniskt system för mig det är ... Teknik är ju det vi människor gör, uppfinningar och så vidare och ett tekniskt system är väl ett system med väldigt många uppfinningar, alltså väldigt mycket teknik i sig. Mycket mindre natur... man tänker mindre på naturen och mer på det tekniska i systemet. Jag tycker nästan alla system är tekniska, eftersom det är vi människor som kommer på dom flesta systemen och sen konsumerar och säljare och... och det är väldigt mycket teknik i alla system tycker jag.*

Människan både använder, upprätthåller och påverkar systemet. En viktig aspekt av detta är att då systemens relation till människan uppfattas både i ett utifrån- och ett inifrånperspektiv framkommer det att många människor är inblandade med olika relationer till systemet. De unga som endast ser människans roll i ett utifrånperspektiv kan naturligtvis också peka på att det till antalet är många människor som använder systemet, men de presenterar en ensidig syn på relationen som går ut på att konsumera teknik. Att förstå att det finns många människor med olika roller som är inblandade i systemen tydliggör systemens komplexitet. De olika behov som systemet kan uppfylla för människan kan gälla så väl ekonomi som styrning av systemen. Det går inte att se någon skillnad i hur de unga uppfattar människans roll i förhållande till de tre olika systemen, informations-, energi- och transportsystem, utan alla variationer när det gäller inifrån- och utifrånperspektiv förekommer.

## **Fortsatt forskning**

Jag menar att det finns en stor potential för fortsatta studier om tekniska system som en del av det teknikdidaktiska kunskapsområdet.

De genomförda studierna har gett upphov till nya forskningsfrågor vilket jag ser som ett viktigt bidrag till forskningsfältet och en möjlighet för mig och andra att fortsätta söka kunskaper om tekniska system. Med tanke på min bakgrund som grundskollärare i teknik har jag ett direkt intresse att undersöka hur grundelementen, dimensionerna av variation och kritiska aspekter av lärandeobjektet tekniska system kan användas i undervisningen. En naturlig studie av detta skulle vara att tillsammans med tekniklärare i grundskolan utveckla, genomföra och utvärdera undervisningsmoment som bygger på avhandlingens resultat. Sådan forskning skulle också kunna bidra med ytterligare dimensioner av variation och kritiska aspekter av tekniska system. Genom att bredda undersökningsgruppen till barn i de tidiga skolåren och unga som påbörjat sin specialistutbildning på gymnasiet kan ytterligare aspekter av vad förståelse av tekniska system innebär nås. Sådan forskning skulle kunna synliggöra kunskapsutvecklingen vad gäller tekniska system.

## 10. Slutord

Unga vill förstå hur deras omvärld hänger ihop. Jag menar att tekniska system som lärandeobjekt erbjuder en sådan möjlighet. När jag intervjuar de unga om mobiltelefonsystemet, inser de lite frustrerat, att de inte förstår vad som krävs för att mobiltelefonen ska komma i kontakt med en annan mobiltelefon, även om de vet allt om vad man kan använda den till. Här finns en potential för att väcka deras intresse att se teknik som något mer än enbart artefakter för användning. I undervisningssammanhang kan detta möjliggöras genom att läraren lyfter fram tekniska system som lärandeobjekt, vilket kräver att läraren har kännedom om den ämnesdidaktiska kunskapsbas som avser tekniska system. Avhandlingens främsta bidrag är att bygga vidare på denna ämnesdidaktiska kunskapsbas.

Jag anser att kunskaper om tekniska system kan hjälpa unga att verka i dagens samhälle och att teknikundervisningen kan bidra till att utveckla sådana kunskaper. Min förhoppning är nu att kraftfulla undervisningsstrategier i teknik utvecklas, sprids och tillämpas i tekniklärarkollektivet.

# 11. English summary

## Introduction

Today's society is a technologically complex society and made up of systems that we humans interact with. Information, energy and communication are examples of technological systems that we are in contact with daily. The overarching purpose of school in this respect is to educate young people for participating as active citizens in the technologically complex society. Consequently, understanding technological systems is part of the knowledge content in the Swedish compulsory school subject technology. Research related to the technology subject shows that the current teaching practice concerning technological systems is limited and there is uncertainty about what the learning of technological systems entails. This thesis in the field of technology education research and encompasses two studies of how young people understand technological systems – focused in two articles – and of educationally critical dimensions of setting up the teaching of technological systems – focused in two articles. The thesis thus encompasses four articles.

## Background

### Technological systems as part of the concept of technology

Technology is part of our everyday life and something that everyone is in contact with. At the same time, technology is linked to specific activities such as engineering and craftsmanship. This indicates that technology can be understood in different ways that needs to be clarified relative to the context in which it occurs. As a field of knowledge, technology can be perceived as more cohesive, whether it concerns technology in our everyday life or more activity-specific areas. A stronger integration of science and technology, in parallel with a philosophical discussion has also contributed to that technology being more explicitly recognised as a distinct and cohesive knowledge domain.

In the everyday context, technology is often described in terms of, or even restricted to, artefacts, the things humans constructed for specific purposes, as several studies have shown (Anderson, Svensson & Zetterqvist, 2008; Collier-Reed, 2006; Rose, Gallup, Dugger & Starkweather, 2004; Volk & Dugger, 2005). When you ask the question: 'What is technology?', both adult and children frequently respond: computers, cell phones and television, i.e. artefacts that are important in everyday life. In a recent study by Klasander (2010) he concludes that it may even be that the dominant position of artefacts restrains other ways of understanding technology, for example, taking technological systems as a starting point.

