

Maria Andrée
Den levda läroplanen

Doktorsavhandling, Stockholms universitet 2007

Lärarhögskolan i Stockholm
Institutionen för samhälle, kultur och lärande
Box 34103
S-100 26 Stockholm
Sverige

HLS Förlag
Högskoleförlaget vid Lärarhögskolan i Stockholm
Box 34103, 100 26 Stockholm
Beställningar telefon 08-737 56 62, telefax 08-656 11 53,
e-post hls-forlag@lhs.se
www.lhs.se/hlsforlag/
© Maria Andrée 2007
© HLS Förlag 2007
Omslag: Kerstin Öström
Tryck: Intellecta DocuSys, Stockholm 2007
ISSN 1400-478X
ISBN 978-91-7656-632-9

Maria Andrée

Den levda läroplanen

En studie av naturorienterande
undervisningspraktiker i grundskolan

HLS Förlag

Lärarhögskolan i Stockholm

Institutionen för samhälle, kultur och lärande

Studies in Educational Sciences 97

Abstract

The lived curriculum. A study of science classroom practices in lower secondary school.

The aim of this thesis is to develop knowledge about what students actually learn in lower secondary school science, regardless of intentions and policies. This is conceptualized as a study of *the lived curriculum*. During the last decades, new ways of organizing classroom work have evolved in Sweden. Students are to an increasing extent expected to take responsibility for what, when, and how they study. The aim of this thesis is therefore delimited to the study of which lived curriculum is constituted in such an individually organized science classroom practice.

The theoretical foundation is a cultural-historical activity-theoretical perspective on human learning and development. The point of departure is that what we learn must be understood as an aspect of the activities we engage in. The research approach is ethnographic; field studies were conducted in two science classes, grades six and seven (ages 12 to 14 years old), in a Swedish mid-sized compulsory school during one school-year.

The first result is that two different practices are discerned in the studied science classroom. One classroom practice is a criteria-based practice, where students work individually with local school criteria determining what students must be able to do in order to get a pass or a pass with distinction in the natural science subjects. The other classroom practice is a laboratory practice, where students do laboratory experiments and write laboratory reports. The second result is that students, in both practices, participate in different actions; either *production and reproduction of correct answers* or *development of conceptual relations*. These actions correspond in varying degrees to different motives; as a consequence, different scientific formation is made possible in the two different actions. A third result is that classroom practice supports student participation in the action of reproducing correct answers; while participation in the development of conceptual relations is a more risky and uncertain endeavour. However, there is evidence that students' ways of participating can change, to a more qualified, as conditions for work change.

A conclusion is that work in science classroom practice cannot, as suggested in previous research, be comprehended in terms of cultural border-crossings, between a culture of science and student cultures. Rather, work in science classroom practice must be conceptualized in terms of schooling.

Keywords: science education, the lived curriculum, cultural-historical activity theory, enculturation, student participation, classroom practice, ethnography, lower secondary school.

Till Klara

Innehåll

FÖRORD	11
1. NO-UNDERVISNINGENS LEVDA LÄROPLAN	13
LÄRANDE I NO-UNDERVISNING	14
DEN DOLDA OCH DEN LEVDA LÄROPLANEN	15
TIDIGARE FORSKNING MED RELEVANS FÖR VÅR FÖRSTÅELSE AV DEN LEVDA LÄROPLANEN I NO-UNDERVISNING	18
<i>NO-undervisningens följemeningar</i>	18
<i>Elevers arbete och lärande i NO-klassrummet</i>	22
<i>Om behovet av innehållsliga studier av NO-undervisningspraktiken</i>	25
SYFTE	26
DISPOSITION	27
2. NO-UNDERVISNING SOM VERKSAMHET.....	28
ETT VERKSAMHETSTEORETISKT PERSPEKTIV PÅ KUNSKAP OCH LÄRANDE	28
<i>Utbildning som verksamhet</i>	29
<i>Verksamhet, handlingar och operationer som ömsesidigt konstituerande</i>	30
<i>Ett verksamhetsteoretiskt enkultureringsbegrepp</i>	32
ENKULTURERING	34
<i>Enkulturering som att tillägna sig socialt etablerade sätt att handla med kulturella resurser</i>	34
<i>Enkulturering som att lära sig urskilja</i>	36
<i>Enkulturering som personlighetsbildning</i>	37
BETYDELSEN AV NO-UNDERVISNING SOM SÄRSKILD PRAKTIK	39
<i>Att mäta pH som del av olika verksamheter</i>	39
<i>Praktikgemenskaper och kulturgemenskaper</i>	40
<i>Deltagande i en undervisningspraktik som särskild introduktion till kulturgemenskaper</i>	42
UTVECKLING AV AVHANDLINGENS SYFTE.....	44
3. NO-UNDERVISNINGENS FÖRÄNDRADE FÖRUTSÄTTNINGAR.....	45
KLASSUNDERVISNING SOM STUDERAD UNDERVISNINGSPRAKTIK	45
FRAMVÄXANDET AV INDIVIDORGANISERADE UNDERVISNINGSPRAKTIKER.....	47
AVGRÄNSNING AV AVHANDLINGENS SYFTE	49
PRECISERAD FRÅGESTÄLLNING	50
4. ATT STUDERA DEN LEVDA LÄROPLANEN	51

<i>Etnografisk innehållsanalys</i>	51
FÄLTARBETE	52
<i>NO-undervisning på Granskolan – en individorganiserad undervisningspraktik</i>	52
<i>Tillträde och samtycke</i>	54
<i>Funktioner och relationer i fält</i>	55
<i>Det empiriska materialet</i>	56
ANALYTISKT ARBETE.....	61
<i>Att studera det välbekanta</i>	62
<i>Beskrivning och systematisering av det empiriska materialet</i>	62
<i>Analys och tolkning</i>	63
FORSKNINGSETISKA ÖVERVÄGANDEN	64
5. DEN KRITERIEBASERADE UNDERVISNINGSPRAKTIKEN	65
<i>”Grönt papper idag...”</i>	65
KURSKRITERIER I DEN KRITERIEBASERADE UNDERVISNINGSPRAKTIKEN PÅ GRANSKOLAN	66
<i>Kurskriterier som lokala styrdokument</i>	66
<i>Redskap i den kriteriebaserade undervisningspraktiken</i>	69
ELEVERS ARBETE MED KURSKRITERIER.....	75
<i>Produktion och reproduktion av ”rätta svar”</i>	75
<i>Utveckling av begreppsliga relationer</i>	78
MÖJLIGHETER TILL NATURVETENSKAPLIG BILDNING I DEN KRITERIEBASERADE UNDERVISNINGSPRAKTIKEN.....	82
<i>Betyg och handling med kurskriterier</i>	83
6. LABORATIONEN SOM UNDERVISNINGSPRAKTIK.....	85
<i>Lite pyssel med Arkimedes princip</i>	85
LABORATIONEN SOM UNDERVISNINGSPRAKTIK PÅ GRANSKOLAN	86
<i>Laborationerna i det empiriska materialet</i>	86
<i>Biologi, kemi och fysik som olika laborativa kunskapskulturer</i>	90
DET LABORATIVA HANTVERKET	91
<i>Att utveckla skicklighet i skollaboratoriet</i>	92
<i>Att lära sig urskilja aspekter av det laborativa arbetet</i>	98
ELEVERS PRODUKTION AV SLUTSATSER	106
<i>Utveckling av begreppsliga relationer</i>	107
<i>Produktion av den ”rätta” slutsatsen</i>	112
<i>Den omöjliga slutsatsen – ”det bara blev så”</i>	113
MÖJLIGHETER TILL NATURVETENSKAPLIG BILDNING I LABORATIONSPRAKTIKEN I	114
7. VARDAGSANKNYTNING SOM REDSKAP I OLIKA NO- UNDERVISNINGSPRAKTIKER.....	116

ARGUMENT FÖR VARDAGSANKNYTNING	117
VARDAGSANKNYTNINGEN I GRANSKOLANS NO-UNDERVISNING	120
VARDAGSANKNYTNING SOM ENKULTURERING I NATURVETENSKAP	120
<i>Arbete med "vardagsproblem" i den kriteriebaserade undervisningspraktiken</i>	121
<i>Arbete med "vardagsproblem" i laborationspraktiken</i>	123
<i>Kontextuella svårigheter i arbete med "vardagsproblem"</i>	125
VARDAGSANKNYTNING SOM MEDBORGARBILDNING	127
<i>Medborgarbildning i den kriteriebaserade undervisningspraktiken</i>	128
VARDAGSANKNYTNING SOM DEL AV EN SKOLÄMNESPRAKTIK.....	131
8. ELEVERS OLIKA DELTAGANDE I UNDERVISNINGSPRAKTIKERNAS SYSTEM FÖR	134
BEDÖMNING	135
<i>Risk och osäkerhet i den kriteriebaserade lärandepraktiken</i>	135
<i>Risk och osäkerhet i laborationspraktiken</i>	137
<i>Standardisering som strategi för att minska risk och osäkerhet</i>	138
DELTAGANDE OCH DELAKTIGHET.....	138
<i>Delaktighet i en kulturgemenskap</i>	139
<i>Förändrat deltagande</i>	144
ATT FÖRSTÅ ELEVERS OLIKA DELTAGANDE UTIFRÅN UNDERVISNINGSPRAKTIKEN ...	148
9. DEN LEVDA LÄROPLANEN I EN INDIVIDORGANISERAD NO-	150
UNDERVISNING	150
PARALLELLA LEVDA LÄROPLANER.....	151
<i>Den kriteriebaserade undervisningspraktiken</i>	151
<i>Laborationspraktiken</i>	152
<i>Parallella levda läroplaner och forskning kring olika strategier för lärande</i>	153
NO-UNDERVISNING SOM SKOLPRAKTIK	154
<i>Undervisningspraktikernas strukturerande redskap</i>	154
<i>NO-undervisningspraktiken som hybridpraktik</i>	156
<i>Att förstå elevers deltagande i en NO-undervisningspraktik</i>	158
FÖRSTÅELSE AV UTBILDNINGSSINNEHÅLL	159
LÄRAREN SOM ORGANISATÖR AV NO-UNDERVISNING	160
NYA FRÅGOR	161
ENGLISH SUMMARY: THE LIVED CURRICULUM	165
LITTERATURLISTA	171
BILAGOR	186
<i>Bilaga 1: Förteckning över empiriskt material</i>	186

<i>Bilaga 2: Kursmoment i NO-undervisningen vid Granskolan.....</i>	<i>189</i>
<i>Bilaga 3: Betygskriterier för kursmomentet "Akustik" i ämnet Fysik år 7.</i>	<i>190</i>
<i>Bilaga 4: Kravnivåer för kursmomentet "Ämnen och Kemiska reaktioner" i ämnet Kemi år 6.</i>	<i>191</i>
<i>Bilaga 5: Kravnivåer för kursmomentet "Primitiva djur och växter" i ämnet Biologi år 7.</i>	<i>192</i>

Förord

Det är många personer som tillsammans gjort det möjligt för mig att skriva den här avhandlingen. Först vill jag rikta ett stort tack till den lärare och de elever som jag levt med i avhandlingsarbetet. Tack för att ni delade med er av er skolvardag och tog er tid att svara på mina frågor! Tack också till all övrig personal och skolledning som välkomnat mig till skolan!

Mitt största tack går till min handledare Ingrid Carlgren! Anledningen till att jag överhuvudtaget sökte mig till Stockholm, och till Lärarhögskolan i Stockholm, var just möjligheten att få arbeta med Ingrid. Ingrid har på ett till synes outtröttligt sätt uppmuntrat, utmanat och trott på både mig och avhandlingsprojektet! Även när det varit mycket annat som tagit hennes tid och uppmärksamhet så har hon gett skarpsynta kommentarer och pekat ut möjliga vägar framåt. Efter varje handledningstillfälle har jag känt mig upplyft och upplyst. Mot slutet av avhandlingsarbetet utgjorde Bengt-Olov Molander ett utomordentligt stöd med sina noggranna läsningar och gedigna kännedom om det NO-didaktiska forskningsfältet. Tack B-O!

Även om avhandlingsskrivande på många sätt är ett ensamarbete som kräver ihärdighet framför datorn så är det också ett verkligt kollektivt arbete. Jag vill därför tacka mina nära kritiska vänner och kollegor! Jag vill rikta ett speciellt tack till Joakim Landahl som följt med hela vägen från forskarutbildningens början. Genom alla år har han läst en rad varianter av bättre och sämre texter, alltid med lika kreativa och konstruktiva kommentarer. Tack också till Magnus Hultén och Veronica Flodin som har delat mitt intresse för undervisning kring naturvetenskap och frågor om kultur och kunskap. Diskussionerna med Magnus och Veronica har sporrat mig att utveckla mina resonemang och analyser. Dessutom vill jag tacka *alla* som deltagit i forskningsgruppen för studier av kunskapskulturer och lärandepraktiker under de här åren! Vi har haft många inspirerande och utvecklande seminarier kring egna och andras texter. I slutskedet fick jag särskilt hjälp av Inger Eriksson som gjorde en betydelsefull granskning av mitt teorikapitel, Ylva Ståhle som korrekturläste flera kapitel, Peter Emsheimer som granskade avhandlingens struktur samt Paula Öhrn som inte bara förbättrade mitt engelska språkbruk utan också gjorde en noggrann granskning av referenslistan. Tack!

Under avhandlingsarbetet ingår några viktiga hållpunkter som halvtids- och nittioprocentseminarier. Tack till Piotr Szybek och Seth Chaiklin som

läste och kommenterade halvtidsmanus. Tack också till läsarna vid nittio-procentsseminariet: Fritjof Sahlström, Per-Olof Wickman och Gustav Helldén. Tack vare era noggranna läsningar och kloka synpunkter vid dessa seminarier har jag kunnat utveckla mer stringenta och empiriskt intressanta resonemang.

Som doktorand har jag haft förmånen att ingå i den Nationella forskarskolan i naturvetenskapens och teknikens didaktik. Det har varit en värdefull gemenskap för utvecklingen av mina NO-didaktiska sidor och för att knyta kontakter med de olika NO-didaktiska forskningsmiljöerna runt om i landet.

En viktig förutsättning för att kunna skriva en avhandling är finansiering. Min viktigaste finansiär är Lärarhögskolan i Stockholm som stått för den huvudsakliga finansieringen. Mina första år finansierades dock till 50 % av Skolverket genom ett projekt som handlade om skolans målstyrning under ledning av Ulf Linell, senare Jonas Sandqvist.

Mitt varmaste tack går till min man Mattias Nyberg för ständig uppmuntran och osvikligt stöd i familjevardagen, särskilt i slutfasen av arbetet som varade i nästan ett år! Tack också för både korrekturläsning och diskussioner om forskning och undervisning. Vi har diskuterat allt från vad samhällsvetenskaplig forskning egentligen är för slags verksamhet till frågor om hur undervisning kan bli mer intressant och levande. Ett särskilt tack till mina föräldrar Ingela och Nils som alltid uppmuntrat mig att ge mig ut på olika äventyr i livet. Nu är avhandlingsäventyret avklarat!

Avhandlingen tillägnar jag min dotter Klara. Sedan du kom till världen har du gjort mig än mer nyfiken på frågor om hur människor erövrar, blir delaktiga i och gemensamt skapar kunskap! Jag ser fram emot att lära mig mer!

Stockholm, söndagen den 7 januari 2007

Maria Andrée

1. NO-undervisningens levda läroplan

Peter: Varför har gummi så hög resistans som för skor med gummisula?

Läraren: Gummi har inte hög resistans. Det kan ju inte leda ström alls.

Alexander: Men...

Läraren: Molekylerna i skon... *Läraren ger en förklaring.* Kom igen i årskurs 9.

Alexander: Hur kom elektronerna till?

Läraren: Elektroner finns ju i alla atomer runt kärnan.

Alexander: Men hur kommer egentligen elektronerna till? Ramlar de ner från himlen eller?

Oskar: Har Gud skapat dem?

Läraren: Det tror inte jag.

Alexander: Men hur laddar man ett batteri?

Läraren ger en kort förklaring.

Läraren: Det får ni göra i årskurs 9.

Alexander: Ladda batterier?

Läraren: Ja. (Fältanteckningar från pilotstudie, Andrée, 2002 s. 5).

Utdraget ovan kommer från fältanteckningar från en NO-lektion i grundskolans år 6.¹ Alexander frågar om resistansen i gummi och läraren svarar att gummi inte har någon resistans. En naturvetare skulle snarast säga att gummi har mycket stor resistans. Lärarens svar behöver dock inte förstås som okunnigt utan svaret att gummi inte har någon resistans kan förstås som ett sätt för läraren att avfärda gummi som irrelevant i sammanhanget och behålla fokus i lektionen. Läraren hänvisar till att eleverna kommer att få ett ordentligt svar i nian, om tre år. I nian kommer eleverna också att få ladda batterier.