In the philosophy of technology, there are now several descriptions in which technological systems are pointed out as an important part of technology in today's society (Dusek, 2006; Kline, 1985/2003). Ingelstam (2009) defines systems through describing them as: *components* and *relationships* that together form a whole, which is separated from its surroundings through a *system boundary*, which helps to clarify what belongs to the system and what is not directly relevant to the system. Human involvement is understood as a natural part of technological systems, implying a concept of technology that includes not only human integration with technology through the use of artefacts, but also links artefacts, processes and people (Dusek, 2006; Kline 1985/2003; Latour, 1999).

In this thesis, technological systems are thematised in the technological knowledge domain; as a consequence, society as well as the complexity of technology becomes especially

prominent. Technological systems refer to large systems, for purposes such as transport, energy and information, all of which includes many components (objects, people) and relationships. To take technological systems as the starting point in this way means that technology is seen in a context where the parts are connected into a whole. Knowledge of technological systems is important in a complex society and is part of the national technology syllabus for Swedish compulsory school (age 6-16 years).

### **Research about technology and technological systems**

Research on young people's knowledge about and in technology is necessary in order to develop technology education further and to get a better understanding of learning and technology. Young people in schools faced with the subject technology have already technological capabilities that they take their starting point from. Researchers in several fields (such as Abell & Lederman, 2007; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985) have shown in different studies that it is important to know what young people know and the ways in which they understand different aspects of the subject content when planning teaching. Previous research conducted nationally and internationally on the teaching of the subject technology often takes its starting point in the curriculum, in the perspectives of teachers and in definitions of technology and the technology subject (Hagberg & Hultén, 2005). Research starting from the perspective of the pupils is rare. Likewise, few studies have been made about what children learn when they are taught technology (Rowell, 2004; Bungum, 2003; Davis, Ginn & McRobbie, 2002; Hagberg & Hultén, 2005).

In the field of technology education research there is a gap between the curriculum descriptions of technology and research related to the technological knowledge domain. The pedagogical knowledge base needs to be developed in order to respond to questions such as: What is it that is important to teach? How should this be done to create powerful learning opportunities?

### **Purpose**

This thesis is related to a specific content theme in the technological knowledge domain, technological systems, and is geared towards the learning and teaching of this content among young people in compulsory school. The purpose of the thesis is to contribute to the pedagogical content knowledge base for teaching and learning about technology systems in compulsory school.

Based on theories of technological systems and the phenomenographic approach the following research questions emerged:

- In what ways do young people experience technological systems?
- How can young people's ways of experiencing technological systems be used to systematically develop the teaching of technological systems?
- What is the potential of technological systems as knowledge content in the technology subject to contribute to a better understanding of technology in today's society?

The three research questions together form the base for the contribution of the thesis to the pedagogical knowledge base for teaching and learning about technology systems in schools.

### **Method**

The studies in this thesis focus the perspective of the learners, using a phenomenographic approach, and investigate young people's ways of experiencing technological systems.

Phenomenography implies a research interest for learning and the learning of specific content. It is an approach designed to identify and describe qualitatively different ways of perceiving, understanding and experiencing aspects of the world around us. A central feature of phenomenography is to describe the variations that emerge in the possible experiences of a phenomenon, which contrasts to describing individuals' experiences of the phenomenon. The research is based on empirical material from individuals, usually generated through interviews (Collier-Reed, 2006; Marton, 1986, Marton & Booth, 2000).

Variation theory has been developed from the phenomenographic research tradition, and it can be seen as an application of the experience from the phenomenographic research tradition for further study of teaching and learning (Emanuelsson 2001). Variation theory is a theoretical explanatory theory of the learning of specific content. Learning refers to the ability to experience a phenomenon of a changing way that is, to experience and distinguish the phenomenon distinct from other ways of experiencing it (Marton & Booth, 2000). Learning is within variation theory explained with the concepts of discernment, variation and simultaneity. In this thesis, the aim is to highlight what may be important to vary in learning situations to enable learning of technological systems. It is not about giving specific answers to the question of how variation can be achieved but about what the teacher should be aware that she should vary.

## Results

To answer the research questions, two studies have been carried out and these are presented in four articles. The first study is based on interviews with 24 young people, 10 and 15 years old, about technological systems starting from three objects: the mobile phone, light bulb/a low-energy light bulb and the banana. This study, presented in **Article I**, is of an exploratory nature, where a first description of how technological systems are experienced by young people is made. The results of the study are three dimensions – *flow*, *component interaction* and *system interaction* – that on an overarching level describe how the young characterize technological systems and of five categories that describe the qualitatively different ways of discerning the relationship between objects and technological systems:

- K1. Using objects
- K2. The function of objects
- K3. Objects as part of a process
- K4. Objects as components in one system
- K5. Objects embedded in systems

Further result of this study, presented in **Article II**, are pedagogical implications for the *what*, *how* and *why* of technological systems in the Swedish compulsory school subject technology. The result can be seen as a first step towards developing the teaching of technological knowledge with respect to the learning content technological systems.

The second study is broadening and deepening the understanding of young people's perceptions of technological systems. Through interviews, taking their starting point in a number of pictures representing transport, energy and communication systems, young people's experiences of technological systems in relation to the system as a whole is explored in **Article III**. The result of the phenomenographic analysis of the 18 15 year-olds experiences are five categories:

- S1. Using single components
- S2. Using the system output

- S3. Influencing the system
- S4. Interacting with the system
- S5. Integrating the system

The categories are qualitatively distinct and hierarchically ordered and they are related to, the *structural* and *referential aspects* of systems, which is the aspects that proved decisive in the case of young people's understanding of technological systems.