Vad lär sig eleverna under den här NO-lektionen? Ett sätt att tala om lärandet är att göra det i termer av naturvetenskapliga begrepp. Vi kan konstatera att de naturvetenskapliga meningar som formuleras handlar om relationer mellan gummi, resistans, ström och relationer mellan elektroner och atomer. Men det väcks också andra frågor som handlar om alltings skapelse, Gud och batterier. En fråga handlar om kunskapsområdets avgränsning: Vad räknas som NO? Vilka frågor kan naturvetenskapen ge svar på? Genom svaret "Det får ni göra i årskurs 9" konstruerar läraren NO som ett kunskapsområde med en särskild struktur där varje fråga har sin särskilda

¹ Fältanteckningarna kommer från en pilotstudie som genomfördes hösten 2001 i en grundskola i Stockholmsområdet. För en utförligare redogörelse av pilotstudien se Andrée (2002 s. 5).

plats. Det som idag framstår som obegripligt för eleverna ska de få möjlighet att begripa längre fram vid ett av läraren särskilt valt tillfälle.

Om allt detta handlar denna avhandling – om NO-undervisningens levda läroplan.

Lärande i NO-undervisning

Ett sätt att tala om NO-undervisningens innehåll har varit i termer av naturvetenskapliga begrepp. Det har gjorts en lång rad studier under de senaste trettio åren kring elevers förståelse av ”grundläggande naturvetenskapliga begrepp” (För en översikt av forskning om lärande i naturvetenskap se t.ex. Duit, 2006; Duit & Treagust, 1998; Helldén, Lindahl & Redfors, 2005 s. 12ff.). Dessutom har naturorienterande ämnen regelbundet utvärderats både nationellt och internationellt avseende ”elevers begreppsförståelse”.

Resultaten från både vetenskapliga studier och utvärderingar framställs som nedslående. Till exempel sammanfattar Skolverket (2004 s. 38) den nationella utvärderingen 2003 med kommentaren ”Helhetsbilden från denna undersökning är att måluppfyllelsen när det gäller elevers begreppsförståelse är otillfredsställande.”. Utvärderingarna visar att elever på de prov som getts bland annat inte kan redogöra för vad atomer är, hur ljus utbreder sig eller hur fotosyntes fungerar (s. 11ff.). Utifrån utvärderingarna ges förslag till åtgärder för hur NO-undervisningen i den svenska skolan behöver förändras för att elevers begreppsförståelse ska stärkas. Några åtgärder som förespråkas är ”bättre kopplingar mellan NO-ämnena” (s. 37) och en lärarroll där ”läraren aktivt skapar struktur och sammanhang för eleverna när det gäller naturvetenskapliga begrepp och teorier” (s. 42).

De många studierna och utvärderingarna väcker en rad frågor kring skolans naturorienterande undervisning (NO): Är det så att elever inte lär sig naturvetenskap i NO-undervisningen? Eller lär de sig en annan naturvetenskap än den som testats i prov och intervjuer? Några forskare föreslår att det helt enkelt inte går att mäta elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse på de sätt som gjorts eftersom förståelse i hög grad är situerad och kopplad till den situation där frågan ställs (Schoultz, 2000; Säljö, 1995). Roger Säljö (1995 s. 11) formulerar det som att det inte är begrepp ”in action” utan begrepp ”on display” som analyserats i de nationella utvärderingarna av NO.

För att undersöka hur elevers naturvetenskapliga kunnande kan utvecklas i NO-undervisningen behöver vi studera NO-undervisningen i sig och hur elever arbetar med naturvetenskap i den konkreta undervisningspraktiken. Om vi dessutom, som i Skolverkets nationella utvärderingar, vill dis-

kutera vilka åtgärder som krävs för att förbättra möjligheter för elevers naturvetenskapliga lärande så blir studier av undervisningspraktiken än mer väsentliga. Om vi inte vet hur undervisningen går till kan vi inte heller säga något om vad som borde vara eller vad som skulle kunna vara möjligt. Ett övergripande syfte i den här avhandlingen är att bidra med kunskap om NO som konkret undervisningspraktik och vad elever kan få möjlighet att lära sig i denna.

Den dolda och den levda läroplanen

När vi talar om undervisningens innehåll kan vi göra det med olika utgångspunkter. En formell utgångspunkt är de styrdokument som *föreskriver* vad undervisningen ska handla om. Min utgångspunkt i avhandlingen är däremot *vad som pågår* i klassrummen, vad lärare och elever gör tillsammans. I läroplansteoretiska sammanhang har studier av utbildningsinnehåll, såsom det konstitueras i klassrumspraktiken, på olika sätt synliggjort att lärande i skolan inte bara handlar om att lära sig det som står föreskrivet i officiella styrdokument. Istället kan vi tala om undervisningens innehåll i termer av till exempel den dolda, den levda, den realiserade, den operativa eller den erfarna läroplanen.²

Philip Jackson var, med *Life in Classrooms* (1968/1990), en av de första som synliggjorde att lärande i skolan inte bara handlar om att lära sig det som står föreskrivet i de officiella styrdokumenterna. Jackson beskrev hur mycket skolan handlade om att eleverna måste lära sig hantera väntan, trängsel, beröm och auktoriteter: Eleverna tränas att vänta på att få komma in i klassrummet, på att få ställa frågor eller svara och på att få hjälp av läraren. Eleverna lär sig att bli avbrutna, göra saker som upplevs meningslösa, strunta i kamraterna runt omkring och underkasta sig auktoritet. Allt detta beskrivs som aspekter av den dolda läroplanen.³ Den dolda läroplanen handlar enligt Jackson om normer och värden, som är implicita men förväntade och vanligtvis inte uttryckta som mål för undervisningen, som elever (och lärare) måste lära sig hantera för att ta sig igenom skolan på ett tillfredsställande sätt (a.a. s. 33-34). Den dolda läroplanen handlar om be-

² Några distinktioner mellan olika slags *curricula* som görs är följande: Goodlad, Klein & Tye (1979) skiljer mellan den ideologiska, den formella, den uppfattade, den operativa och den erfarna läroplanen. Cuban (1992) skiljer mellan den avsedda, den undervisade och inlärd läroplanen (*the learned curriculum*).

³ Vem som myntade begreppet dold läroplan råder det delade meningar om, se Portelli (1993) för en diskussion om detta.

tydelsen av skolvardagens utformning för elevers lärande av normer och värden.

Den dolda läroplanen har mest förknippats med sådant som elever lär sig i skolan som inte har något att göra med ämnesinnehåll (som att lära sig vänta). Eleven lär sig vad som i en viss undervisning betraktas som rätt och fel, som gott och ont, som skönt och fult och om sig själv som elev bland annat genom de bedömningar som görs av elevens prestationer, av läraren, andra elever och eleven själv. Men flera studier pekar också i en ämnesinnehållslig riktning.

De strategier som elever och studenter utvecklar för att hantera lärares bedömning inom ett ämne kan betraktas som en del av den dolda läroplanen. Benson Snyder (1971 s. 3ff.) beskriver universitetets dolda läroplan som en uppsättning strategier för framgång eller akademisk överlevnad som studenter utvecklar och för vidare till andra studenter. Universitetsstudenter kan sägas ”spela ett betygsspel” där prestationer utbyts mot betyg och där elevers framgång kan förstås utifrån deras känslighet för lärares ledtrådar (Miller & Parlett, 1974). Studenter lär sig vad som kan negligeras och vad som måste prioriteras för att få så högt betyg som möjligt. Caroline Miller och Malcolm Parletts (1974 s. 59ff.) studie pekar på att det inte enbart eller kanske ens i första hand lönar sig att försöka lära sig ämnesinnehållet i en kurs utan att det väsentliga är att lära sig spela ”betygsspelet”. Framgångsrika elever är de som reflekterar kring struktur och innehåll i undervisningen och aktivt söker ledtrådar avseende vad som räknas som viktig kunskap (Molander, 1997 s. 192ff.). Jane Larson (1995) formulerar ett antal ”regler” som elever i kemiundervisning utvecklat för att få så höga betyg som möjligt, eller tillräckligt höga betyg, för en så liten arbetsinsats som möjligt: *Fatima's rules for succeeding in science* och *Fatima's rules for passing chemistry tests*. Dessa regler är exempel på en oavsiktlig dold läroplan som skapas i en viss undervisning.

Genom att delta i NO-undervisning lär sig elever inte bara sociala normer i största allmänhet. Elever lär sig sociala normer och värden kopplade till arbetet med ett specifikt ämnesinnehåll samtidigt som de lär sig något om sig själva som deltagare i arbete med detta ämnesinnehåll (jfr Apple, 2004 s. 77ff.; Broady, 1981; Ensign, 1997; Gordon, 1984; Larson, 1995; McLaren, 1999 s. 201ff.). Till exempel kan elever lära sig att de tillhör en elit av matematikkunniga (Broady, 1981; Ensign, 1997). Detta är också en del av det innehåll som konstituerar den levda läroplanen.

Tillägnande av naturvetenskaplig kunskap handlar om att utveckla vissa särskilda sätt att resonera bland annat med naturvetenskapliga begrepp och fakta. Dessa förmågor innefattar också normer för vad som räknas som vik-

tig kunskap, vilka uttryck som godtas som uttryck för att kunnande utvecklats och särskilda sätt att undersöka och pröva erfarenheter (Hirst, 1974 s. 43ff.). Med begreppet den levda läroplanen vidgas förståelsen av vari ett undervisningsinnehåll består: från innehåll som begrepp och möjligen begreppsliga strukturer, till innehåll som innefattande förmågor, metoder, värden och attityder som är specifika för arbetet inom en viss kunskapstradition eller kunskapsform (jfr Hirst, 1974 s. 43ff.).

Gemensamt för olika sätt att tala om den dolda läroplanen är att skillnader görs mellan det officiella och inofficiella, det avsiktliga och det oavsiktliga eller det implicita och det explicita i undervisningspraktiken (t.ex. Hayes & Deyhle, 2001; Gordon, 1984; Kurth, Anderson & Palinscar, 2002; Larson, 1995; Lee, Fraser & Fisher, 2003). I forskning om den dolda läroplanen i NO-undervisning framstår den dolda läroplanen ofta som något oönskat: Den dolda läroplanen beskrivs ibland som mer effektiv än den officiella (t.ex. Gordon, 1984; Larson, 1995; Redish, under utgivning) och som ett hinder i planering och reformering av naturorienterande undervisning (t.ex. Cheung, 1990). Den ”dolda läroplanen” används således som ett normativt begrepp där den officiella läroplanen utgör normen.⁴

Mitt forskningsintresse är det innehåll som konstitueras i NO-klassrummet, det vill säga vad elever kan få möjlighet att lära sig genom grundskolans NO-undervisning, oberoende av vad olika styrdokument föreskriver att elever ska eller bör lära sig. I sammanhanget blir frågor om avsiktlighet eller effektivitet mindre intressanta. Istället blir det intressant vad elever och lärare gör tillsammans i sin skolvardag i NO-klassrummet med de resurser som de har till förfogande. Detta görande kan vi tala om som *den levda läroplanen* (jfr Aoki, 1993; Hazlett, 1979).⁵

⁴ Bruce Uhrmacher (1997) menar dock att de negativa aspekterna inte lyfts fram tillräckligt tydligt och föreslår därför begreppet läroplansskugga (*curriculum shadow*). Hans poäng är att alla läroplaner har en skugga som behöver problematiseras.

⁵ Begreppet den levda läroplanen syftar till att fånga just livet i klassrummet och vilket utbildningsinnehåll som konstitueras i detta ”liv”. Andra läroplansteoretiska begrepp som ligger nära är *the experienced curriculum* (Goodlad, Klein & Tye, 1979), *the learned curriculum* (Cuban, 1992) och den realiserade läroplanen. I begreppet *the experienced curriculum* förläggs läroplanen till elevens inre vilket jag inte anser mig kunna studera. Jag avser inte heller beskriva vad varje enskild elev faktiskt lär sig utan snarare vilka slags lärande som blir möjliga i klassrummet, begreppet *the learned curriculum* ger därmed lite felaktiga associationer. Begreppet den realiserade läroplanen och idéer om realiserings- och formuleringsarenor innefattar ett styrningsperspektiv på skolan som jag inte kommer att utveckla i avhandlingen (jfr Lindensjö & Lundgren, 2000 s. 171f.). Så trots att begreppet den levda läroplanen inte är särskilt etablerat inom pedagogisk forskning så anser jag, både mot bakgrund av det teoretiska perspektiv som jag utvecklar i kapitel 2 och mot bakgrund av mitt forskningsintresse, att den levda läroplanen bäst fångar avhandlingens syften.

Tidigare forskning med relevans för vår förståelse av den levda läroplanen i NO-undervisning

Olika antaganden om skola, lärande, naturvetenskap och NO-ämne har byggts in i NO-undervisningens sätt att organisera undervisning, i artefakter som läromedel, möblering och utrustning. Vi kan tala om olika slags budskap i NO-undervisningen: arkitektoniska budskap, innehållsmässiga eller läroplansteoretiska budskap (*text and curriculum messages*), sociala budskap och policybudskap (Shapiro, 1998; Shapiro & Kriby, 1998). Särskilt skollaboratoriet bidrar på olika sätt till att konstruera en bild av NO-undervisning och naturvetenskap som något särskilt (Claxton, 1991; Delamont, Benyon & Atkinson, 1988). I följande avsnitt redogör jag kortfattat för tidigare forskning med relevans för vår förståelse av den levda läroplanen i NO. Det handlar främst om forskning kring s.k. följemeningar eller emfaser som följer med ett naturvetenskapligt innehåll i läromedel och klassrumssamtal samt mera direkta studier av elevers arbete och lärande i NO-undervisningspraktiken.

NO-undervisningens följemeningar

Forskning kring läromedel, styrdokument och klassrumssamtal i NO har synliggjort de budskap i form av värderingar, normer och föreställningar som följer med ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll. Ett sätt att beskriva dessa budskap är som följemeningar (Roberts, 1998; Östman, 1995 s. 28; 1998). Följemeningarna kännetecknas både av vad som sägs och vad som inte sägs och betraktas som erbjudanden till de studerande (Östman, 1995 s. 29). Följemeningarna handlar om syn på naturen, naturvetenskap, teknik och individ-samhälle (a.a.). Ett annat begrepp som använts för att beskriva hur NO-undervisningens innehåll placeras in i och motiveras av olika sammanhang är läroplansteoretiska emfaser eller kunskapsemfaser (Roberts, 1982; Östman 1995 s. 28, 42f.). Till exempel innebär emfasen den säkra grunden (*the solid foundation*) att undervisningens innehåll motiveras av en idé om att elever ska få en säker grund för fortsatta studier.

Flera forskare har också utifrån analyser av främst läroplaner, läromedel och andra historiska dokument beskrivit två olika ämnesfokus: ”lära av naturvetenskap” och ”introduktion i naturvetenskap” (Fensham, 1988; Östman, 1995 s. 41f.) eller motsvarande (t.ex. *science of life* och *science of living*, Rosenthal & Bybee, 1987, eller ”orientering om vetenskapen fysik” och ”orientering i den naturvetenskapliga vardagen”, Löfdahl, 1987). Dorothy Rosenthal och Rodger Bybee (1987) beskriver hur graden av relativ tyngd hos de olika syftena har varierat i biologiundervisning i USA i

relation till historisk, intellektuell och samhällelig utveckling i form av bland annat industrialisering, immigration, religiösa rörelser, nykterhetssträvanden, införandet av obligatorisk utbildning och vetenskapliga framsteg.

Följemeningar i läromedel och kursplaner

I flera studier konstateras att naturvetenskap i NO-undervisningens läromedel och kursplaner framstår som *den sannaste formen av kunskap* och som oberoende av kultur och fri från värderingar, normer och trosföreställningar (t.ex. von Wright, 1999 s. 101ff.; Östman, 1995 s. 160ff.). Både kursplaner och läromedel karakteriseras av en vetenskapligt rationell diskurs där människan betraktas som skild från naturen och den demokratiska beslutsprocessen i samhället (Östman, 1995 s. 160ff.).

Naturvetenskap beskrivs som en verksamhet med *manligt genus* för män: både strukturellt, hur arbete organiseras och delas upp, och symboliskt, genom den mening som uttrycks (von Wright, 1999 s. 101ff.). Margareta Svennbeck (2004 s. 150ff.) konstaterar att omsorg om naturen för naturens egen skull inte finns i någon av de traditioner för val av utbildningsinnehåll som hon identifierar inom den vetenskapligt rationella diskursen i fysikläromedel. Svennbeck (2004 s. 175), som också analyserar olika kunskapsvägar (med utgångspunkt i Belenky m.fl., 1986), skriver att sätt att kunna och etiska orienteringar som förknippas med kvinnligt genus exkluderas i den vetenskapligt rationella diskursen. Istället presenteras till exempel fysik som en produkt som uppstått isolerat och uteslutande inom den västerländska kulturen bland enskilda manliga vetenskapsmän (von Wright 1999 s. 75).

I norska läromedel framträder en liknande stereotyp bild av naturvetenskap (Knain, 2001): Naturvetenskap legitimeras som förutsättning för tekniska och samhälleliga framsteg (a.a. s. 300f., s. 331f.). Synen på naturvetenskap och teknik är grundläggande positiv och optimistisk även om naturvetenskap också problematiseras i viss grad (a.a.). Naturvetenskap beskrivs också som metodiskt enhetlig med fokus på en *hypotetisk-deduktiv metod* som naturvetenskapens metod (jfr Knain, 2001 s. 296ff., s. 331f.).