To develop the pedagogical relevance and implications of the two studies, an analysis by synthesizing the results from the two phenomenographic studies are presented in **Article IV**. By analytically determining the dimensions that can be considered crucial for an understanding of technological systems, encompassing both to take as the starting point in the relationship between objects and the system and the starting point in the system as a whole. The results show that the three dimensions: *resources*, *intention* and *structure*, and critical aspects of these, should be varied in teaching of technological systems to enable powerful way to developing the understanding of technological systems.

The main result of the studies consists of the dimensions of variation of technological systems and critical aspects within those dimensions. Together they offer a perspective for teaching, providing possible starting points for teachers when they plan instruction on technological systems, that is empirically grounded.

## Discussion

The studies in this thesis show that young people's understanding of technological systems in our daily lives is primarily related to the structure. They can describe the components used in systems with different levels of detail. To understand how components relate to each other, and in particular the way in which humans are included in the systems and what impact humans have on the systems, requires a more sophisticated understanding. The structure must be expanded to include interactions with surrounding systems, society and nature and, further, the intention of the systems is not sufficiently transparent for the young people in the studies. It is unusual among the young people in the studies to manifest such nuanced understanding. The studies show that young peoples system approach is usually linear, a 'from-to' approach. A more sophisticated way of looking at systems as a network or 'seamless-web' of components and relationships is rarely present in the studied group.

In order to develop the teaching of technological systems it is required that teachers are familiar with theories of technological systems and that they can determine whether parts are relevant and indentify what is necessary to develop the learners' understanding. The contribution of this thesis concerns requirements necessary for learning technological systems and aspects of technological systems that may be relevant to focus in teaching.

The dimensions of variation, part of the outcome of the synthesized analysis, together with the critical aspects can be linked to theories of technological systems and I describe this in terms of two essential elements: the function and the organization. These essential elements bridges the results presented in this thesis. *The function*, concerns the purpose, the need that the system meets. *The organization*, concerns the technological core of the system, how it is physically constructed, but also includes laws, rules, and various control units.

When teachers plan instruction on technological systems they develop it as an intended learning object. Such plans should take into consideration theories of technological systems as well as young people's experiences of technological systems. To support the teacher in

pedagogically handling the intended learning object, the results of the studies in this thesis could be used (see Table 3).

Table 3. Overview of the results in terms of essential elements dimensions of variation and critical aspects.

ESSENTIAL ELEMENTS	DIMENSIONS OF VARIATION	CRITICAL ASPECTS
The function of systems	Resources	That there is a flow
		What is flowing?
		What can affect the flow?
	Intention	What are the needs of the individual?
What are the needs of man and society?		
The organization of systems	Internal structure	Importance of components
		Relations between components
		Components in the background
	External structure	Relation to other systems and humans
Relation to other systems, society and man		

## Conclusion

What does technology in today's complex society entail? I believe that technology cannot be defined simply as the human-designed components, artefacts, but today's technology meets the needs of people in a more complex way than only in the form of a number of objects. Technological systems offer an opportunity to identify both components as parts and the whole in which these components interact. Through a system approach, a holistic view of technology is implied and related to the environment in which it operates and the problems it intends to solve.

I believe that the contribution of this thesis is primarily about describing what the teaching of technological systems should focus, on the basis of empirical studies of how young people understand the technological systems. It includes knowledge of both the learner and the conditions of the teacher's possibilities in the teaching of a particular subject matter and thus contributes to the pedagogical knowledge base for technology.

## 12. Referenser

- Abell, S.K., & Lederman, G.N. (2007). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Adawi, T., Berglund, A., Booth, S., & Ingerman, Å. (2001). *On context in phenomenographic research on understanding heat and temperature*. Paper presentation vid the 9<sup>th</sup> EARLI conference, Fribourg, Schweiz, Augusti 2001.
- Aikenhead, G. (1994). What is STS science teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 47–59). New York: Teachers College Press.
- Alexanderson, M. (1994). *Metod och medvetande*. Vol (96), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Andersson, B. (2000). *Om ämnesdidaktikens natur, kultur och värdegrund*. Opublicerat manuskript, Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Liber.
- Andersson, B., Svensson, M., & Zetterqvist, A. (2008). Några uppgifter som belyser elevers uppfattningar om vad som är teknik. *NORDINA*, 4, (2), 168-176.
- Assarf, O.B-Z., & Orion, N. (2005). System Thinking Skills at the Elementary School Level *Journal of Research in Science Teaching*. 47, (5), 540-563.
- Bame, E.A., Dugger Jr.W.E., DeVries, M., & McBee, J. (1993). Pupils' attitudes toward technology-PATT-USA. *Journal of Technology Studies*. 19, (1), 40-48.
- Berner, B. (2009). Teknikens kön. I P. Gyberg & J. Hallström (Red.), *Världens gång teknikens utveckling*, (s. 279-293). Lund: Studentlitteratur.
- Bertalanffy, L. (1950). An outline of general system theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*. 2, 134-165.
- Bijker, W. E., Hughes, T.P., & Pinch, T. (1989). General introduction. In W.E. Bijker, T.P. Hughes & T. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems*, (pp. 1-6). Cambridge: The MIT Press.
- Bjurulf, V. (2008). *Teknikämnets gestaltningar*. Vol (29), Karlstad University Studies, Karlstad: Universitetstryckeriet.
- Björck, H. (2009). Teknik och bildning i begreppshistorisk belysning. I Å. Ingerman, K. Wagner & A-S. Axelsson. (Red.), *På spaning efter teknisk bildning*, (s. 16-25). Stockholm: Liber AB.
- Björklund, L-E. (2008). *Från Novis till expert: Förtrogenhetskunskap I kognitiv och didaktisk belysning*, Vol (17), Studies in Science and Technology Education, Linköpings universitet, Linköping: LiU-Tryck.
- Blomdahl, E. (2007). *Teknik i skolan – En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn*. Vol (11), Studies in Science and Technology Education, Lärarhögskolan Stockholm, Stockholm: HLS förlag.
- Borgmann, A. (1984). *Technology and the Character of Contemporary Life: A Philosophical Inquiry*. Chicago: University of Chicago Press.
- Booth, S. (1992). *Learning to program: A phenomenographic perspective*. (Vol. 89), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Bungum, B. (2003). *Perceptions of technology education: a cross-case study of teachers realising technology as a new subject of teaching*. Ph D thesis, Norwegian University of Science and Technology, Oslo: NTNU.