Magnus Hultén (2006) nyanserar dock bilden av naturvetenskap som statisk och stereotyp med sin studie av annonser för NO-läromedel från 1950-tal till idag. Hultén visar att framställningen av naturvetenskap och natur i skolan har förändrats: Från att naturen främst framställs som en resurs för människan och att det var den manlige forskaren som ägnade sig åt den samhällsviktiga naturvetenskapen. Till att naturvetenskapen idag framställs som att den finns överallt runt omkring oss och att den som ägnar

sig åt naturvetenskap är en naturälskande liten flicka på upptäcktsfärd i naturen. Skillnaderna mellan Hulténs resultat och resultaten från läromedelsanalyser kan förstås som att läromedel innehåller allt det som är etablerad tradition i NO medan annonserna pekar på det som anses vara nytt och utmärkande för det läromedel som marknadsförs. Resultaten pekar på *en pågående omkodning* av NO som ämne (a.a.).

I analyser av följemeningar i NO-undervisningens läromedel och fysiska miljöer är det undervisningens redskap som analyseras i sig. Detta bidrar med värdefull kunskap om betingelser för undervisning men forskningen väcker också frågor kring hur läromedlen används i undervisningspraktiken och vilka kulturella föreställningar om naturvetenskap som därmed produceras och reproduceras i undervisning.

Följemeningar i klassrumssamtalet

Forskning kring det kollektiva samtalet mellan lärare och elever i NO-undervisning synliggör till viss del värderingar, normer och föreställningar kring naturvetenskap som skapas i undervisning. Utifrån samtalsanalytisk forskning i NO-klassrummet kan vi dra slutsatser om hur den verbala interaktionen struktureras på olika sätt i ett kollektivt klassrumssamtal som leds av läraren. Vissa slutsatser om vilka värderingar, normer och trosföreställningar som kommuniceras om naturvetenskap i det kollektiva samtalet kan formuleras.

David Gordon (1984) beskriver den bild av naturvetenskap som lärare förmedlar i undervisning på *high school* i termer av en dold läroplan. Han analyserar det sätt som lärare både talar naturvetenskap och talar om naturvetenskap i klassrummen och jämför med hur lärare talar i andra skolämnen om dessa. Gordon menar att det skapas en bild av ”naturvetenskap som hink” (*a bucket image of science*) i NO-undervisning. Bilden av naturvetenskap som hink beskrivs som att naturvetenskapliga sanningar finns ”därute”. Naturvetenskap består av *en serie sanningar* av vilka vi känner några idag och i framtiden kommer vi att känna till fler, bara de duktiga smarta naturvetarna ger sig i kast med att ta reda på dem.

I naturvetenskaplig undervisning kommuniceras enligt Jay Lemke (1990 s. 129ff.) en rad *myter* om naturvetenskap. Till exempel framställs den som förstår som ett geni till skillnad från medelstudenten som kämpar med att förstå. Lemkes slutsats är att mystiken har att göra med hur naturvetenskap kommuniceras i klassrummet. I samtalet skapas en aura av objektivitet genom användningen av passiv röst (avsaknad av subjektivitet), användning av tekniska termer och många tabun i form av undvikande av talspråk, personifiering, metaforer och sensationer.

Interaktioner mellan lärare och elever i det kollektiva klassrumssamtalet kan beskrivas i termer av *organisatoriska mönster* för hur lärare och elever ger och tar talturer i klassrummet samt *tematiska mönster* för hur naturvetenskapliga begrepp ges mening (Lemke 1990). Lärare tydliggör i samtal med elever på olika sätt vad som räknas som naturvetenskapligt giltiga sätt att tala och vad som utgör en naturvetenskaplig förklaring i NO-undervisningen (jfr Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996).

Läraren kan genom bekräftande, omstrukturerande, undervisande, generativa och omorienterande epistemologiska drag (*epistemological moves*) bidra till att rikta elevers uppmärksamhet och tydliggöra för elever vad som räknas som kunskap och relevanta sätt att nå kunskap (Lidar, Lundqvist & Östman, 2005). Läraren kan, genom sätt att svara och inte svara på elevers frågor, peka ut vad som inte är relevant eller fel i det kollektiva klassrumssamtalet. I en pilotstudie kunde jag se exempel på hur lärare använder elevers goda frågor för att leda undervisningen vidare:

Anna: Gäller det bara alkaner att det blir vatten och koldioxid [när de förbränns]?

Läraren: Det gäller alla kolväten. Vilken bra fråga!

Rebecka: Om vi tar någon annan alkan kommer det att bildas mer koldioxid för att den alkanen är större och innehåller fler kolatomer?

Läraren: Vilka bra frågor ni ställer! Är det för att Maria är här eller?

Läraren skriver på tavlan $C_2H_6 + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$.

Helena: Den innehåller ju mer kol så det borde bli mer...

Frida: Om syret ökar också så blir det mer.

Läraren: Bra idéer. (Fältanteckningar från pilotstudie, Andrée, 2002 s. 6-7).

Flickornas frågor är formulerade i naturvetenskapliga termer och läraren kan ge naturvetenskapligt formulerade svar som stämmer väl med syftet för den aktuella lektionen. Utdraget kan också ses exempel på hur läraren med bekräftande drag (t.ex. "Vilken bra fråga!") kan bidra till att rikta elevernas uppmärksamhet på olika aspekter av alkaners förbränning.

Även om betydelsen av lektionens innehållsliga syfte betonas för vilka interaktionsmönster som konstitueras i undervisningen så har många studier av kommunikationen i NO-klassrummet varit mer av samtalsanalytisk än innehållsanalytisk karaktär. Samtalets struktur och lärarens olika kommunikativa drag har på olika sätt analyserats (Lemke, 1990; Lidar, Lundqvist & Östman, 2005; Mortimer & Scott, 2003; Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996; Sahlström & Lindblad, 1998).

Studierna av samtal i NO-klassrummet är i första hand inriktade på *samtalets* karaktär och *lärarens* sätt att strukturera klassrumsinteraktionen. I relation till den levda läroplanen säger studierna om klassrumssamtal alltså

en del om hur samtal i NO-undervisning struktureras men de framstår som mer sporadiska i analys av vilka värden, normer och vilket naturvetenskapligt innehåll som kommuniceras i samtalet. Studierna visar dock på betydelsen av det kollektiva samtalets struktur för vilket innehåll som konstitueras i undervisningen.

Elevers arbete och lärande i NO-klassrummet

Det finns studier som i första hand tar sin utgångspunkt i *elevers* arbete och lärande i NO-klassrummet, till skillnad från studierna av samtalets karaktär ovan. Det handlar om studier av elevers lärande i arbete med olika slags elevuppgifter, kulturellt orienterade studier av NO-undervisning samt studier av kunskapsproduktion i NO-klassrummet.

Studier av elevers lärande i arbete med olika elevuppgifter

Flera studier pekar på hur elevuppgifters karaktär transformeras genom elevers arbete i undervisning (Bergqvist, 1990; Doyle & Carter, 1984; Halldén, 1982). Kerstin Bergqvist (1990 s. 119f.) visar hur elevuppgifter förändras till praktiska uppgifter genom att den teoretiska kontext som gör uppgifterna rimliga i lärarens perspektiv förblir osynlig för eleverna. Konsekvensen blir att innehållsliga mål ersätts med fokus på det konkreta görandet i elevuppgifter av laborativ eller skapande karaktär.

De uppgifter som ges i undervisningen får olika innebörder i olika sammanhang bland annat utifrån elevers tolkning och bearbetning av uppgifterna. Ola Halldén (1982) menar att elevers tolkning av de uppgifter som formuleras i undervisningen innefattar både att ge formuleringarna ett meningsinnehåll och att se ett inlärningsmål med uppgiften. Halldén skiljer mellan elevens tolkning av uppgiften som procedurinriktat och ämnesinriktat problem och diskuterar elevers svårigheter att tolka och bearbeta en uppgift som ett ämnesrelaterat problem (s. 148ff.). Karolina Österlind (2005) visar att elever har svårt att formulera relevanta innebörder av naturvetenskapliga begrepp i tematiskt organiserad miljöundervisning och förstår det som ett uttryck för elevers svårigheter att göra relevanta teoretiska kontextualiseringar av de uppgifter som de arbetar med. Österlind föreslår att elevernas svårigheter delvis kan förstås utifrån att lärare ser ut att anta både att begrepp har givna innebörder och att elever förstår begreppen på samma sätt som lärarna.

Laborationer är en typ av uppgifter som särskilt studerats. Flera studier pekar på att elever inte lär sig det som laborationer sägs vara avsedda att handla om, som att ställa frågor som undersöks med hjälp av experiment

(jfr Millar, 1998). Laborationen handlar snarare om att den studerande ska producera ett rätt svar och en snygg rapport (Beach, 1999). Ett svar som inte överensstämmer med etablerad naturvetenskaplig teori förkastar aldrig teorin utan understryker bara de studerandes och/eller instrumentens otillräcklighet (a.a.). Studerande lär sig att det alltid finns ett rätt svar (a.a.; Fairbrother & Hackling, 1997) och lärare utvecklar strategier för att säkerställa att eleverna ska komma fram till rätt slutsatser (Nott & Wellington, 1997). Även analyser av universitetsstudenters laborationer i biologi och kemi visar att studenter sällan gör generaliseringar, i termer av universella påståenden, och att studenter inte använder induktion eller hypotesprövning i en analytisk filosofisk mening (Wickman & Östman, 2002). En slutsats som kan dras är att de naturvetenskapliga principer som laborationer syftar till att illustrera inte på några självklara sätt följer av observationer. Detta eftersom de laborativa artefakter som används ofta i sig är produkter av en specifik teori (Bergqvist & Säljö, 1994; jfr även Claxton, 1991 s. 58ff.) Till exempel följer grundläggande optiska principer inte på något självklart sätt av observationer vid den optiska bänken (Bergqvist & Säljö, 1994).

Studier som mera explicit studerar *vad* elever lär i NO-klassrummet är variationsteoretiska/fenomenografiska studier. Dessa tar tydlig utgångspunkt i ett ämnesinnehåll och analyserar hur lärare och elever urskiljer kritiska aspekter av ett ämnesinnehåll. Lärande beskrivs som att lära sig urskilja kvalitativt skilda aspekter av ett fenomen och analysen av innehåll fokuserar vilka kvalitativt skilda aspekter av ett fenomen som urskiljs i lärarens genomgång eller i samtal mellan elever eller elever och lärare (Marton & Booth, 2000). Till exempel visar Leif Lybeck (1986) på två olika sätt att hantera proportionalitetsproblem, i fysik- och matematikundervisning, som blir olika fruktbara för elevers möjligheter att hantera problem av ökande komplexitetsgrad. Jörgen Dimenäs (2001) analyserar dialogen mellan lärare och elever kring kemiska reaktioner och hur dessa dialoger öppnar för elever att förstå kemiska reaktioner på olika sätt (jfr även Runesson, 1999; Vikström, 2005).

Kulturellt orienterade studier av NO-undervisning

NO-undervisning har också betraktats som en kulturell företeelse där elever och lärare tillsammans producerar och reproducerar naturvetenskaplig kunskap. I NO-didaktisk forskning har kultur, normer och värden diskuterats i termer av *border-crossing* (Aikenhead, 1996; Cobern & Aikenhead, 1998). Begreppet beskriver hur elever i NO-undervisning tvingas röra sig mellan olika kulturella miljöer. William Cobern och Glen Aikenhead menar att vilken kunskap som är meningsfull och viktig i elevens hemkultur har be-

tydelse för hur eleven relaterar till naturvetenskap i klassrummet (se även Solomon, 1992a s. 19ff., 2003).

Victoria Costa (1995) analyserar samspelet mellan elevens och naturvetenskapens olika världar. Costa beskriver hur elevers olika kulturella bakgrunder är mer eller mindre kompatibla med naturvetenskap som kultur. En slutsats är att elever deltar på olika sätt i undervisningen beroende på hur pass intressant och meningsfullt det naturvetenskapliga innehållet framstår i relation till det egna identitetsprojektet (jfr Brickhouse, Lowery & Schultz, 2000; Brickhouse & Potter, 2001; Staberg, 1992, 1997).

NO-undervisning i sig kan också beskrivas som kultur. Sara Delamont, John Benyon och Paul Atkinson (1988) beskriver skollaboratoriet som ett främmande utrymme som måste hanteras med särskild omsorg och respekt. Det praktiska arbetet i laboratoriet består av att upptäcka och manipulera särskilda objekt som brännare. Stora delar av den inledande NO-undervisningen handlar just om lärarens introduktion till de farliga artefakterna i det särskilda skollaboratoriet till exempel vad en brännare är och vad dess olika delar kallas. NO-undervisning beskrivs som en *rite de passage* där läraren introducerar elever till en ny värld, ett främmande utrymme och ett väl avgränsat kunskapsområde (a.a.; jfr Claxton, 1991; Ogborn m.fl., 1996). Guy Claxton (1991 s. 44) beskriver det som att unga förflyttas till ett främmande land, labblandet:

Young people are transported to a land where the familiar operation of heating things up becomes something that needs new and special kinds of equipment, with funny names, and which they are constantly being told is dangerous.

Claxton beskriver labblandet som fysiskt och begreppsligt skilt från resten av världen. Trots att många aktiviteter pågår i både hemmiljö och skollaboratoriet så framstår det som att skollaboratoriet utformas som för att dölja deras likheter.

Studier av kunskapsproduktion i klassrummet

Produktionen och reproduktionen av naturvetenskaplig kunskap i klassrummet är ett led i konstruktion av kulturella värden och normer. Piotr Szybek (1999, se även 2002) analyserar interaktionen mellan naturvetenskaplig kunskap och vardaglig mänsklig erfarenhet i NO-undervisning. Szybek menar att det innehåll som konstrueras i undervisningen är något annat än det naturvetenskapliga innehåll som det utges för att vara: Skolans naturvetenskap är ett medel för en metafysisk konstruktion av *ett specifikt genus* (mäns rätt att dominera över kvinnor) och av *en specifik människo-*

kropp (den privilegierade människokroppen med rätt att konsumera djurs kroppar för mat och utbildning).

En aspekt av kunskapsproduktion och lärande i klassrummet som kulturellt är de estetiska erfarenheter som elever gör. Per-Olof Wickman (2006) visar genom analyser av elevers och lärares handlingar hur estetik är ständigt närvarande i naturvetenskaplig undervisning och att estetiska erfarenheter är en aspekt av naturvetenskapligt lärande.

NO-undervisning har också analyserats som diskursiv praktik med avseende på hur olika kunskapsområden behandlas i NO samt vad som upprätthåller och legitimerar vad som räknas som giltig kunskap. Per Gyberg (2003) urskiljer fyra olika diskurser i kunskapsområdet energi i skolan: en vetenskaplig, en om energitillförsel, en om energianvändandets problematik och en civilisationskritisk diskurs. Den vetenskapliga diskursen ges högst status vilket Gyberg förstår utifrån dess koppling till naturvetenskapliga begrepp. Denna diskurs reproducerar också de idéer som finns företrädade i kursplanerna. Tillförseldiskursen var däremot den mest dominerande diskursen, det handlade om att väga olika energikällor för och emot varandra utifrån olika värden. De övriga diskurserna var inte alls lika framträdande.

Om behovet av innehållsliga studier av NO-undervisningspraktiken

De refererade studierna pekar på att elevers lärande i NO-klassrummet handlar om mer än att ”bara” lära sig naturvetenskapliga begrepp. Elever utvecklar strategier för att producera de resultat som räknas som en godkänd prestation samt tolka och bearbeta de uppgifter som formuleras i NO. Med begreppet följemeningar synliggörs att sätt att formulera och argumentera för undervisningens innehåll rymmer budskap i form av värden, normer och föreställningar om naturvetenskap, människa och samhälle. Studierna av följemeningar i NO-undervisningens redskap väcker samtidigt frågor kring hur redskapen används i undervisningen och vilken levd läroplan som konstitueras genom detta användande.

Även om vi utifrån tidigare forskning kan tala om att särskilda strukturer i skolpraktiken styr hur ett kunskapsområde behandlas, upprätthålls och legitimeras, så framstår studier av elevers ämnesinnehållsliga arbete i undervisningen som enstaka och med skiftande teoretiska ansatser. Visserligen har elevers arbete i NO-klassrummet analyserats med utgångspunkt i *border-crossing* i flera studier, men genom att anta att elever i NO-undervisning rör sig över kulturella gränser, mellan naturvetenskaplig kul-

tur och elevkultur, så reduceras NO-klassrummet till en mötesplats mellan elev och naturvetenskap. Det innebär att klassrummet sätts inom parentes, även om studierna genomförts i NO-klassrummet.⁶

Bland studier som direkt berör undervisningspraktiken saknas särskilt analyser av hur olika redskap och resurser kommer till användning i arbetet i klassrummet och blir del av NO-undervisningspraktiken. Wolff-Michael Roths studier (Roth, 1998, 2003; Roth m.fl., 2005) utgör undantag. Roth (1998) beskriver hur barn lär av varandra i en specifik klassrumsgemenskap i arbete med design och visar att barn kan utveckla komplexa sätt att tala om naturvetenskap och teknik utan direkta föreläsningar eller övningsuppgifter. I den gemenskap som skapas i klassrummet cirkulerar fakta, tekniska/mekaniska lösningar mellan olika elever och elevgrupper. En slutsats är att barn lär sig tala och skriva naturvetenskap genom att bli delaktiga i aktiviteter som är personligt relevanta för dem.