- Cajas, F. (2000). Technology education research: Potential directions. *Journal of Technology Education*, 12, (1), 75-85.
- Carlgren, I., & Marton, F. (2000). *Lärare av i morgon*. Stockholm: Lärarförbundets förlag.
- Carlsson, B. (1999). *Ecological understanding. A space of variation*. Vol (39), Centre for Research in Teaching and Learning, Luleå University of Technology, Luleå: Universitetstryckeriet.
- Collier-Reed, B. (2006). *Pupils' Experiences of Technology – Exploring dimensions of technological literacy*. Ph D thesis, University of Cape Town, Cape Town.
- Collier-Reed, B., Ingerman, Å., & Berglund A. (2009). Reflections on trustworthiness in phenomenographic research: Recognising purpose, context and change in the process of research. *Education As Change*, 13, (2), 339-355.
- Dahlgren, L-O., & Marton, F. (1978). Students' conceptions of subject matter: An aspect of learning and teaching in higher education. *Studies in Higher Education*, 3, (1), 25-35.
- Dakers, J. (2006). Introduction: Defining Technological Literacy. In J. Dakers (Ed.), *Defining Technological Literacy: Towards an Epistemological Framework*. (pp. 1-2). New York: Palgrave Macmillan.
- Davis, R. S., Ginns, I. S., & McRobbie, C. J. (2002). Elementary School Students' Understandings of Technology Concepts. *Journal of Technology Education*, 14, (1), 35-50.
- De Vries, M. J. (2003). The nature of technological knowledge: extending empirically informed studies into what engineers know. *TECHNE*. 6, (3).
- De Vries, M. J. (2005). *Teaching about Technology, An introduction to the Philosophy of Technology for Non-philosophers*. Dordrecht: Springer.
- De Vries, M. J. (2006). Technological Knowledge and Artifacts: An Analytical View. In J. Dakers (Ed.), *Defining Technological Literacy: Towards an Epistemological Framework*. (pp. 17-30). New York: Palgrave Macmillan.
- Dewey, J. (1910/1997). *How we think*. Minneola: Dover Publications.
- Dewey, J. (1916/1997). *Demokrati och utbildning*. Göteborg: Bokförlaget Daidalos AB.
- Dimenäs, J. (2001). *Innehåll och interaktion. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning*. Vol (154), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Dovenborg, E., & Pramling, I. (1998). *Att förstå barns tankar. Metodik för barnintervjuer*. Eskilstuna: Liber AB.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien A. (1985). Some Features of Children's Ideas and their Implications for Teaching. I R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's Ideas In Science*. (pp. 193-201). Milton Keynes: Open University Press.
- Duit, R. (2002). *Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education*. Kiel, Germany: IPN – Leibniz Institute for Science Education <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Dusek, V. (2006). *Philosophy of Technology: An Introduction*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Emanuelsson, J. (2001). *En fråga om frågor. Hur lärares frågor gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap*. Vol (168), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Frank, M. (2005). A System Approach for Developing Technological Literacy. *Journal of Technology Education*. 17, (1), 1-14.
- Fritzell, C. (2009). *Kvalificerade samtal: Kunskap - mening – bildning*. (Pedagogisk