I ett internationellt perspektiv på NO-didaktisk forskning finns behov av att bättre förstå och skapa mer kunskap om undervisningspraktiken vilket bl.a. Edgar Jenkins (2001) poängterar i en lägesbeskrivning över NO-didaktisk forskning i Europa. För att förstå vad elever kan få möjlighet att lära sig i NO-undervisningen, vari utbildningens innehåll består, måste vi studera vad som görs i NO-klassrummet med de resurser som finns till förfogande i klassrummet i form av redskap som läromedel och elevuppgifter. Om Gybergs (2003) avhandling synliggör att det finns särskilda strukturer i skolpraktiken som styr hur kunskapsområden behandlas i NO-undervisning, och att dessa former upprätthåller och legitimerar vad som räknas som giltig kunskap, så behöver vi också ställa frågan *vad* det är som räknas som viktig kunskap.

Syfte

Avhandlingens syfte är att utveckla kunskap om NO-undervisningens levda läroplan. I den levda läroplanen inbegriper jag det innehåll i form av redskap för produktion av kunskap, begrepp, begreppslika strukturer samt vär-

⁶ Detta gäller även Piotr Szybeks avhandling som i första hand syftar till att säga något om relationer mellan naturvetenskap och situerad mänsklig kroppslig erfarenhet vilket han menar kräver att NO-klassrummet som sådant måste sättas inom parentes (1999 s. 32). Szybek analyserar undervisningen i klassrummet som en översättning mellan händelsescener, mellan livsvärldens och naturvetenskapens händelsescen. NO-undervisningens händelsescen (*the stage of school science*) får funktion som översättare: att översätta vardagliga problem till naturvetenskapligt hanterbara problem och att sedan översätta de naturvetenskapliga lösningarna tillbaka till livsvärlden (jfr även Szybek, 2002).

den och normer som konstitueras genom elever och lärares gemensamma arbete i undervisning.

I kapitel 2 kommer syftet att utvecklas med ett verksamhetsteoretiskt resonemang kring utbildning. I kapitel 3 kommer syftet avgränsas utifrån en diskussion om hur NO-undervisningens förutsättningar förändrats under de senaste decennierna. Därefter presenteras den preciserade frågeställning som jag utvecklar kunskap om genom en etnografisk studie av NO-undervisning i grundskolans senare år.

Disposition

Efter de inledande kapitlen 1-3, där avhandlingens frågeställning utvecklas, presenteras i kapitel 4 de forskningsmetodiska överväganden som gjorts under avhandlingsarbetets gång. Resultat från studien av den levda läroplanen i NO-undervisning på en grundskola i år 6 och 7 presenteras sedan i kapitel 5-8. Elevers arbete med undervisningens innehåll och redskap beskrivs i kapitel 5 samt i kapitel 6. I kapitel 7 behandlas vardagsanknytning som redskap i de studerade undervisningspraktikerna. I kapitel 8 behandlas elevers olika deltagande i undervisningspraktikerna. I kapitel 9 sammanfattas och diskuteras avhandlingens bidrag.

2. NO-undervisning som verksamhet

En utgångspunkt för avhandlingen är att *vad* människor lär måste förstås utifrån vilka sammanhang de deltar i. Att kunna något kommer till uttryck som en förmåga att delta på vissa särskilda sätt i en praktik samt att se och erfara världen på sätt som är specifika för ett visst kulturellt sammanhang. Frågan om vad barn lär sig om och i naturvetenskap, och om sig själva som deltagare i naturvetenskapligt arbete, är en fråga om hur deras delaktighet och deltagande i skolans naturorienterande undervisning förändras.

Jag inleder kapitlet om NO-undervisning som utbildningsverksamhet med att introducera en verksamhetsteoretisk förståelse av kunskap och lärande. Perspektivet är del av en vidare sociokulturell eller kulturhistorisk teoritradition. Därefter utvecklar jag ett specifikt verksamhetsteoretiskt sätt att studera NO-undervisningens innehåll med begreppet enkulturering.

Ett verksamhetsteoretiskt perspektiv på kunskap och lärande

Principen att människors tänkande bildas, utvecklas och manifesteras genom verksamhet formulerades inom den ryska psykologin i början av 1900-talet av Lev Vygotskij, Alexander Luria och Aleksej Leontiev (för en introduktion till verksamhetsteori se Broch m.fl., 1991 s. 13ff. och Knutagård, 2003). Detta arbete utgjorde början till den kulturhistoriska verksamhetsteoretiska tradition som fokuserar på människors verksamhet för att förstå hur färdigheter och sätt att tänka, men också intressen och böjelser utvecklas (jfr Lomov, 1981/1982).⁷

⁷ Ibland används aktivitet som svensk översättning från engelskans *activity theory*. Den etablerade svenska beteckningen är dock verksamhetsteori vilket bland annat kommer till uttryck i den svenska översättningen av Aleksej Leontievs bok (1977/1986) *Verksamhet, medvetande, personlighet*. Svenskans verksamhet fångar bättre den avsiktlighet som åsyftas än aktivitet som snarare fångar en upptagenhet eller att något pågår. Enligt Knutagård (2003 s. 23) ska verksamhetsbegreppet inte blandas ihop med företagsamhet eller organisation utan verksamhetsbegreppet härstammar från Karl Marx begrepp *Tätigkeit* och ska förstås som något mellan arbete och aktivitet.

Utbildning som verksamhet

Ett centralt begrepp i verksamhetsteori är begreppet verksamhet. Med verksamhet avses en form av samhällelig existens där människor ägnar sig åt en avsiktlig förändring av den naturliga och sociala verkligheten (Davydov, 1999 s. 39). En verksamhets grundläggande eller konstituerande karakteristik är, enligt Leontiev (1977/1986 s. 130), dess *föremålmässighet*. Det föremål som ska transformeras ger verksamheten en bestämd inriktning. Leontiev skriver att "... verksamhetens föremål är dess verkliga motiv" (s. 158). Det som skiljer en verksamhet från en annan är föremålet för verksamheten, det vill säga det som ska omvandlas. I en verksamhet som svarar mot behovet av att producera livsmedel är föremålet födan. Födan är det föremål som omvandlas. Genom mänsklig verksamhet omvandlas ax till limpa. Verksamheten med föremål att producera bröd omfattar allt från bondens plöjning av åkern till produktion av brödpåsar och bakning.

I ett samhälleligt perspektiv *motiveras* utbildningsverksamhet av en avsiktlig förändring av människors kunnande. Vi kan säga att eleven är verksamhetens föremål. Utbildning är en särskild form av mänsklig verksamhet som vuxit fram ur behov av samhällelig reproduktion. I ett samhälle med låg arbetsdelning och homogen kultur sker fostran och kulturöverföring i hemmet. I ett bondesamhälle finns kunskaperna för hur man brukar jorden, jagar och fiskar i familjen. I ett samhälle med hög arbetsdelning uppstår däremot behov av utbildning för olika samhällsgrupper. Ett skolsystem eller ett särskilt system för reproduktion växer således fram när reproduktion skiljs från produktion och familjens direkta betydelse för den kulturella reproduktionen minskar i omfattning i takt med en ökad arbetsdelning (jfr Berger & Luckmann, 1966/1971 s. 183ff.; Hannerz, 1992 s. 40ff., 83; Lundgren, 1983; Säljö, 2000 s. 83ff.).

NO-utbildning som verksamhet motiveras av ett samhälleligt behov att bilda barn på särskilda sätt i relation till natur, naturvetenskap och naturvetenskapens produkter. En förhandlad uttolkning av detta behov idag formuleras i grundskolans kursplaner som mål att uppnå och mål att sträva mot i naturorienterande ämnen. Till exempel uttrycks att elever skall utveckla förmågor att se mönster och strukturer som gör världen begriplig, att se hur den mänskliga kulturen påverkar och omformar naturen samt utveckla ett kritiskt och konstruktivt förhållningssätt till egna och andras resonemang med respekt och lyhördhet för andras ställningstaganden (*Grundskolans kursplaner och betygskriterier*, 2000).

När barnet börjar skolan så träder barnet in i en ny vuxenstyrd verksamhet. Barnets intressen och böjelser förändras i det att barnets relationer till omvärlden förändras, vare sig barnet blir engagerat i vad som pågår i klass-

rummet eller att barnet förhåller sig negativt och försöker undvika arbetet (jfr Hedegaard, 1988 s. 12). På så sätt kan NO-undervisning förstås som utveckling av unga människors intressen i relation till både NO som skolämne och natur och naturvetenskap.

Verksamhet, handlingar och operationer som ömsesidigt konstituerande

Om inte människor varje dag kommer till skolan och handlar som lärare och elever så skulle det inte finnas någon utbildningsverksamhet. Skola konstitueras som ”skola” genom lärares och elevers konkreta handlingar. Det är lärare och elever som genom sina handlingar i NO-klassrummet realiserar en NO-utbildningsverksamhet. Leontiev (1977/1986 s. 156ff., 161) skriver att mänsklig verksamhet inte existerar på något annat sätt än i form av en handling eller en kedja handlingar. En verksamhet är alltså inte någon abstrakt företeelse utan produkt av mänskligt handlande.

De *handlingar* som människor gör får sin mening genom den verksamhet som de görs inom ramen för, samtidigt som handlingarna bidrar till att realisera verksamheten. I NO-undervisning är det som del av en utbildningsverksamhet som lärares och elevers handlingar blir begripliga. Elevers och lärares handlingar måste förstås i relation till både handlingens mål och vad det är för behov som de försöker möta, det vill säga vilka föremål handlingen svarar mot.

Varje handling är sammansatt av en sekvens *operationer*. Operationer är förkroppsligade och kopplade till användning av redskap. När vi tillägnat oss en operation gör vi den utan att nödvändigtvis fokusera på den. Ett exempel på en operation är mitt fysiska skapande av text, genom att röra fingrarna över datorns tangentbord utan att egentligen fokusera fingrarnas rörelse, vilket är en del i min handling att producera avhandlingstext. Denna handling är i sin tur en del av en forskningsverksamhet.

Relationen mellan handling och operation kan beskrivas som en referens (Roth m.fl., 2005 s. 9ff.). Operationen blir meningsfull som del av en handling. Mitt knattrande på tangentbordet blir meningsfullt om vi ser det som en del av en textproduktion. När en handling producerats så tillskrivs den mening både av den individ som producerat handlingen och av andra i kollektivet som uppfattar handlingen (a.a.). Handlingen ges mening som en del av en verksamhet. Att knattra på ett tangentbord som inte är kopplat till en dator ter sig meningslöst. Men mina fingerrörelser över tangentbordet skulle kunna förstås som en del av en handling med mål att lära mig en god fingersättning. När jag kan fokusera på den text som produceras och inte

längre behöver fokusera fingerrörelserna kan vi säga att mitt knattrade operationaliserats. Betydelsen av en operation och handling bestäms alltså i relation till en verksamhet. Längre fram i kapitlet diskuterar jag implikationer för undervisning av att människors görande kan se ut som samma sak men vara del av olika handlingar och tillskrivas olika mening i olika verksamheter (t.ex. att mäta pH i en sjö som undervisning, kommunal förvaltning och forskning)

Vi kan diskutera frågan om *synlighet* i relation till operationer, handlingar och verksamhet (jfr Szybek, 2005 s. 18). Operationer är ibland direkt synliga. Vi kan se de rörelser som jag utför när jag knattrar på tangentbordet. Vi kan också se lärarens operationer i form av de rörelser och ord som hon uttalar framför gruppen med elever. Handlingarna är däremot bara synliga till viss del. När jag producerar avhandlingstext så tar en del av min handling form som ett inre samtal. Vi kan se fingerrörelserna men inte målet för textproduktionen. Handlingar behöver alltså inte vara fullt synliga. I än mindre grad är verksamhetens motiv direkt synlig för observation.

En viktig poäng är dock att det inte kan förekomma någon verksamhet utan *motiv* även om motivet kan vara oklart för dem som realiserar verksamheten. Leontiev (1977/1986 s. 158) formulerar det som att "... 'omotiverad' verksamhet är inte verksamhet som saknar motiv utan den vars motiv är dolt både subjektivt och objektivt sett.". Vi har alltid att göra med särskilda verksamheter som svarar mot särskilda behov (Leontiev, 1977/1986 s. 156ff.).

För att kunna säga något om vad det är för föremål som omvandlas och vilka motiv omvandlingen svarar mot krävs en analys av lärares och elevers konkreta handling. Utifrån nationella styrdokument som läroplaner och kursplaner skulle vi möjligen kunna säga att den NO-utbildning som formuleras i dessa svarar mot samhällsliga motiv att människor utvecklar vissa kunskaper som har att göra med naturen och den fysiska verkligheten. Men även om vi skulle kunna slå fast detta genom analys av olika styrdokument så är det inte säkert vilka motiv som den verksamhet som konstitueras i NO-undervisningspraktiken svarar mot.

Med ett verksamhetsteoretiskt perspektiv kan vi tala om den levda läroplanen som de motiv som lärares och elevers handlingar i undervisningspraktiken svarar mot. En analys av elevers och lärares verksamhet, handlingar och operationer i NO-undervisning kan synliggöra i vilka avseenden undervisningens föremål handlar om en bildning av elevers förmågor och förhållningssätt. När jag använder begreppet bildning i avhandlingen tar jag

fasta på bildning som *formandet av individens kunskaper, intressen och böjelser i det att hon engagerar sig i verksamhet*.⁸

Ett verksamhetsteoretiskt enkultureringsbegrepp

I det att elever engagerar sig i NO-undervisningspraktiken kan vi på samma gång tala om att elever bildas i det att deras kunskaper, intressen och böjelser formas samtidigt som eleverna allt mer blir del av samma NO-undervisningspraktik, en tidigare obekant praktik och kulturellt sammanhang. Denna process kan benämnas enkulturering (jfr Roth m.fl., 2005 s. 117ff.). Med enkulturering tar jag fasta på att lärande handlar om förändrade möjligheter att delta och att alla erfarenheter som vi gör, som kan ha betydelse för vårt framtida handlande, förstås i termer av lärande. Jag utvecklar enkulturering utifrån intresset att beskriva och analysera den levda läroplanen, snarare än den planerade eller avsedda läroplanen (jfr kapitel 1).

Genom införandet av begreppet enkulturering gör jag en annan slags analys av lärande i utbildning än den verksamhetsteoretiska skola som utvecklats av främst Vassily Davydov (Davydov, 1972/1990; 1986/1988; Davydov & Markova, 1981/1983). Michael Cole (1983) berättar om hur Davydov vid ett seminarium sagt att han skulle prata om principer som kan stimulera utbildningsverksamhet och att han sedan skrattat och utbrustit: ”But you’ll never see educational activity in the school” (a.a. s. 50). Detta är en betydelsebärande anekdot som understryker att Davydovs formulering av vari en utbildningsverksamhet består innebär att skolan görs till en plats

⁸ Bildningsbegreppet kan förstås på lite olika sätt. Historiskt kommer bildning från ”bilda” och ”bild” (Gustavsson, 1996 s. 16f.). ”Bilda” har att göra med människans aktiva skapande av personlighet och ligger nära orden ”forma” och ”skapa” medan ”bild” ligger nära ”förebild” (a.a.). Bildningsbegreppet innefattar en syn på kunskap som personligt integrerad och handlar om hela människans utveckling (a.a. s. 109f.). Inom bildningstraditionen har bildning ofta använts som normativt begrepp. Bildning framställs ibland som fri och inifrånstyrd, i motsats till utbildning som sker i mera strukturerade former under vägledning av en lärare (jfr a.a. s. 17; Gougoulakis, 2006 s. 55f.). I bildningsbegreppet läggs då en idé om att lärande ska bedrivas på ett särskilt sätt och att en utbildning skulle kunna vara bildande, till skillnad från en annan. Bildningsdiskussionen har ibland också åsyftat ett visst slags kunnande (jfr allmänbildning, klassisk bildning, formell bildning och så vidare för en vidare diskussion om bildning i olika perspektiv se t.ex. Gustavsson, 1996 s. 119 f.; Liedman, 2001 s. 348 f; 2006.). I till exempel den klassiska bildningstanken gavs bildning ett särskilt innehåll där teori, själ och medvetande gavs företräde för handens och kroppens arbete (Gustavsson, 1996 s. 109ff.). När jag använder bildning refererar jag dock inte till särskilda utbildningsformer eller något särskilt slags lärandeinnehåll, utan till en process.

för någon annan slags verksamhet. Problemet ligger dock inte i skolan, åtminstone inte enbart, utan i definitionen av utbildningsverksamhet.

Davydov (Davydov, 1972/1990; 1986/1988; Davydov & Markova, 1981/1983) skriver om utbildningsverksamhet (*educational activity*) och utvecklingsundervisning (*developmental teaching*) (jfr Chaiklin, 1999; se även Hedegaard & Chaiklin, 2005). Grundläggande i idén om utvecklingsundervisning är betydelsen av en ämnesinnehållslig analys som grund för planering av undervisning. Det centrala är att analysera ett teoretiskt ämnesinnehåll och dess tänkbara relationer till elevers motiv för deltagande i undervisningen. Undervisningens syfte formuleras som att eleven ska lära sig bemästra de relationer, abstraktioner, generaliseringar och synteser som karakteriserar ett ämnesområde (a.a.). I undervisning om atomfysik kan det handla om att lära sig bemästra relationer mellan skalmodellen för atomers uppbyggnad och det periodiska systemet (jfr a.a.). Det verksamhetsteoretiska forskningsobjektet har handlat om att genom undervisningsexperiment utveckla sätt att undervisa där elever lär sig bemästra olika intellektuella redskap och relationer inom ett ämnesområde (t.ex. Chaiklin, 1999; Davydov, 1972/1990; Hedegaard, 1988, 1999; Lompscher, 1984).

Davydov och Markova (1981/1983) menar att utbildningsverksamhet kännetecknas av följande komponenter: barnets förståelse av utbildningsuppgiften, barnets utförande av utbildningshandlingar och barnets egen kontroll och utvärdering av sina handlingar. Utbildning undersöks i termer av dessa tre komponenter för att urskilja utbildningsverksamhet från annat arbete i utbildning som eleven utför. Davydov och Markova fokuserar på barnets handlingar och ställer alltså upp ett antal normativa förutsättningar, som de menar måste vara uppfyllda för att något ska kallas för utbildningsverksamhet. Allt det arbete som görs i skolvardagen av elever och lärare, som faller utanför dessa förutsättningar betecknas inte som utbildningsverksamhet, vilket möjliggör slutsatsen att vi aldrig kommer att stöta på utbildningsverksamhet i skolan. Till skillnad från Davydov och Markova (och även Chaiklin, 1999) gör jag inte skillnad mellan elevers och lärares olika slags arbete i relation till ett utbildningsinnehåll i skolan.

Även om lärares och elevers handlingar i undervisningen inte alls, eller i liten utsträckning, förmår svara mot verksamhetens samhälleliga motiv förstår jag deras handlingar som en del av en utbildningsverksamhet. Detta innebär att alla handlingar med undervisningspraktikens redskap ses som utbildningsverksamhet, oavsett om elever och lärare är framgångsrika i att nå de mål som samhället, läraren eller någon annan, satt upp för undervisningen. Det som framstår som intressant är snarast vilka mål som elevers och lärares handlingar svarar mot samt vilken verksamhet som realiserar.

Mitt kunskapsintresse är därmed, i likhet med Roth m.fl. (2005), snarare beskrivande än normativt i den mening att jag studerar det lärande som möjliggörs i den befintliga undervisningspraktiken.

Enkulturering

Enkulturering handlar om att tillägna sig socialt etablerade sätt att handla med kulturella resurser, att lära sig urskilja aspekter av omvärlden och att utveckla sociala relationer med omvärlden. Genom enkulturering förändras vårt medvetande, våra relationer med vår omvärld och våra förmågor att handla, våra möjligheter att delta i praktiker. Enkulturering sker när människor engagerar sig i världen och begreppet beskriver hur vi blir delaktiga och erkända som fullvärdiga deltagare i olika praktiker (jfr Roth m.fl., 2005 s. 8ff.; 117ff.). Enkulturering innebär alltså inte bara tillägnande av socialt etablerade sätt att handla och urskilja utan också personlighetsbildning.⁹

Enkulturering som att tillägna sig socialt etablerade sätt att handla med kulturella resurser

En aspekt av enkulturering är att människor blir delaktiga i praktiker genom att tillägna sig praktikens redskap, normer och sätt att handla. Enkulturering kan beskrivas som att tillägna sig socialt etablerade sätt att handla med, och förhålla sig till, praktikens kulturella resurser samt att utveckla relationer till andra människor i det samhälle som den lärande är en del av. Daniil El'konin (1971/2000) beskriver det som att barnet ingår i två system: ”*child-social object*” och ”*child-social adult*”. I dessa system utvecklas relationer mellan barnet och det sociala objektet respektive barnet och den sociale vuxne. Med sociala objekt avses produkter av historiskt samhälleligt liv, till exempel en sked, en kalender, en brännare eller ett naturvetenskapligt begrepp som gravitation. Genom enkulturering tillägnar sig barnet socialt etablerade sätt att handla med, och förhålla sig till, objekt samt kriterier för att urskilja olika aspekter av dessa objekt. Det handlar till

⁹ Enkulturering sker när människan engagerar sig i världen snarare än att hon utsätts för den. Wolff-Michael Roth och hans kollegor (2005 s. 8ff.) skriver att användningen av begrepp som socialisation utgår från att barn blir fullvärdiga medlemmar i samhället som ett resultat av att de formas av yttre krafter. Enkulturering utgår inte från att en individ passas in i en befintlig kulturell struktur utan det är ett dialektiskt begrepp som utgår från att individen lär sig att samtidigt producera och reproducera kultur (a.a. s. 117f.). Införandet av begreppet enkulturering kan på så sätt tolkas som en kritik av socialiseringsbegreppet.

exempel om vad som gör en sked till en sked och vad är möjligt att göra med en sked som redskap.¹⁰

I NO-undervisning är en av lärarens uppgifter att utveckla vissa relationer mellan barn och natur samt barn och naturvetenskap (med naturvetenskap avses bl.a. begrepp och procedurer för att formulera och lösa problem rörande naturen och den fysiska verkligheten som utvecklats historiskt). En relation kan handla om ett *förhållningssätt* till natur och naturvetenskap (t.ex. ett intresse för att urskilja olika slags mossor under en vandring i skogen) eller en *förmåga att använda* ämnesinnehållet för att göra något (t.ex. förmåga att sätta upp en kemisk ekvation för att utröna vilken kemisk reaktion som skett). Det är i handling med ett ämnesinnehåll som en relation upprättas mellan barnet och ämnesinnehållet. Om ämnesinnehållet kan beskrivas i form av ett visst begrepp eller procedur, kan utbildningsinnehållet beskrivas som de relationer som upprättas mellan barn och ämnesinnehåll. I NO-undervisning kan det handla om att forma barnet i relation till en specifik naturvetenskap. Om vi vill beskriva innehållet i en utbildning måste vi således försöka komma åt de relationer som upprättas mellan barnet och utbildningens ämnesinnehåll.

Enkulturering i en kunskapande praktik, som NO-undervisning eller en forskningspraktik, handlar om att tillägna sig strategier för att skapa kunskap med praktikens intellektuella och fysiska redskap samt tillsammans med andra deltagare. Med Karin Knorr Cetinas (1999) terminologi kan vi beskriva detta som att bli *del av* ett *epistemiskt maskineri*. Knorr Cetina ser de handlande subjekten som:

...enfolded in construction machineries, in entire conventions and devices that are organized, dynamic, thought about (at least partially), but not governed by single actors. Epistemic subjects (the producers of knowledge) are derivatives of these machines. (a.a. s. 11).

Det epistemiska subjektet blir på samma gång ett kunskapsproducerande subjekt och del av ett epistemiskt maskineri. Vi kan säga att ansvaret för kunskapsproduktion delas mellan deltagarna och de redskap som konstituerar den kunskapande praktiken (jfr Latour, 1993, som beskriver deltagare och redskap som aktanter som gemensamt ska ses som ansvariga för handling). Ansvar för vilka relationer som utvecklas mellan elev och naturveten-

¹⁰ Vad som är möjligt att göra med en sked är dock inte förutbestämt även om det finns en intentionalitet inbyggd i skedens utformning som har att göra med att äta. Detta hindrar dock inte att skeden kan användas som redskap för något annat i en annan verksamhet t.ex. kan skeden fungera alldeles utmärkt som skruvmejsel i barnets lek (för en vidare diskussion se Stähle, 2006 s. 30). Jfr även Säljö (2005).

skap och vilka socialt etablerade sätt att handla med naturvetenskapliga resurser som elever utvecklar delas alltså mellan NO-undervisningspraktikens deltagare och redskap (elever, lärare, elevuppgifter, läroböcker, labbutrustning med mera).

Enkulturering som att lära sig urskilja

To acquire knowledge is to learn to see, to experience the world in a way otherwise unknown, and thereby come to have a mind in a fuller sense. (Hirst, 1974 s. 40).

Lärande kan beskrivas som att utveckla sin förmåga att *se* världen, att erfara världen, på tidigare okända sätt (jfr Marton & Booth, 2000). Genom att vi tillägnar oss socialt etablerade sätt att handla med kulturella resurser så utvecklar vi samtidigt förmågor att urskilja aspekter omvärlden på särskilda sätt.

I handling med olika resurser bildas våra kognitiva förmågor och förmågor att orientera oss i och delta i samhället. Vi kan tala om bildning av kognitiva förmågor i handlande med kulturella resurser med begreppet *mediering* (jfr Wertsch, 1998 s. 23ff.). Vår kanske viktigaste kulturella resurs är språket. Genom språket utvecklar vi förmåga att tolka skeenden och urskilja aspekter av vår omvärld. Vi kan säga att språket medierar den mänskliga perceptionen (Luria, 1976 s. 9). Vygotskij (1934/1999 s. 391ff.) skriver om mänskligt tänkande som inre tal med ursprung i det yttre språket. En innebörd av detta är att vårt tänkande i grunden blir språkligt och socialt till sin karaktär.

Om vi ser på språk som en viktig medierande resurs som vi tar över och tar till oss, eller *approprierar*, genom deltagande i olika praktiker så blir frågan om att lära och utvecklas också en fråga om att förvärva språkliga distinktioner, språkliga redskap att urskilja omvärlden på ett allt mer differentierat och nyanserat sätt (jfr Säljö, 2000 s. 90f.). Undervisning kan således förstås som ett språkspel där förhandling om mening mellan lärare och elever är en strategi för utveckling av elevers kunnande (van Oers, 1999). Bert van Oers (a.a.) beskriver läraren som en deltagande semiotiker (*a participating semiotician*, s. 286). Lärarens semiotiska handlingar beskrivs som möjligheter att hjälpa barn att utveckla förmåga till tolkande verksamhet. I NO-undervisning kan läraren som deltagande semiotiker vara en lärare som hjälper elever att tolka och göra bruk av naturvetenskapliga symboler och konventioner.

Både intellektuella och fysiska redskap medierar våra sätt att tänka och resonera. Människan bygger in idéer och distinktioner i artefakter och får

dem på så sätt att fungera som strukturerande resurser i sociala praktiker (Bliss & Säljö, 1999). Även fysiska artefakter kan därför ses som språkliga, som materialiserade former av tänkande och språk (detta är särskilt tydligt för vissa fysiska artefakter som till exempel miniräknare, klocka, ordbehandlingsprogram och så vidare för en vidare diskussion se a.a.; Säljö, 2005; Wertsch, 1998).

Att lära sig urskilja kritiska aspekter av ett fenomen är samtidigt kroppsligt och intellektuellt/språkligt (jfr Goodwin, 2003). I olika praktiker bildas den handlande och kännande kroppen på olika sätt. I den molekylärbiologiska forskningspraktik som Knorr Cetina (1999 s. 94ff.) beskriver är den kroppsliga erfarenheten och förmågan att använda kroppen som redskap mycket betydelsefull. Detta kommer bland annat till uttryck i betoning av hantverksskicklighet och förstahands erfarenheter från laborativt arbete. Utveckling av den sinnliga kroppen kan vara en väsentlig aspekt av både personlighetsbildning och tillägnandet av sätt att göra praktiks specifika erfarenheter.

Sätt att förnimma omvärlden är kulturellt utvecklade förmågor (jfr Corbin, 1982/1986). När eleven enkultureras i NO-undervisningspraktiken kan det också handla om att utveckla den egna kroppens förmåga att urskilja sinnesintryck till exempel vad som kan vara uttryck för att en kemisk reaktion har skett. Det kan handla om att utveckla förmågor att se, höra, lukta och känna i NO-labbet. Enkulturering innebär således bildning av hela människokroppen.

Enkulturering som personlighetsbildning

En dimension av enkulturering är personlighetsbildning. Personlighet är ett vitt begrepp som syftar på en bildning av individens benägenheter, intressen, egenheter med mera som kommer till uttryck i handling (Leontiev, 1977/1986 s. 248ff.). Personlighet i ett kulturhistoriskt perspektiv är ett relationellt begrepp som skiljer sig från hur vi i vardagligt tal förstår personlighet.¹¹ Till vardags kan vi tala om en person som humoristisk, snäll och

¹¹ Det är dock inte bara i ett kulturhistoriskt perspektiv som personlighet eller identitet förstås som relationellt. Se t.ex. von Wright (2000) som utvecklar en diskussion om en punktuell och en relationell förståelse av intersubjektivitet utifrån G.H. Mead. Jfr även Gustavsson (1996 s. 272f.) som skriver om bildningstraditionen och formulerar omöjligheten att skilja mellan identitet, uppfattningen om oss själva och vår uppfattning om världen.

omtänksam. Men vad som kan framstå som individuella egenskaper är aldrig bara privata utan alltid redan sociala till sin karaktär.¹²

Personlighet bildas av de samhälleliga relationer som individen ingår i med sin verksamhet (Leontiev, 1977/1986 s. 271ff.). Detta innebär också att personlighet inte kan förstås som summan av ett antal egenskaper (som snäll och omtänksam). Mänskliga psykologiska karakteristika som motivation, dispositioner, känslor och ansvar måste förstås som både individuellt och kollektivt, både personligt och socialt och alltid som en del av deras verksamhet i relation till något föremål (Roth m.fl., 2005 s. 8ff.). Personlighet uppstår när människan träder in i historien snarare än i henne som biologisk varelse:

...personligheten uppstår först i samhället, att människan träder in i historien (och barnet i livet) enbart som individ, utrustad med vissa naturliga egenskaper och talanger, och att hon blir en personlighet först i sin egenskap som subjekt för samhälleliga relationer. (Leontiev, 1977/1986 s. 270).

Individuella förutsättningar avseende biologi, till exempel biologiska funktionsnedsättningar, skapar förutsättningar för personlighetens utveckling men kan inte bestämma den. Individ är ett biologiskt begrepp som beskriver en sammanhållen helhet och kan användas för både människor och djur. Personlighet däremot, är något som mänskliga individer utvecklar genom deltagande i verksamhet givet individuella förutsättningar (a.a. s. 248ff.).

I undervisning produceras aspekter av personligheten genom de sociala relationer som konstitueras mellan elever, elever och lärare och mellan elever och undervisningspraktikens kulturella resurser, till exempel i form av ett visst ämnesinnehåll. I NO-klassrummet deltar elever på olika sätt vilket innebär att elevers relationer till andra elever, till lärare, till naturvetenskap och natur kommer att konstitueras på olika sätt. Elever utvecklar bland annat olika sätt att positionera sig i relation till naturvetenskap, intresse att delta och sätt att uttrycka känslor i relation till arbetet i klassrummet. Vi kan tala om personlighetsbildning då barnet relaterar sig till omvärlden på ett annat sätt än tidigare (jfr Hedegaard, 1988 s. 12f.).

¹² Personlighetsbegreppet har använts på lite olika sätt inom kulturhistorisk verksamhetsteori. Enligt Chaiklin (2001) använder t.ex. Vygotskij personlighetsbegreppet på två olika sätt: dels som ett allmänt begrepp för att beteckna de mänskliga kvalitéer som kan ses som resultatet av kulturell utveckling dels som ett mer specifikt begrepp avseende människors förmåga att tänka med begrepp och en medvetenhet om denna förmåga. Det är personlighet i den första bemärkelse som jag diskuterar. I utvecklingen av kulturhistorisk forskning i västvärlden har dock personlighetsbegreppet inte använts i någon större utsträckning (a.a.).

I NO-undervisning har läraren ett ansvar att *utveckla barns relationer till natur och naturvetenskap*. Det kan handla om att barn ska bli engagerade i att söka förstå och förklara fenomen och sammanhang i omvärlden med naturvetenskapliga resurser (jfr Hedegaard, 1988 s. 12ff.). Det handlar om att utveckla intresse att bedriva viss verksamhet, att vilja handla på vissa särskilda sätt. För elever i NO-undervisning kan det handla om att tillägna sig en önskan att kunna bemästra och att lära sig bemästra vissa naturvetenskapliga redskap. Inom utvecklingsundervisning har undervisningsexperiment gjorts för att utveckla sätt att undervisa som understödjer elevers motivutveckling. Till exempel har Seth Chaiklin (1999) försökt utveckla undervisning om kärnfysik som är personlighetsutvecklande i den mening att eleven utvecklar intresse att ägna sig åt kärnfysikaliska frågor.

Sammanfattningsvis innebär enkulturering att vi utvecklar relationer till omvärlden, approprierar kulturella resurser samt utvecklar förmågor att producera och reproducera socialt etablerade sätt att handla med olika resurser. Genom vårt handlande med olika resurser i form av fysiska och intellektuella redskap bildas våra sätt att resonera, att tolka skeenden och urskilja aspekter av vår omvärld. I undervisningen bildas samtidigt barns intressen, böjelser och benägenheter genom de sociala relationer som barnet ingår i genom utbildningsverksamheten. För analysen av vad barn får möjlighet att lära sig om och i naturvetenskap i skolan betyder resonemanget om enkulturering att de sociala relationer som konstitueras, mellan barnet och undervisningens olika kulturella resurser samt barnet och andra deltagare, blir centrala.

Betydelsen av NO-undervisning som särskild praktik

För att begreppet enkulturering ska bli fruktbart krävs en utredning om vad elever deltar i för slags verksamhet genom sitt deltagande i NO-undervisning. I detta avsnitt problematiserar jag vad det är för slags praktik som elever deltar i och vilken verksamhet som produceras och reproduceras genom lärares och elevers handlande i undervisningspraktiken. Jag diskuterar hur vi kan förstå NO-undervisningspraktiker i relation till naturvetenskapliga sammanhang utanför skolan med begreppen verksamhet, praktikgemenskap och kulturgemenskap.