- kommunikation rapport nr 9). Växjö: Institutionen för pedagogik Växjö universitet.
- Garmire, E., & Pearson, G. (2006). *Tech Tally: Approaches to Assessing Technological Literacy*. Washington D.C: National Academic Press.
- Garvey, J. (2007). The Moral Use of Technology. *Royal Institute of Philosophy Supplement*. 61, 241-260.
- Gibson, J.J., & Gibson, E. J. (1955). Perceptual learning: Differentiation – or enrichment? *Psychological Review*. 62, (1), 32-41.
- Ginner, T. (1988). *Den bildade arbetaren. Debatten om teknik, samhälle och bildning inom arbetarnas bildningsförbund 1945-1970*. Vol (17), Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet. Vimmerby: VTT-Grafiska.
- Ginns, I., Norton, S., & McRobbie, C. (2005). Adding Value to the Teaching and Learning of Design and Technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 15, 47-60.
- Gustavsson, B. (2007). Bildningstankens aktualitet och historiska framväxt. I B. Gustavsson (Red.), *Bildningens förvandlingar* (s. 7-22). Göteborg: Diadalos AB.
- Gustavsson, B. (2002). *Vad är kunskap? En diskussion om praktisk och teoretisk kunskap*. Stockholm: Liber.
- Hagberg, J-E., & Hultén, M. (2005). *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik – svensk forskning i internationell kontext*. Vetenskapsrådets rapportserie. Rapport nr 6. Uppsala: Ord & Form AB.
- Hagberg, J-E. (2009). Att lära i teknikens rum och landskap. I P. Gyberg & J. Hallström (Red.), *Världens gång teknikens utveckling*. (s. 41-60). Lund: Studentlitteratur.
- Hallström, J. (2009). System teori och teknik. I P. Gyberg & J. Hallström (Red.), *Världens gång teknikens utveckling*. (s. 99-117). Lund: Studentlitteratur.
- Heidegger, M. (1974). *Teknikens väsen och andra uppsatser*. Uddevalla: Raben & Sjögren.
- Hickman, L. (2000). Focaltechnics, Pragmatechnics, and the Reform of Technology. In E. Higgs, A. Light & D. Strong (Eds.), *Technology and the good life*. (pp. 89-105). Chicago: The University of Chicago Press.
- Holmqvist, M., Gustavsson, L., & Wernberg, A. (2007). Generative learning: learning beyond the learning situation. *Educational Action Research*. 15, (2), 181-208.
- Hughes, T. P. (1989). The Evolution of Large Technological Systems. In W.E. Bijker, T.P. Hughes & T. Pinch (Eds.), *The Social construction of Technological Systems*. (pp. 51-82). Cambridge/London: The MIT Press.
- Hörnqvist, B. (2002). Bildningsfrågan. I SOU 1992:94. *Bildning och kunskap – Särtryck ur läroplanskommitténs betänkande skola för bildning*. Stockholm: Liber Distribution.
- Ingelstam, L. (1996). System: Teknik och människor i samspel. I T. Ginner & G. Mattsson (Red.), *Teknik i skolan*. (s. 130-149). Lund: Studentlitteratur.
- Ingelstam, L. (2002). *System– att tänka över samhälle och teknik*. (Energimyndigheten), Kristianstad: Kristianstads Boktryckeri AB.
- Ingelstam, L. (2009). Varför är tekniska system intressanta? I P. Gyberg & J. Hallström (Red.), *Världens gång teknikens utveckling*. (s. 81-115). Lund: Studentlitteratur.
- Ingerman, Å. (2009). Kunskaper, engagemang och handling. I Å. Ingerman, K. Wagner & A-S. Axelsson (Red.), *På spaning efter teknisk bildning*. (s. 26-42). Stockholm: Liber AB.
- Ingerman, Å., & Collier-Reed, B. (2010). Technological literacy reconsidered: a model for enactment. *International Journal of Technology and Design Education*. 2010-12-03, DOI: 10.1007/s10798-009-9108-6.

- Johansson, M. (2009). Forskarens ståndpunkt i den fenomenografiska forskningen. Ett försök att formulera en egen position. *Pedagogisk forskning i Sverige*. 14, (1), 45-58.
- Johnsson, S., & Daugherty, J. (2008). Quality and Characteristics of Recent Research in Technology Education. *Journal of Technology Education*. 20, (1), 16-30.
- Jonsson, G. (2007). *Mångsynthet och mångfald. Om lärarstudenters förståelse av undervisning för hållbar utveckling*. Vol (13), Institutionen för utbildningsvetenskap, Luleå tekniska universitet. Luleå: Universitetstryckeriet.
- Klasander, C. (2010). *Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter*. Vol (32), Studies in Science and Technology Education, Linköpings universitet. Linköping: LiU-Tryck.
- Kline, S. J. (1985/2003). What is Technology. In R. Scharff & V. Dusek (Eds.), *Philosophy of Technology. The Technological Condition*. (pp. 210-212). Oxford: Blackwell Publishing.
- Kristensson Ugglå, B. (2007). Flexibilitet eller bildning? I B. Gustavsson (Red.), *Bildningens förvandlinga.*, (s. 111-138). Göteborg: Diadalos AB.
- Kroksmark, T. (1989). *Didaktiska strövtåg. Didaktiska idéer från Comenius till fenomenografisk didaktik*. Göteborg: Daidalos AB.
- Kullberg, A. (2010). *What is taught and what is learned. Professional insights gained and shared by teachers of mathematics*. Vol (293), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Larsson, S. (1986). *Kvalitativ analys – exemplet fenomenografi*. Lund: Studentlitteratur.
- Latour, B. (1999). *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lee, Y. C. (2010). Science-Technology-Society or Technology-Society-Science? Insights from an Ancient Technology. *International Journal of Science Education*. 32, (14), 1927-1950.
- Liedman, S. (2001). *Ett oändligt äventyr. Om människans kunskaper*. Stockholm: Albert Bonniersförlag.
- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park: Sage Publications.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Vol (196), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Marton, F. (1986). Phenomenography – A research approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*. 21, 28-49.
- Marton, F., & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Marton, F., & Pong, W. Y. (2008). On the unit of description in phenomenography. *Higher Education Research & Development*. 24, (4), 335-348.
- Marton, F., & Tsui, A.B.M. (2004). *Classroom Discourse and the Space of Learning*. New Jersey: Erlbaum.
- Marton, F., Runesson, U., & Tsui, A.B.M. (2004). The Space of Learning. In F. Marton & A.B.M. Tsui (Eds.), *Classroom Discourse and the Space of Learning*. (pp. 3-40). New Jersey: Erlbaum.
- Mather, V., & Jones, A. (1995). Focusing in Technology Education: The Effect of Concepts on Practice. *SET*, 2, (9).
- Mattsson, G. (2002). *Teknik i ting och tanke: skolämnet teknik i lärarutbildning och skola*. IPD-rapport Nr 2002:01, Licentiatavhandling, Göteborg: Göteborgs universitet Institutionen för pedagogik och didaktik.
- McCormick, R. (2006). Technology and Knowledge: Contributions from Learning Theories.