Att mäta pH som del av olika verksamheter

Frågan om huruvida människors handlingar är del av naturvetenskaplig verksamhet måste avgöras genom analys. Exempelvis får mätning av pH-

värde i en sjö olika innebörd beroende på om det sker som del i undervisning, om det sker som del av insamlandet av data på ett kommunalt miljökontor, eller som del av ett vetenskapligt forskningsprojekt (jfr tidigare diskussioner om operationer, handling och verksamhet som ömsesidigt konstituerande s. 30). Trots att själva mätningen av pH i sjön utifrån betraktat kan se ut som densamma, är de handlingar som realiseras olika. Handlingarnas mål och verksamheternas föremål skiljer sig åt i de tre tänkta situationerna.

I undervisningen kan mätningarna vara ett led i att eleven ska lära sig bemästra en pH-mätare. Det mål som handlingen svarar mot är då att lära sig hantera pH-mätaren. Verksamheten motiveras av elevens naturvetenskapliga lärande. På miljökontoret kan det handla om att följa utvecklingen av vattenkvaliteten. Själva mätningen kan då ses som en operation som är del av en handling att mäta vattenkvalitet. Verksamheten motiveras av upprätthållandet av en god livsmiljö. I ett forskningsprojekt kan det handla om att samla data för att utveckla kunskap om samband mellan till exempel vattnets surhetsgrad och olika ekologiska faktorer. Även då kan mätningen vara en operationaliserad del av en datainsamling. Forskningens motiv är kunskapsutveckling.

Om vi med naturvetenskaplig verksamhet avser verksamhet med motiv att utveckla kunskap om naturen och den fysiska verkligheten så blir pH-mätningen bara del av naturvetenskaplig verksamhet i forskningspraktiken. I undervisningspraktiken realiserar lärare och elever genom sitt konkreta handlande tillsammans en utbildningsverksamhet (även om olika undervisningspraktiker kan framstå som olika framgångsrika i att realisera de samhälleliga motiven).

Praktikgemenskaper och kulturgemenskaper

Vad är det då för slags naturvetenskaplig gemenskap som elever kan bli delaktiga i genom deltagande i NO-undervisningspraktiken? Jag använder begreppet *praktikgemenskaper (communities of practice)* som utvecklats av Jean Lave och Etienne Wenger (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998) och som refererar till den gemenskap som skapas genom en delad praktik. För att referera till den gemenskap som skapas genom delad kultur och beskriva möjligheter till enkulturering för elever som deltar i NO-undervisning så föreslår jag, som komplement till begreppet praktikgemenskaper, begreppet *kulturgemenskaper*.

Enkulturering i praktikgemenskaper

Enkulturering i en praktikgemenskap handlar om att appropriera en praktik med särskilda regel- och vanemässiga sätt att ta sig an problem och hantera objekt. Vi deltar alla i en rad praktikgemenskaper i familjen, på arbetet, genom olika föreningar och annat. I ett klassrum skapas och återskapas en praktikgemenskap då lärare och elever arbetar gemensamt med att iscensätta en undervisningspraktik. I ett forskningslaboratorium skapas en annan praktikgemenskap där de som arbetar i laboratoriet iscensätter en specifik laboratoriepraktik.

Verksamhet bedriver vi som deltagare i en praktikgemenskap. Den praktikgemenskap som elever blir delaktiga i genom sin skolgång är därför en skolpraktikgemenskap. Skillnader mellan skolpraktikgemenskaper och en naturvetenskaplig praktikgemenskap kan beskrivas i termer av vilken verksamhet som realiseras men också i form av vilka relationer som utvecklas mellan deltagare i praktikgemenskapen och tilltro av varandras möjligheter att bidra till utvecklingen av kunskap (jfr Caravita & Halldén, 1994; Resnick, 1987).

I NO-undervisningen kan elever tillägna sig socialt etablerade sätt att handla med naturvetenskapliga resurser som kan bli brukbara i naturvetenskapliga praktiker utanför skolan. Elever kan tillägna sig både teoretiska resonemang och olika laborativa tekniker som till exempel att mäta pH som kan bli användbara i en naturvetenskaplig praktik utanför skolan.

Vi kan däremot inte tala om delaktighet i andra praktikgemenskaper än skolans.¹³ Vi kan alltså inte tala om att elever blir delaktiga i en naturvetenskaplig praktikgemenskap. Inte heller kan vi säga att elever deltar i naturvetenskaplig verksamhet, om vi utgår från att naturvetenskaplig verksamhet är verksamhet vars motiv handlar om att utveckla kunskap om naturen och den fysiska verkligheten. På vilka sätt kan vi då tala om att elever genom NO-undervisning blir delaktiga i något som har med naturvetenskap att göra?

Olika praktikgemenskaper – samma kulturgemenskap

För att tala om vad för slags gemenskap som elever kan introduceras till genom deltagande i en naturorienterande undervisningspraktik föreslår jag begreppet naturvetenskapliga *kulturgemenskaper*. Med kulturgemenskap avser jag den gemenskap som skapas i form av en delad kultur: idéer, vär-

¹³ Det är ju dock möjligt att tänka sig utveckling av praktikgemenskaper som skapas av skola i samarbete med andra verksamheter. Roth m.fl. (2005 s. 175ff.) ger exempel på detta där skola, miljöaktivister och lokalsamhälle gemensamt påbörjar ett arbete kring föreningen av en vattentäkt.

deringar, kunskaper och andra resurser i form av intellektuella och fysiska redskap och sätt att organisera det sociala livet. Delaktighet i en kultur blir synlig i individens verksamhet i praktiken. Samtidigt överskrider kulturgemenskaper praktikgemenskaper: En kulturgemenskap kan omfatta skilda praktiker och verksamheter, såväl naturvetenskaplig verksamhet i verksamhetsteoretisk mening som utbildningsverksamhetens naturorienterade undervisningspraktiker.

Knorr Cetinas (1999) studier av naturvetenskapliga kunskapskulturer synliggör några aspekter av vad som kan konstituera en kulturgemenskap. Knorr Cetina beskriver hur kunskapskulturer kommer till uttryck i skilda epistemiska praktiker utifrån (1) de erfarenheter som deltagarna i kunskapskulturen gör och hur deltagarna förhåller sig till det empiriska arbetet, (2) de redskap och instrument som används i produktionen av kunskap och om interaktionen mellan individ och teknik och (3) hur individer deltar i kunskapskulturens produktion av kunskap. Genom verksamhet i NO-undervisningens praktikgemenskaper kan barn bli delaktiga i en naturvetenskaplig kulturgemenskap med vissa särskilda redskap, sätt att relatera till naturen och den fysiska verkligheten och sätt att relatera till andra deltagare.

Deltagande i en undervisningspraktik som särskild introduktion till kulturgemenskaper

Deltagande i en undervisningspraktik innebär en särskild slags enkulturering till en kulturgemenskap. Ett av skolans särdrag är att lärande inte är en del av det sammanhang där kunnandet ska användas i framtiden (om man bortser från att mycket lärande handlar om att lära för fortsatta studier).

I och med avskiljandet av kulturell och social reproduktion från den vardagliga produktionsmiljön *dekontextualiseras* lärandet (Säljö, 2000 s. 38ff., 211ff.). Barnen kan inte längre se de föremål och processer som de ska lära sig något om utan dessa representeras i ord och bilder genom pedagogiska medier (jfr Ilyenkov, 1974/2002). I skolan är lärande och undervisning ett mål i sig till skillnad från i hemmet där barnet kunde lära sig genom att observera, ta efter och delta i olika aktiviteter. I skolan lär sig elever inte nödvändigtvis om något, exempelvis en hammare, som del av en pågående verksamhet med målsättning att till exempel bygga ett hus (jfr Mercer, 2000). Elever lär sig istället sådant som de ska kunna använda i verksamheter utanför skolan. Så även om elever utför praktiskt arbete i skolan, som att hamra, är skolans överordnade mål inte produktion utan lärande (jfr Resnick, 1987). Dekontextualiseringen är en förutsättning för skolan men

också något som ofta ses som ett av skolans problem (se t.ex. Dewey, 1897/1980; Brown, Collins & Duguid, 1989, 1995; Ilyenkov, 1974/2002; Resnick, 1987; Solomon, 1992b). En del forskare kallar därför skolans verksamhet icke-autentisk (se Brown, Collins & Duguid, 1989) till skillnad från autentiska verksamheter utanför skolan.

I skolan *rekontextualiseras* kunskaper till ett annat sammanhang än det autentiska, en värld av klassrum, läromedel och skolämnen. Lärande i skolan är, till skillnad från lärande utanför skolan, ett systematiskt lärande av kunskaper som utvecklats på andra ställen och som ska användas på ytterligare andra ställen (Carlgren, 1999a). Några specifika drag för lärande i skolan är enligt Lauren Resnick (1987) fokus på individuella prestationer, strävan att lösa problem på generell nivå och att kunna prestera utan att använda andra redskap än penna och papper. Ingrid Carlgren (1999a) menar att ett särdrag för skolan som formar dess verksamhet är att det är en skriftspråklig praktik och att det huvudsakliga innehållet handlar om arbete med texter. Skolpraktikens skriftspråkliga karaktär kan delvis förstås utifrån skolans åskådningsproblem vilket innebär att de sammanhang utanför skolan som eleverna ska lära sig om måste åskådliggöras på olika sätt i undervisningen genom berättelser, text, bild, modeller och simuleringar. Elevers texthantering och textproduktion kan också förstås utifrån aspekter som lärarens behov av underlag för bedömning och värdering av elevers prestationer. Det nya sammanhang som skapas med skolan är alltså språkligt och mer abstrakt (a.a.).

I en NO-undervisningspraktik görs också antaganden om vad naturvetenskap egentligen är, hur undervisningens innehåll relaterar till detta och hur den lärande bör relatera sig själv till andra medlemmar av den vidare kulturen för att tillägna sig ”riktig naturvetenskap” (jfr van Oers, 2001). Med andra ord konstitueras en naturvetenskap i lärares och elevers handling i NO-undervisningspraktiken.

Att elevers deltagande i NO-undervisningspraktiken innebär en särskild introduktion till kultur- och praktikgemenskaper relaterar till frågan om transfer: idén om att det som elever lär sig i skolans praktikgemenskaper ska kunna ha betydelse för deras agerande i praktiker utanför skolan (se t.ex. Ilyenkov, 1974; Lave, 1988; Marton, 2006; Packer, 2001, Saxe, 1991 s. 174ff.). En sociokulturell/kulturhistorisk kritik mot idén om transfer bygger på antaganden om lärande som praktikbundet och att vi inte kan förstå kognitiva förmågor som generella eller fristående från mänsklig verksamhet¹⁴. Med begreppen praktikgemenskap och kulturgemenskap kan vi istäl-

¹⁴ Marton (2006) utvecklar en kritik mot diskussionen om transfer för att det funnits ett snävt intresse för likheter mellan de situationer där transfer undersöks. Marton visar med

let tala om transfer i NO-undervisning både avseende vilka operationer och handlingar som barn tillägnar sig som blir användbara i olika naturvetenskapliga praktikgemenskaper och avseende personlighetsbildning, hur barn utvecklar sätt att relatera till omvärlden som delas i naturvetenskapliga kulturgemenskaper.

I NO-undervisning skapas en särskild praktikgemenskap som i ett samhälleligt perspektiv motiveras av att elever ska utveckla vissa relationer till natur och naturvetenskap. Det är dock möjligt att barn, som deltagare i en undervisningspraktik, kan utveckla sätt att relatera till omvärlden som delas i en vidare kulturgemenskap.

Utveckling av avhandlingens syfte

När vi talar om enkulturering och skola så är det inte självklart i vad för slags sammanhang elever blir delaktiga utöver den direkta praktikgemenskap som klassrummet och klassen utgör. Det krävs en analys av vilken verksamhet som produceras och reproduceras genom lärares och elevers handlande i undervisningspraktiken för att kunna säga något om den levda läroplanen och bildningen av elevers förmågor, intressen och böjelser.

Avhandlingens syfte preciseras utifrån de förda resonemangen i kapitlet till att utveckla kunskap om vilken naturvetenskaplig bildning som möjliggörs i NO-undervisning genom den verksamhet som konstitueras i de handlingar med NO-undervisningspraktikens resurser som elever deltar i. Syftet är deskriptivt och ambitionen är att göra en innehållslig analys av elevers vardagliga göranden i klassrummet.

empiriska exempel att förmåga att urskilja skillnader mellan olika situationer är väl så betydelsefull.

3. NO-undervisningens förändrade förutsättningar

Med utgångspunkt i att NO-undervisningens innehåll konstitueras genom elevers och lärares handlande med undervisningspraktikens resurser, blir undervisningspraktikens utformning betydelsefull för *vad* elever kan lära sig. Vad skola och NO-undervisning är, och kan vara, är dock föränderligt. Under de senaste decennierna har både undervisningspraktiken som sådan, och vår förståelse av den, förändrats.

Syftet med detta kapitel är att diskutera vad en förändrad undervisningspraktik, med förändrade arbetsformer och former för samspel mellan lärare och elever i undervisningen, kan betyda för konstitueringen av NO-undervisningens innehåll. Jag inleder med en beskrivning av vad elever kan få möjlighet att lära i NO-undervisning utifrån studier av klassundervisning, därefter kontrasterar jag klassundervisningspraktiken mot andra framväxande undervisningspraktiker och ställer frågor kring vad dessa förändringar kan betyda för elevers lärande i NO.

Klassundervisning som studerad undervisningspraktik

Det finns en omfattande klassrumsforskning som beskrivit interaktion och kommunikation i klassrummet sedan 1960-talet främst med utgångspunkt i lärarens handlande (för en introduktion till klassrumsforskning se Evaldsson, Lindblad, Sahlström & Bergqvist, 2001). Klassrumsforskningen har beskrivit lärarens beteende i klassrummet som relativt stabilt över tid fram till mitten av 1980-talet (Granström & Einarsson, 1995). De förändringar som beskrivs ha skett i slutet av åttiotalet handlade om fördelning av arbetsformer i klassrummet och andelen tid för helklass, grupparbete eller enskilt arbete (a.a.).

I klassrummet har särskilt det kollektiva samtalet med läraren som samtalsledare analyserats. En tidig beskrivning gjordes av Arno Bellack m.fl. (1966) som beskriver en lektion som uppbyggd av olika sorters språkliga handlingar eller drag (strukturering, begäran, svar och reaktion). Turtagandet i klassrummet har beskrivits med den s.k. I-R-E (eller I-R-F) strukturen som står för initiering, respons och evaluering (eller *follow-up*). Läraren inleder genom att ställa en fråga (initierar), eleven svarar (responderar) och

läraren följer upp och bemöter svaret (evaluering/uppföljning) (jfr Mehan, 1979; Sinclair & Coulthard, 1975). I-R-E/F har ansetts dominera katederundervisning i klassrum i de flesta länder (Wells, 1993; Evaldsson, Lindblad, Sahlström & Bergqvist, 2001). Också andra slags regler för det kollektiva klassrumssamtalet har formulerats som den s.k. två-tredjedelsregeln som är ett kvantitativt mått på lärarens del av samtalstiden i klassrummet (Granström & Einarsson, 1995; Evaldsson, Lindblad, Sahlström & Bergqvist, 2001).

Många studier av klassrumssamtalet pekar på innehållsliga konsekvenser. För att kunna delta i skolans fråga-svar samtal så krävs kunskap om den specifika slags samtal som fråga-svar samtal utgör och att elever med olika kulturell bakgrund har olika erfarenheter av detta sätt att tala (Heath, 1983). Det räcker inte att eleverna ”kan svaret” på en fråga de måste också förstå lärarens fråga som en fråga samt veta hur och när de ska kommunicera det.

I det kollektiva samtalet i klassrummet förhandlas vilka erfarenheter som betraktas som giltiga och vilken slags naturvetenskap som framstår som värdefull och intressant. I undervisning som kännetecknas av fråga-svar interaktion mellan lärare och elever avgränsar lärare ämnet i sina sätt att ställa frågor och sätt att hantera de frågor som elever ställer men också genom sätt att åskådliggöra naturvetenskapliga begrepp och teorier med hjälp exempel. Samtalet är en arena för förhandling av vilka sammanhang och perspektiv på naturvetenskap som är giltiga i undervisningen (jfr van Oers, 1999). Förhandlingar pågår också mellan lärare och elevgruppen om elevuppgifters genomförande. Walter Doyle och Kathy Carter (1984) visar hur det sker en förhandling mellan lärare och elever om frihetsgrader och risktagande i elevuppgifter där elever strävar efter att minska osäkerhet och risk och göra uppgifter enklare och mer rutinartade (jfr även Bergqvist, 1990 s. 117ff.).