- In J. Dakers (Ed.), *Defining Technological Literacy: Towards an Epistemological Framework*. (pp. 31-47). New York: Palgrave Macmillan.
- Mellström, U. (2009). Män i teknikens värld. I P. Gyberg & J. Hallström (Red.), *Världens gång teknikens utveckling*. (s. 295-310). Lund: Studentlitteratur.
- Michael, M. (2006). How to Understand Mundane Technology: New Ways of Thinking about Human-Technology Relations. In J. Dakers (Ed.), *Defining Technological Literacy: Towards an Epistemological Framework*. (pp. 49-63). New York: Palgrave Macmillan.
- Middelton H., & Cajas F. (2004). Editorial. *International Journal of Technology and Design Education*. 14, 1-3.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding, *School Science Review*. 77, (280), 7-18.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Molander, B. (1996). *Kunskap i handling*. Göteborg: Diados AB.
- Mumford, L. (1934/1963). *Technics and civilization*. Orlando: Harvest/HBJ Book.
- Murphy, P., & Elwood, J. (1998). Gender experiences, choice and achievement – exploring the links. *International Journal of Inclusive Education*. 2, (2), 95-118.
- Nationalencyklopedien*, 2010, tillgänglig 2010-12-04 på (<http://www.ne.se>).
- Nilsson, P. (2008). *Learning to Teach and Teaching to Learn. Primary science student teachers' complex journey from learners to teachers*. Vol (19), Studies in Science and Technology Education, Linköpings universitet, Linköping: LiU-Tryck.
- Nordin, I. (1988). *Teknologins rationalitet, en teori om teknikens struktur och dynamik*. Stockholm: Liber.
- Ottemo, A., & Gårdfeldt, L. (2009). Teknik, manlighet och prylbegär. I Å. Ingerman, K. Wagner & A-S. Axelsson (Red.), *På spaning efter teknisk bildning*. (s. 45-59). Stockholm: Liber AB.
- Pang, M.F. (2003). Two faces of Variation: on Continuity in phenomenographic movement. *Scandinavian Journal of Education Research*, 47, (2), 145-156.
- Piaget, J. (1982). *The child's conception of the world*. London: Paladin.
- Pinch, T., & Bijker, W. (1987/2003). The Social Construction of Facts and Artifacts. In R. Scharff & V. Dusek (Eds.), *Philosophy of Technology. The Technological Condition*. (pp. 221-232) Oxford: Blackwell Publishing.
- Pitt, J. (2006). Human Beings as Technological Artifacts. In J. Dakers (Ed.), *Defining Technological Literacy: Towards an Epistemological Framework*. (pp. 133-142). New York: Palgrave Macmillan.
- Rennie, L.J., & Jarvis, T. (1994). *Children's Developing Perceptions about Technology*. Paper presented at ASERA, Tasmania, Juli 1994.
- Roberts, D. (2007). *Scientific literacy/science literacy*. In S. Abell & N. Lederman (Eds), *Handbook of research on Science Education*. (pp. 729-780). New Jersey/London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rose, L.C., Gallup, A.M., Dugger, W.E., & Starkweather, K.N. (2004). The second instalment of the ITEA/Gallup poll and what it reveals as to how Americans think about technology: A report of the second survey conducted by the Gallup organization for the International Technology Education Association. *The Technology Teacher*. 64, (1), Tillgänglig 2010-12-04 på <http://www.iteaconnect.org/TAA/PDFs/GallupPoll2004.pdf>.
- Rowell, P. M. (2004). Developing Technological Stance: Children's Learning in Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*. 14, 45-59.

- Runesson, U. (1995). Elever lär av varandra. I B. Lendahls & U. Runesson (Red.), *Vägar till elevers lärande*. (s. 75-90). Lund: Studentlitteratur.
- Runesson, U. (1999). *Variationens pedagogik. Skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll*. Vol (129), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk. Discourse, artefacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*. 44, 103-118.
- Sjöberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjögren, J. (1997). *Teknik – genomskinlig eller svart låda? Att bruka, se och förstå teknik – en fråga om kunskap*. Vol (154). Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet. Motala: Kanaltryckeriet.
- Skogh, I-B. (2001). *Teknikens värld - flickornas värld, en studie av yngre flickors möte med tekniken i hem och skola*. Vol (44), Studies in Educational Sciences, Lärarhögskolan Stockholm. Stockholm: HLS förlag.
- Skolverket, (1994/2000). Grundskolan, Kursplaner och betygskriterier, Teknik. Tillgängliga 2010-12-04 på <http://www3.skolverket.se>.
- Skolverket, (2010). Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet, Teknik. Tillgänglig 2010-12-04 på <http://www.skolverket.se/content/1/c6/02/21/84/Teknik.pdf>.
- Skolöverstyrelsen, (1980). *Läroplan för grundskolan. Allmän del: Mål och riktlinjer, kursplaner, timplaner*. Stockholm: Skolöverstyrelsen.
- Solomonidou, C., & Tassios, A. (2007). A phenomenographic study of Greek primary school students' representations concerning technology in daily life. *International Journal of Technology and Design Education*. 17, 113-133.
- SOU 1992:94. *Bildning och kunskap – särtryck ur läroplanskommitténs betänkande en skola för bildning*. Stockholm: Liber Distribution.
- Säljö, R., Schoultz, J., & Wyndhamn, J. (1999). Artefakter som tankestöttor. I I. Carlgren (Red.), *Miljöer för lärande*. (s. 155-181), Lund: Studentlitteratur.
- Twyford, J., & Järvinen, E.-M. (2000). The Formation of Children's Technological Concepts: A Study of What it Means To Do Technology from a Child's Perspective. *Journal of Technology Education*. 12, (1), 32-48.
- Vetenskapsrådet RAPPORT 2005:1, Gustafsson B., Hermerén G. & Petersson B., 2004. *Vad är god forskningssed? Synpunkter, riktlinjer och exempel*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Vikström, A. (2005). *Ett frö för lärande. En variationsteoretisk studie av undervisning och lärande i grundskolans biologi*. Vol (14), Institutionen för utbildningsvetenskap, Luleå tekniska universitet, Luleå: Universitetstryckeriet.
- Volk, K. S., & Dugger, W. E. (2005). East meets west: What Americans and Hong Kong people think about technology. *Journal of Technology Education*. 17, (1), 53-68.
- Wallerstedt, C. (2010). *Att peka ut det osynliga i rörelse. En didaktisk studie av taktart i musik*. Vol (21), ArtMonitor avhandling, Högskolan för scen och musik, Göteborgs universitet. Göteborg: Intellecta Infolog AB.
- Williams, J. (2009). Technological literacy: a multiliteracies approach for democracy. *International Journal of Technology and Design Education*. 19, 237-254.
- Winner, L. (1977/2003). Luddism as epistemology. In R. Scharff & V. Dusek (Eds.), *Philosophy of Technology. The Technological Condition*. (pp. 606-611). Oxford: Blackwell Publishing.

- Zetterqvist, A. (2003). *Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi. En intervjuundersökning med no/biologilärare*. Vol (197), Gothenburg Studies in Educational Sciences, Göteborg: ACTA universitatis Gothenburgensis.
- Zimmerman, A. (1995). Toward a More Democratic Ethic of Technological Governance. *Science Technology Human Values*. 20, (86), 86-107.
- Zuga, K.F. (1997). An Analysis of Technology Education in the United States Based Upon an Historical Overview and Review of Contemporary Curriculum Research. *International Journal of Technology and Design Education*. 7, 203–217.
- Öqvist, O. (2008). *Systemteori i praktiken: konsten att lösa problem och nå resultat*. Stockholm: Gothia Förlag.
- Örtnäs, A. (2007). *Elevers vardagsuppfattningar om tekniska system*. Examensarbete i läraryrket vid Institutionen för beteendevetenskap, Linköpings universitet.

## 13. Bilagor

### 13.1 Intervjuguide komponentstudien

#### Mobilen

1. Vad tänker du på när du ser den här?
2. Har du någon egen mobil?
3. Varför ser mobiler ut på olika sätt?
4. Vad har vi för nytta av mobiler?
5. Vad tycker du är viktigt att kunna om mobiler?
6. Hur länge tror du att det har funnits mobiler? Hur såg de ut förr?
7. Kommer det att finnas mobiler om 10 år? Hur tror du att de kommer se ut då?  
Hur kommer den att användas?
8. Påverkar mobiler miljön? På vilket sätt?
9. Hur skulle du förklara för någon som aldrig sett en mobil hur den fungerar?
10. Vad är det som gör att det kan vara svårt att förstå mobiler?



#### Energilampa och glödlampa

1. Vad tänker du på när du ser de här?
2. Vet du vad de är för sorts lampor?
3. Vad är skillnaden mellan dessa två lampor? Vilken skulle du välja och varför?
4. Vad är lampan beroende av i omgivningen? Vad är vi beroende av för att kunna använda lampan?
5. Fanns det glödlampor förr? På vilket sätt var de glödlamporna som fanns förr annorlunda än ”dessa”?
6. På vilket sätt påverkar lampor vår miljö?



## Banan

1. Vad tänker du på när du ser den här?
2. Varför tror du det säljs bananer?
3. Vad behövs för att vi ska kunna äta bananer i Sverige?
4. Vad tror du är ”den här” bananens historia?
5. Vad innebär det att bananen är Kravmärkt?
6. Hur länge har det funnits bananer och köpa i Sverige? Kommer det att finnas bananer om 10 år?
7. Påverkar det miljön att vi köper och äter bananer i Sverige? Hur?



## Mobil, energilampa, glödlampa och banan

1. Om du ska ta bort en sak vad väljer du då och varför? Kan du ta bort på något annat sätt?
2. Tycker du att det finns några samband mellan dessa föremål, vilka?
3. Vilket av föremålen tycker du är viktigast, varför?
4. Är det viktigt att kunna något om dessa föremål, varför?
5. Använder ni dessa saker i er familj? Vem använder vad?
6. Har dessa saker med teknik och göra? På vilket sätt?
7. Har du teknikundervisning i skolan?



## 13.2 Intervjuguide systemstudien

### 1. Transportsystem



Bild 1. En person som arbetar med att packa bananer i lådor. (Vid intervjun presenterades ett fotografi som här är ersatt med en skiss av upphovsrättsliga skäl.)

Genomsnittlig bananproduktion från olika länder i världen 2002-2004. Total produktion 70 miljoner ton. Vi i Sverige äter 20 kilo bananer per person och år. Det blir 184 000 ton bananer om året.

Hur ser de system ut som förser oss med bananer? Rita gärna?

Hur är systemet uppbyggt?

Vilka komponenter består systemet av?

Finns det en början och ett slut för systemet?

Vad är det som förflyttar sig i systemet?

Kan du beskriva vad som händer i systemet/en?

Hur fungerar systemet?

Vad kan gå fel i systemet?

Finns det människor i systemet?

Varför finns dom? Vad gör dom?

Har systemet betydelse för vårt samhälle? Hur/På vilket sätt?

Har systemet någon koppling till naturen? Hur/På vilket sätt?

Finns det andra system som hänger ihop med det aktuella systemet, vilka? På vilket sätt?

Hur skulle du beskriva ett tekniskt system? Kan du ge ett exempel på ett tekniskt system?