I relation till NO-undervisning har det kollektiva klassrumssamtalet analyserats med lite olika fokus på sätt att presentera kunskap (Edwards & Mercer, 1987), hur förklaringar konstrueras (Ogborn m.fl., 1996), vilka frågor som elever ställer och hur läraren hanterar frågorna (Gisselberg, 1991) men också lärarens olika kommunikativa drag (Lidar, Lundqvist & Östman, 2005). Genom klassrumssamtalet utvecklas tematiska mönster som handlar om naturvetenskapliga begrepp och hur de ges mening i relation till andra naturvetenskapliga begrepp (Lemke, 1990). Samtalet i NO-klassrummet är alltså ett samtal i NO-klassrummet och inte ett klassrumssamtal i största allmänhet (jfr Molander, 1997 s. 113f., 202f., som pekar på att klassrumssamtalets funktion skiljer sig åt mellan olika ämnen).

Framväxandet av individorganiserade undervisningspraktiker

Under de senaste decennierna har dock både undervisningspraktiken och vår förståelse av den förändrats. Klassrumsforskning visar idag att elever står för merparten av kommunikationen i klassrummet. När utgångspunkten i studier av samtal tas i den enskilde eleven istället för hos läraren blir beskrivningen av klassrumskommunikationen en annan (Alton Lee m.fl., 1993; Granström, 1992 s. 18; Sahlström, 1999 s. 146ff., 171ff., 2004).

Samtidigt har alltså undervisningspraktiken förändrats. På vissa skolor finns ingen eller knappt någon klassundervisning alls och lärarna framstår inte som lika dominerande i de samtal som pågår. I Sverige är tendensen till individualisering tydlig och kommer till uttryck i införandet av nya arbetsformer som exempelvis ”eget arbete”. Carlgren (1994, 1997) beskriver hur arbetsformerna i lågstadiet förändrades under 1980-talet i samband med övergång till åldersblandad undervisning på många ställen och att motsvarande förändringar skedde under 1990-talet på mellanstadiet. På mellanstadiet kom förändringarna till uttryck i att elever gavs tid på schemat att planera sitt eget arbete och att eleverna under vissa delar av arbetstiden helt ägnade sig åt olika uppgifter beroende på var de var och vad de ville (a.a.).

Utvecklingen av andra arbetsformer än helklassundervisning förändrar interaktionen mellan lärare och elever i klassrummet (jfr Bossert, 1979). Relationer och samspel mellan lärare och elever i klassrummet har förändrats från en lärarcentrerad pedagogik, till en pedagogik som i allt större utsträckning bygger på elevers eget arbete och interaktion mellan elever (Carlgren, 1994; Evaldsson, Lindblad, Sahlström & Bergqvist, 2001; Liljestrand, 2002; Sahlström, 1999). Carlgren (1997 s. 16) beskriver känslan av lugn då hon besöker klassrum med ”eget arbete” och hur sysselsatta alla elever verkar vara. Läraren behövs inte som drivkraft på samma sätt som i klassundervisning utan eleverna planerar och utvärderar sitt eget arbete (jfr Carlgren, 1994). Frågan om att ”hinna klart” ett arbete förflyttas från läraren till eleven. Det blir elevernas ansvar att hinna med kursen, inte lärarens. I och med införandet av andra arbetsformer upplöses också gränser mellan lektion och rast och de flyter allt mera in i varandra (Landahl, 2006 s. 133f.; Nordänger, 2002).

I antologin ”Eget arbete” (E. Österlind Red., 2005) beskrivs arbetsformen som en del av undervisningens innehåll och som uttryck för vissa värderingar och budskap. Nya arbetsformer innebär nya förväntningar på eleverna och eget arbete är en arbetsform som ställer krav på planering, självdisciplin och självständigt arbete. I eget arbete handlar samtalen i klassrummet mellan lärare och elev om att förstå instruktioner, minnas, organi-

sera arbete, välja och benämna innehåll, skriva och redovisa uppgifter (Bergqvist, 2005). Interaktionens förändrade karaktär och samtalens innehåll i eget arbete innebär förändrade betingelser för förhandlingar och diskussioner kring undervisningens innehåll än den som vi kunde se i lärarstyrd fråga-svar interaktion.

Vid förändring av arbetsformer skapas nya resurser för att organisera undervisningen och användningen av gamla resurser kan förändras. I klassundervisning kan vi tala om en särskild form av kollektivt samtal, ett särskilt organiserande av NO-undervisningen med läroböcker (jfr Olofsson, 1998)¹⁵, laborationer och demonstrationsexperiment och en kontinuerlig bedömning av elevens prestationer med läxförhör och prov. I de individorganiserade arbetsformer som växer fram är det allt vanligare att det finns en mängd böcker i klassrummet med likvärdig status i samma ämne. Elever har många olika källor att vända sig till och helt nya slags källor som *Internet* (jfr Nilsson, 2002; se även Almquist, 2005 för en analys av användning av informationsteknologi i NO-undervisning). Den enda läroboken och den ensamma läraren är inte längre ensamma uttolkare av de rätta svaren.

Ylva Ståhle (2006) beskriver i sin avhandling, "Pedagogiken i tiden", framväxten av en individorienterad skola där klassrummet, klassundervisningen och klassen är upplöst. I den grupp skolor Ståhle studerat struktureras elevens arbete med hjälp av handledningssamtal, loggböcker och detaljerade studieinstruktioner på skolornas gemensamma intranät. Detta skapar nya betingelser för förhandling mellan elever och lärare kring utbildningsinnehåll och organisation av arbete. Vi kan inte tala om en kollektiv förhandling av utbildningsinnehåll i klassrumssamtal mellan lärare och elever. Det finns inga sådana kollektiva möten. Förhandlingarna mellan elever och lärare tar nya uttryck. Vi kan inte heller tala om samma slags vardagsanknytning där läraren försöker motivera elever och underlätta deras lärande (även om det finns idéer om projekt- eller problemorienterat lärande). I de skolor som Ståhle beskriver saknas det också skollaboratorier för NO och istället åker eleverna till en konferensgård någon gång per år för att arbeta laborativt.

¹⁵ Enligt Olofsson (1998) visar TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*) lärarenkät att varannan lärare baserar mer än hälften av undervisningstiden på en huvudsaklig lärobok för NO-ämnena och att som komplement används annat lärarproducerat material och referensmaterial i form av tidningsartiklar. 83 % av lärarna förlitar sig ibland eller alltid på elevläromedel då de planerar sina lektioner. Läroboken är också den främsta källan när det gäller att välja uppgifter och övningar för arbete i klassrummet och hemuppgifter.

Ungefär samtidigt med utvecklingen av mer individinriktade arbetsformer förändras skolans styrning på olika sätt: För det första, med kommunaliseringen av skolan 1989. För det andra, med införandet av målstyrda läro- och kursplaner från förskola till gymnasium under 1990-talet. För det tredje, med idén om en timplanelös skola (d.v.s. en skola utan nationella direktiv om hur många timmars undervisning eleven ska få i något visst ämne jfr Eriksson, Arvola Orlander & Jedemark, 2005). Carlgren (1999b) har beskrivit förändringarna som att läraren fått en ny roll som *designer* av undervisningen. Lärare har visserligen alltid ägnat sig åt att planera lektioner, konstruera arbetsuppgifter och prov men det nya är att de kursplaner som infördes med målstyrningen varken anger några självklara arbetsformer eller något specifikt innehåll vilket leder till att lärarens ansvar för undervisningens planering ökar (a.a.). Kursplanemålen är istället formulerade i mer generella förmågor med ”mål att uppnå” och ”mål att sträva mot” och anger inte vilket stoff som ska bearbetas för att dessa förmågor ska utvecklas (jfr *Grundskolans kursplaner och betygskriterier*, 2000).

Avgränsning av avhandlingens syfte

Förändrade arbetsformer och samspel mellan lärare och elever i undervisningen innebär, tillsammans med införandet av målstyrda kursplaner, att förutsättningarna för bestämning och formulering av undervisningens innehåll förändras. Om NO-ämnet inte längre avgränsas i ett kollektivt klassrumssamtal hur avgränsas och förhandlas då undervisningens innehåll? Vad händer med innehållet när det kollektiva samtalet och lärarnas åskådningsarbete (t.ex. genom vardagsanknytning) tappar i betydelse genom införandet av olika former av individorganiserat arbete? Vad händer med innehållet då det inte längre finns några nationella föreskrifter om att undervisningen bör behandla kolvätens uppbyggnad i nians kemi (jfr *Läroplan för grundskolan*, 1962)?

Mycket av vår kunskap om vilket lärande som möjliggörs i NO-undervisning bygger på studier av klassundervisningens redskap och sätt att organisera interaktion mellan lärare och elever och emellan elever. Undervisningspraktikens förändring innebär att nya betingelser skapas för naturvetenskaplig bildning i NO-undervisningen. Med en annan undervisningspraktik skapas andra förutsättningar för NO-utbildning och enkulturering i en naturvetenskaplig kulturgemenskap.

Avhandlingens syfte avgränsas till att utveckla kunskap om den levda läroplan som konstitueras i en målstyrd individorganiserad skola i NO-undervisning i grundskolans senare år.

Preciserad frågeställning

För att förstå vad elever kan få möjlighet att lära sig i framväxande individorganiserade NO-undervisningspraktiker måste vi studera vad som görs i NO-klassrummet med de resurser som finns till förfogande i dessa praktiker. I avhandlingens inledande kapitel har jag utvecklat innebörder av att NO-undervisningens levda läroplan konstitueras genom lärares och elevers verksamhet i klassrumspraktiken. Utifrån syftet, den teoretiska preciseringen i kapitel 2 samt ovan gjorda avgränsning formulerar jag den frågeställning som jag undersöker empiriskt i avhandlingen:

Vilka möjligheter till naturvetenskaplig bildning skapas i elevers deltagande i handling med resurser i en individorganiserad NO-undervisningspraktik?

4. Att studera den levda läroplanen

I detta kapitel beskriver jag mina studier av den levda läroplanen i NO-undervisningen på Granskolan¹⁶. Jag beskriver Granskolan som skola och förutsättningar för NO-undervisningen där, skapandet av det empiriska materialet, mitt arbete att analysera och tolka materialet samt metodiska och forskningsetiska överväganden.

Etnografisk innehållsanalys

Forskningsansatsen är etnografisk. I sin mest karakteristiska form innefattar etnografi en etnografs deltagande i människors dagliga liv under en längre period. Det handlar om att se på vad som händer, lyssna på vad som sägs, ställa frågor och samla in alla tänkbara data som skulle kunna belysa de frågor som jag som forskare är intresserad av (jfr Hammersley & Atkinson, 1995 s. 1). Men etnografi handlar inte bara om att bedriva fältarbete utan också om hur jag förstår och vad jag gör med mitt empiriska material. Harry Wolcott (1999 s. 253) beskriver etnografi som *particular*: "...an account of *particular* social processes as practiced by *particular* people in a *particular* setting." Styrkan med en etnografisk studie är att det blir möjligt att säga något om vad särskilda människor gör i särskilda sammanhang. Det handlar om att studera levande människor som delar ett vardagsliv tillsammans.

Den metodiska ansatsen kan kallas etnografisk innehållsanalys. Med ambitionen att analysera den levda läroplanen avgränsar jag det etnografiska arbetet till sådant som kan tänkas säga något om NO-undervisningens utbildningsinnehåll. I skapandet av det empiriska materialet fokuserar jag exempelvis inte på det sociala samspelet mellan elever i form av bråk i korridoren eller flickors prat om snygga killar på skolan. Min ansats är alltså snävare än den öppna ingång som vanligtvis kännetecknar etnografiska studier (jfr Agar, 1996).

Det finns likheter med min ansats och det som betecknas *grounded theory* i den mening att fältarbetet på den skola som studerats utgått från både empiriskt och teoretiskt grundade frågor om NO-undervisning som verk-

¹⁶ Alla namn på personer och platser är fingerade. Namn på personer har valts så att de ska spegla diversitet avseende bl.a. kön och etnicitet.

samhet (jfr Glaser & Strauss, 1967). Som en förberedelse för det etnografiska fältarbetet gjorde jag en explorativ pilotstudie vid Ekskolan där jag följde två lärares NO-undervisning i år 6-9 under en vecka hösten 2001 (se Andrée, 2002). Genom pilotstudien formulerade jag ett antal teman som jag fortsatt intressera mig för till exempel vad som krävs för att vara en framgångsrik NO-elev, skillnader mellan vad som krävs för ett godkänt och ett högre betyg och ”vardagsanknytning”. Dessa teman kommer på olika sätt tillbaka i avhandlingen i analyserna av elevernas arbete i NO-klassrummet.

En avgörande skillnad mellan min ansats och *grounded theory* är dock att jag inte använt mig av teoretisk sampling i planeringen av fältarbetet. Jag har i princip skapat hela det empiriska materialet först och sedan gått in i analysarbetet.¹⁷

Fältarbete

Fältarbetet bedrevs på Granskolan under läsåret 2002/2003. I detta avsnitt beskriver jag Granskolan och något av det som gör skolan till en särskild skola. En skola är dock alltid en särskild skola med särskilda förutsättningar i form av de människor som är verksamma där och de resurser som finns till förfogande. Genom en studie av NO-undervisningen på Granskolan blir det möjligt att säga något om vilken slags levd läroplan som kan konstitueras i denna. Jag beskriver också tillträde och samtycke, skapandet av det empiriska materialet samt mina relationer till verksamma personer på skolan.

NO-undervisning på Granskolan – en individorganiserad undervisningspraktik

Granskolan är en treparallellig skola med elever från förskoleklass till grundskolans år 9. Skolan har sammanlagt cirka 800 elever och ligger i Stockholmsområdet.

Under mitt år på Granskolan har jag följt Anns undervisning i NO. Ann är utbildad Ma/NO-lärare med inriktning mot grundskolans år 4-9 och undervisar i matematik och NO i år 6 och 7 samt i matematik i år 8. Ann har arbetat som lärare på skolan i två och ett halvt år. Innan hon började arbeta på skolan gjorde hon sin slutpraktik på skolan. Parallellt med sina studier arbetade hon halvtid som lärare i en mellanstadieklass. I sjuan går 31 elever

¹⁷ I en annan mening är dock analys och tolkning en del av hela forskningsprocessen från planering och fältarbetet till resultatredovisning (jfr Hammersley & Atkinson, 1995).

och i sexan går 24 elever. Sjätteklassen följdes under höstterminen 2002 och sjundeklassen under hela läsåret.

NO är indelat i ämnena fysik, kemi och biologi och dessa är i sin tur uppdelade i sammanlagt 43 kursmoment. Under NO-lektionerna arbetar eleverna till största del enskilt eller i grupp med kurskriterier. Kurskriterierna har utarbetats lokalt på skolan för att hantera den nationella målstyrningen och anger vad eleven ska kunna för att bli godkänd eller för att få högre betyg på ett kursmoment. I undervisningen arbetar elever med kurskriterier för att självständigt organisera sitt arbete.

Eleverna har ett traditionellt schema där eleverna i både sexan och sjuan har tre lektioner i NO per vecka varav en lektion vardera i halvklass i laborationssal. Sammanlagt har eleverna i sexan och sjuan tre timmar schema-lagd NO per vecka.¹⁸ Granskolan deltar, genom kommunen, i det nationella projektet ”Timplanelösa skolor”. För elever i år 6-9 innebär det att de har två schemalagda individuella pass i veckan, så kallad ”individuell tid”, som kan användas till arbete i alla skolämnen. Eleverna ska då kunna ta igen sådant som de missat under andra lektioner eller få extra stöd i något ämne. Till exempel kunde några elever arbeta extra med att läsa av Voltmetrar genom att gå till en NO-lärare på individuell tid.

Något som särskiljer Granskolan från andra skolor i Sverige är elevernas slutbetyg i NO i år 9 (jfr tabell 4.1). När eleverna slutar nian får en betydligt högre andel än riksgenomsnittet VG och MVG i NO-ämnena. Till exempel fick 70 % av de elever som slutade nian 2006 VG eller MVG i fysik vilket kan jämföras med 46 % i riket som helhet. Betygsstatistiken synliggör en aspekt av Granskolans särskildhet och pekar på att Granskolan inte är en ”medelskola” vare i sig i riket i stort eller i kommunen. En möjlig tolkning är att det kan ha något att göra med undervisningspraktiken. Det väcker frågor kring Granskolans levda läroplan: Vad är det för utbildningsverksamhet som produceras och reproduceras i lärares och elevers handlingar i NO-klassrummet? Och på vilka sätt kan dessa handlingar skilja sig från annan NO-undervisning?

¹⁸ Detta kan jämföras med att eleverna i både sexan och 7:an har avsatt 2 timmar och 40 minuter för matematik på schemat per vecka. NO är alltså ett större ämne tidsmässigt jämfört med matematik i år 6 och 7 även om NO sett till hela grundskolans timplan tillsammans med teknikämnet har 800 timmar jämfört med matematikämnets 900 timmar.

Tabell 4.1 Andel elever med VG och MVG som slutbetyg i NO på Granskolan och i riket (statistik ur SIRIS för 2003, 2005 och 2006).