## 2. Elsystem



Bild 2. Satellitbild över Europa från 2007 tagen på natten, vilket gör att elanvändning framkommer som ljusa fält där den är som störst. (Vid intervjun presenterades satellitbilden men den är här ersatt av en skiss av upphovsrättsliga skäl.)

Vad betyder det att vissa fält är ljusare än andra?

Hur skulle du beskriva det system som förser oss med el? Rita gärna.

Vilka delar består systemet av?

Hur hänger olika delar ihop?

Finns det en början och ett slut för systemet?

Hur sker förflyttningen från en komponent till en annan?

Hur skulle du beskriva att elsystemet fungerar? Vad kan gå fel i systemet?

Finns det människor i systemet? Varför finns dom? Vad gör dom?

Har systemet betydelse för vårt samhälle? Hur/På vilket sätt?

Har systemet någon koppling till naturen? Hur/På vilket sätt?

Vad är det för skillnad mellan elsystemet i dag och för 100 år sedan? Varför?

Finns det andra system som hänger ihop med det aktuella systemet, vilka? På vilket sätt?

Finns det likheter och/eller skillnader mellan detta system och de tidigare vi har pratat om?

Hur skulle du beskriva ett tekniskt system? Kan du ge ett exempel på ett tekniskt system?

## 3. Informationssystem

När jag var i Norrland i somras upptäckte jag att min och övriga familjens mobiler inte fungerade när vi hade passerat Sundsvall. Däremot fungerade kompisens mobil alldeles utmärkt. Varför tror du att det var så?

När vi sedan besteg Kebnekaise hade jag mobilen i fickan (eftersom jag använde den som kamera) och då började det plötsligt pipa i fickan och jag fick ta emot en massa missade samtal och sms. Hur kommer detta sig?

Hur fungerar mobiltelefonsystemet?

Hur skulle du beskriva mobiltelefonsystemet? Rita gärna.

Vilka delar består systemet av?

Hur hänger olika delar ihop?

Finns det en början och ett slut för systemet?

Hur sker förflyttningen från en komponent till en annan?

Finns det människor i systemet? Varför finns de? Vad gör de?

Har systemet någon koppling till samhället? Hur/På vilket sätt?

Har systemet någon koppling till naturen? Hur/På vilket sätt?

Finns det andra system som hänger ihop med det aktuella systemet, vilka? På vilket sätt?

Finns det likheter och/eller skillnader mellan detta system och de tidigare vi har pratat om?

Hur skulle du beskriva ett tekniskt system?

Kan du ge ett exempel på ett tekniskt system?

Bilden nedan visar under intervjuens gång, inte från början av intervjun.



Bild 3. Täckningskarta över en mobiltelefonoperatörs täckning i Sverige. De mörkare avsnitten visar var täckningen är bäst. (under intervjun presenterades ett fotografi med färger vilket här är ersatt med en skiss av upphovsrättsliga skäl)

### 13.3 Information till vårdnadshavare

Till vårdnadshavare för  
elever i klass 9 på XXXX

Hej!

Jag heter Maria Svensson och är forskarstuderande vid Linköpings universitet och Göteborgs universitet. I mitt avhandlingsarbete intresserar jag mig för elevers uppfattningar om teknik. I detta arbete kommer jag att intervjua ett 20-tal 15-åringar. För att kunna bearbeta intervjuerna kommer jag att spela in dem. Varje intervju beräknas ta 20 till 40 minuter och kommer att ske de sista veckorna av vårterminen 2009 och därmed inte påverka undervisningen eller betygen. De inspelade intervjuerna kommer att skrivas ut av mig och sedan analyseras tillsammans med mina handledare, Åke Ingerman, Göteborgs universitet, Ann Zetterqvist, Göteborgs universitet och Jan-Erik Hagberg, Linköpings universitet. Eleverna kommer att ges fingerade namn i de utskrivna versionerna. Jag omfattas av samma regler för tystnadsplikt som övrig skolpersonal samt forskningsetiska regler som innebär att insamlat material hanteras med respekt för individens integritet och kommer att förvaras i låsta utrymmen.

Undervisande lärare, XXX, har gett sitt samtycke till intervjuerna och eleverna har själva fått anmäla sitt intresse för att delta. Eftersom ert barn har anmält sig som intresserad behöver jag tillåtelse av er som vårdnadshavare för att kunna genomföra intervjuerna. Av den anledningen skickar jag med ett svarsformulär och ett svarskuvert som jag ber er fylla i och skicka tillbaka till mig så snart som möjligt dock senast 2009-06-03 .

Om det är något ytterligare ni undrar över kan ni nå mig på telefon 0702-14 75 06 eller via mail [maria.svensson@ped.gu.se](mailto:maria.svensson@ped.gu.se)

Med vänliga hälsningar

Maria Svensson  
Göteborgs universitet  
Institutionen för pedagogik och didaktik  
Box 300  
405 30 Göteborg

#### Svarsformulär angående intervju om teknik

- Jag har tagit del av den skriftliga informationen angående intervjuer under vårterminen 2009 och samtycker till att mitt barn får delta i undersökningen.
- Jag har tagit del av den skriftliga informationen angående intervjuer under vårterminen 2009 och samtycker **inte** till att mitt barn får delta i undersökningen

Elevens namn: \_\_\_\_\_

Vårdnadshavarens namnteckning: \_\_\_\_\_

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 Andréé (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)
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: Förtrogenhetskunskap 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
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

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 the conceptions held by upper secondary school students 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
33. Maria Svensson (2011): Att urskilja tekniska system – didaktiska dimensioner i grundskolan. ISBN 978-91-7393-250-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University