	<i>På Granskolan</i>	<i>I riket</i>
<i>2003</i>		
biologi	62 %	49 %
fysik	62 %	46 %
kemi	60 %	43 %
NO	-	46 %
<i>2005</i>		
biologi	59 %	49 %
fysik	59 %	45 %
kemi	65 %	43 %
NO	-	47 %
<i>2006</i>		
biologi	63 %	49 %
fysik	70 %	45 %
kemi	68 %	43 %
NO	-	48 %

Tillträde och samtycke

I augusti 2002 kontaktade jag rektor vid Granskolan angående avhandlingsprojekt. Kort därefter anmälde Ann som sitt intresse att delta. Efter ett första informationsmöte med Ann träffade jag eleverna i klass 6 och 7 och informerade dem om avhandlingsprojektet. Jag beskrev i korthet att jag ville delta i NO-undervisningen under läsåret för att lära mig mer om vad de sysslade med. Elevernas föräldrar fick brev om studiens syfte med information om hur de kunde komma i kontakt med mig för att få svar på eventuella frågor kring studien eller för att avböja sitt barns medverkan. Inga föräldrar kontaktade mig dock med frågor eller invändningar. Ett antal elever har också deltagit i formella intervjuer, för dessa elever har ett särskilt skriftligt samtycke inhämtats från eleverna och deras föräldrar. Övriga NO-lärare på skolan informerade jag muntligt under ett lärarlagsmöte om min närvaro på skolan och mitt forskningsintresse.

I en etnografisk studie krävs inte bara ett formellt initialt samtycke utan också ett kontinuerligt informellt samtycke. Det informella samtycket handlar om att lärare och elever ska vilja prata med mig som forskare, svara på mina frågor och att gå med på att bli bandinspelade. Oftast har informellt samtycke givits men inte alltid. I några situationer har jag fått backa som forskare, till exempel har elever vid några tillfällen sagt att de inte ville ha bandspelaren vid sitt bord vilket jag självklart respekterat.

Funktioner och relationer i fält

Som forskare kan jag inte undgå min egen person; att jag är kvinna och förhållandevis ung i relation till skolans lärarkollegium och en vuxen som andra vuxna på skolan i förhållande till eleverna. Innan jag presenterat mig för lärare och elever antog de flesta att jag var *lärarkandidat* och lärare frågade om mina studier i fikarummet. När jag väl presenterat mig verkade de flesta se på mig som *forskaren*. En elev kallade mig för *spionen*. Ibland när hon såg mig komma i korridoren innan lektionen utropade hon: *Där kommer spionen!* Ibland kom dock frågor upp i klassrummet om jag inte skulle bli NO-lärare i alla fall.

Som deltagande observatör satt jag i huvudsak i ett hörn och skrev så mycket jag orkade. Bandspelaren stod på ett bord hos några elever i närheten. Ibland undrade eleverna vad jag skrev: *Skrev du ner det?* Under en lektion ser några elever att jag skriver läraren och ropar till läraren, Ann: *Hon skrev om dig Ann! Jag misstänkte det*, svarar Ann. Ibland fick jag frågor om hur jag hann skriva så mycket och hur jag orkade skriva hela tiden. Men oftast var det ingen som brydde sig särskilt mycket om mig i klassrummet.

När jag frågade eleverna om hur det varit att ha mig där under året svarade de:

Sofia: Vi har inte märkt nånting.

Elinor: Vi har inte märkt så mycket på dig.

Sofia: Du sitter i nåt hörn och så ligger bandspelaren nånstans så man tänker inte. (Elevintervju, F3).¹⁹

Tova: Jag tycker mest att du har varit ganska så *osynlig* att du mest har skrivit i ett hörn och inte så där.

Line: Men det är bra att man liksom inte ”jaha vad gör du nu kan du berätta för mig exakt den här ekvationen”.

Åsa: Ja sen att du är lite mer så här osynlig så att man

Nike: Så att du verkligen ser vad som händer.

Åsa: Man vet ju liksom inte vad du antecknar och grejer.

Tova: Alltså man tänker inte så. (Elevintervju, F2).

Sara: Men annars alltså det är som vanligt alltså det är ju rätt så likt.

Maria: Ja?

Sara: Det är ju inte så jättstor skillnad men man liksom undrar vad du skriver och lite så här. Om dom som har bandspelaren, vissa, jag blir så här att jag ska jobba extra mycket, men vissa blir mer så ”alltså jag har en liten idé” (Elevintervju, F1).

¹⁹ Notationer för transkription redovisas på s. 60.

Bandspelaren är kanske det som har varit mest påtagligt närvarande i klassrummet för eleverna: ”Ibland har det vart lite så här att om man till exempel ska prata om nåt viktigt så ligger bandspelaren på bordet.” (Elevintervju, F4). På så sätt har bandspelaren ibland upplevts som störande av elever. Särskilt de första lektionerna väckte bandspelaren mycket intresse. Vid ett tillfälle blev det till och med bråk för att en flicka inte fick ha bandspelaren på sitt bord. Ibland har elever riktat sin uppmärksamhet på bandspelaren på sitt bord, berättat om vad som händer i klassrummet, vad de gör och hur de ser på olika saker. Exempelvis har en flicka vid flera tillfällen berättat för bandspelaren om hur illa hon tycker om NO och hur svårt det är. Dessa små berättelser är elevrapporter om NO-undervisningen som också de är intressanta som empiriskt material tillsammans med övrigt material.

Jag har haft en ganska tillbakadragen roll som deltagande observatör. Ibland när det varit mycket rörelse i klassrummet har jag gått runt, antecknat och småpratad lite med elever om vad de håller på med och hur de ser på sitt arbete. Jag har dock försökt undvika att gå in som *hjälp lärare* och svara på elevers frågor om olika uppgifter. Särskilt i början, när eleverna var oklara över vad jag gjorde där, bad de mig om hjälp med olika problem. Så småningom avtog elevernas frågor och de accepterade att jag inte var i klassrummet som lärare.

Som deltagande observatör har jag pendlat mellan att vara tydligt närvarande i rummet för övriga deltagare och att vara, eller åtminstone känna mig som, nästan osynlig. Beroende på vad som händer så kan uppmärksamheten snabbt skifta från obefintlig till att jag (eller bandspelaren) befinner mig (sig) i rampljuset. Med min närvaro i klassrummet är jag dock alltid både deltagande och observatör. Även om jag står utanför det som övriga gör i klassrummet så är jag där och även om jag deltar i någon aktivitet så kan jag, i min egenskap av forskare, inte undvika att observera.

Det empiriska materialet

Under studiens gång har jag deltagit i undervisning och pratat med de lärare och elever som deltagit i denna undervisning. Men jag har också mött och samtalat med annan skolpersonal: andra NO-lärare, lärare i andra ämnen, studie- och yrkesvägledaren, bibliotekarien och den fasta vikarien. Jag har mött dem i lärarnas fikarum men också i bibliotek, arbetsrum och klassrum. Jag har således flera former av empiriskt material: fältanteckningar, bandinspelade samtal (från lektioner och i formella intervjuer), dokumentation av artefakter (läromedel, lokala styrdokument, elevarbeten, fotografier, webb-

material m.m.). En förteckning över det samlade empiriska materialet redovisas i bilaga 1.

Fältanteckningar

Fältanteckningar har förts vid alla lektioner som jag deltagit i. Jag har inte använt mig av något strukturerande observationsschema utan anteckningar har gjorts fritt och löpande. Efter i princip varje lektionstillfälle har jag skrivit rent och utvecklat fältanteckningarna.²⁰ Jag har pendlat mellan att beskriva vad som händer i klassrummet utifrån lärarens agerande till att beskriva samspelet i en enskild grupp vid en arbetsbänk, vad eleverna gör och samtalar om.

Exempel på fältanteckningar som fokuserar på läraren är följande utdrag från en laboration i år 7 den 22 oktober:

Läraren skriver på tavlan ”L39 s 78”.

Läraren: Arkimedes princip ska ni göra idag. Det är labben på sidan sjuttio-åtta.

Emil som sitter längst ner i klassrummet protesterar och säger att han vill arbeta med biologiarbetet som ska vara inlämnat på fredag. Läraren är inte på humör för diskussioner idag och visar att det inte är någon idé att ifrågasätta vad de ska göra.

Någon rycker i dörrhandtaget utanför. Läraren öppnar och säger åt dem att sluta och stänger igen.

Läraren visar det material eleverna ska använda genom att hålla upp det och hur de ska montera ihop det. Läraren monterar upp en egen labbuppställning på katedern. Hon visar de två cylindrar som de ska använda; en i aluminium och en i mässing, och säger att de ska lista ut själva vilken som är vilken. Hon säger att de när de räknar bara ska använda en decimal och att hon vill ha in en labbrapport. Om de vill ha mer än godkänt på labbrapporten kan de läsa i teorirutan på sidan sjuttioett om Arkimedes princip innan de skriver rapporten.

Emil: Hur får vi veta om vi får mer än G?

Läraren: Det skriver jag på de arbeten ni lämnar in där ni kan få mer än G. (F 2002-10-22, 7:an halvklass pojkar)

I fältanteckningarna från arbetet i en grupp exempelvis under en laboration har jag försökt fokusera vad eleverna gör och vad de säger. Nedan är ett exempel på fältanteckningar från en laboration i år 6 där jag fokuserat på Antons och Axels arbete:

Axel och Anton har hållt i kaliumnitratet (eller salpetern som det står i boken) i den lilla bägaren. De rör om och säger att det inte händer något.

²⁰ Vid några tillfällen har renskrivning av fältanteckningarna av olika omständigheter dröjt någon dag eller vecka.

Anton (rör): Det blir ju socker typ.
Martin (som sitter vid bordet bredvid ropar): Det finns inget kvar.
Anton (till Martin): Martin det löses upp va.
Martin: Ja.
Anton (till Axel): Det löses upp. Skriv det så fixar jag mera. Fyra gram.

Anton går för att hämta ytterligare fyra gram kaliumnitrat att hålla i bägaren vilket de ska göra enligt laborationsanvisningen. Axel går och hjälper till. I boken har de skrivit ”De löses upp” som svar på frågan vad som händer när de blandat 2 gram kaliumnitrat med vatten. (F 2002-10-23, 6:an pojkar)

Jag har också fältanteckningar från möten, informella samtal med lärare, elever och annan personal i anslutning till lektioner, i korridorer och i fikarum. Nedan är ett exempel på fältanteckningar från lärarnas fikarum (Ted är ledare för NO-lärarnas ämneskollegium):

Ted berättar att Nisse (en annan NO-lärare) har sagt ifrån att han inte kan sätta blockbetyg i NO och att han blivit nedkallad till chefen därför. Ted berättar att de nu sätter ämnesbetyg i NO. Det vill säga betyg i fysik, kemi och biologi var för sig. Men chefen sa i början av terminen att han vill införa blockbetyg och att han vill få goda argument mot för att inte göra det. Ted och Ann säger att ämnena är så olika och att en elev kan vara väldigt bra på biologi utan att vara särskilt bra på fysik. (F 2002-10-14, lärarnas fikarum).

En skillnad i de olika fältanteckningarna är att under lektionerna har jag antecknat löpande medan fältanteckningarna från andra sammanhang som till exempel fikarummet är skapade i efterhand varför de har en mera refererande karaktär.

Utdrag ur fältanteckningar noteras ”F”, datum för anteckningarna samt vilken lektion det gäller (sexan eller sjuan och i det fall det handlar om en halvklasslektion samt huruvida det är halvklass med flickor eller pojkar) eller något sammanhang (t.ex. samtal med läraren i fikarummet). Till exempel (F 2002-10-10, 6: an halvklass flickor) eller (F 2002-10-10, samtal med läraren).

Inspelade samtal

Som stöd i mina deltagande observationer har jag spelat in lektioner på ljudband med digital bandspelare (en *Sony mini disc recorder* med inbyggd mikrofon).

Ljudinspelning har valts före kombinerad ljud- och bildinspelning av flera skäl. Ljudbandspelaren är liten och enkel att flytta runt under lektionens gång. Därmed har jag kunnat koncentrera mig på att vara närvarande i klassrummet och skriva fältanteckningar. En videobandspelare kräver an-

tingen uppmontering före lektionens början på en plats i rummet, eller en rörlig videokamera. En fast videokamera innebär att jag på förhand måste bestämma vad av det som kommer att utspela sig i klassrummet som jag ska dokumentera. I en undervisning där eleverna inte har några bestämda platser, eller bestämda grupper som de arbetar i, blir den fasta videokameran en oflexibel lösning. Med en fast videokamera utsätter jag mig för risken att filma ett par tomma bänkar. Alternativet är en rörlig videokamera som följer elevernas arbete och rörelse i rummet, men denna variant kräver antingen ytterligare en deltagande forskare, eller att jag inte skriver fältanteckningar. Som en enkel, ekonomisk och flexibel lösning har jag därför valt att använda mig av ljudbandspelare som komplement till fältanteckningar och dokumentation av artefakter.

Avsaknaden av bildinspelning skapar dock vissa begränsningar i analysen av elevers arbete i NO-undervisningen. Jag kan till exempel inte analysera kroppsliga uttryck, gester, miner och så vidare. Jag saknar också det stöd som bilden kan utgöra för transkription och tolkning av vad som sägs på ljudbanden, även om fältanteckningarna utgör en annan form av stöd. Oavsett val av sätt att dokumentera det som sker i klassrummet så är jag som forskare alltid vara tvungen att välja bort aspekter i något skede; i själva skapandet av det empiriska materialet, i transkriptionen eller i analysen.

De flesta lektioner (57 av 65 besökta lektioner, se bilaga 1) har spelats in på ljudband. De lektioner där ljudinspelning saknas är de två första lektionerna då jag också informerade om studien, två lektioner som jag bedömde onödiga att spela in (SYO:s information om gymnasiet och när elever enskilt svarade på enkät om alkohol och droger) samt fyra lektioner då jag drabbats av något tekniskt problem som att batterierna tagit slut eller att någon elev stängt av bandspelaren. Bandspelaren har i de flesta fall placerats på ett arbetsbord i klassrummet där två eller tre elever sitter. Bandspelaren har placerats hos olika grupper av elever vid olika lektionstillfälle för att dokumentera en variation av elevers arbete såvida jag inte haft särskilt intresse exempelvis av att följa upp något som hänt under en tidigare lektion (t.ex. att följa ett grupparbete över flera lektioner).

Utöver många informella samtal med läraren, främst i anslutning till lektioner, har jag två bandinspelade formella intervjuer, en från början och en från slutet av min vistelse på skolan. Jag har också bandinspelade intervjuer med tolv flickor och fyra pojkar i år 7. Eleverna intervjuades i grupp om två till fyra elever. Sammanlagt har jag sex gruppintervjuer. Flickorna intervjuades på våren i slutet av år 7 medan pojkarna intervjuades under vintern i år 8. Anledningen till att pojkarna intervjuades först påföljande läsår och det låga antalet intervjuade pojkar är att Granskolan stängdes under två

veckor i slutet av vårterminen på grund av Kommunalarbetareförbundets strejk. Detta ledde till att de då inplanerade intervjuerna med pojkar i sjuan ställdes in. När jag återkom påföljande läsår tog det lång tid att få nytt tillträde till klassrummet för att boka tider för intervjuer och elevernas intresse av att delta var inte lika stort. De pojkar som jag slutligen intervjuar har därmed mera erfarenhet av NO-undervisningen på skolan än de intervjuade flickorna och pojkarna har dessutom hunnit få sitt första preliminära betyg i NO. Samtidigt har jag som intervjuare en större distans till NO-undervisningen på skolan genom min frånvaro från den under en hel termin. Detta innebär att jag och de intervjuade pojkarna är mera främmande inför varandra. En konsekvens är att jag kan inta rollen som okunnig och oförstående för vad som pågår i klassrummet och ställa ”dumma” frågor. Samtidigt kan jag inte på samma sätt ta konkreta händelser i klassrummet som utgångspunkt för vårt samtal vilket innebär att dessa samtal får mindre karaktär av etnografisk intervju (jfr Hammersley & Atkinson, 1995 s. 139ff.).

Transkription av lektioner och intervjuer

Alla bandinspelade intervjuer har transkriberats i sin helhet. Därutöver har sex lektioner transkriberats i sin helhet samt delar av ett större antal lektioner. Arbete och diskussioner som framstår som intressanta i relation till de teman som utvecklas i avhandlingen har valts ut för transkription med utgångspunkt i en analys av fältanteckningarna.

Tal- och samtalstranskriptioner kan göras med olika noggrannhet beroende på vad som studeras. De transkriptioner som återges här är att betrakta som grova (jfr Linell, 1994 s. 10f.). Alla transkriptioner har gjorts av mig själv. Transkriptionen är ordagrann och alla identifierbara ordförekomster anges inklusive tvekan och andra uttryck (hm, mm, uhm och så vidare). Transkriptionen är stavningsnormerad vilket innebär att konventionell stavning används fullt ut, ofullständiga ord har fått formen av fullständiga. Inga pauser markeras. Följande notationer, som jag i huvudsak lånat från Per Linell (1994 s. 28ff.), har använts i de återgivna transkriptionerna:

<u>Understruken text</u>	samtidigt tal.
, (komma)	fortsättnings- eller uppräkningsintonation
. (punkt)	avslutningsintonation
?	frågeintonation
-	avbrott, avbrutet ord
--	avbrutet, ev. utebbande, yttrande
<i>Kursiv</i>	betoning

VERSALER	extra kraftig ljudstyrka/röstvolym
” ”	uttalat med förställd röst, alternativt som om utsagan yttrats av någon annan eller att en text läses
xxx alt. xxx xxx	ohörbart ord alternativt flera ohörbara ord
((<i>reser sig upp</i>))	något som händer i rummet.
[skolans rektor]	syftning t.ex. han i ett yttrande syftar på skolans rektor
[ca 7 turer]	utelämnad sekvens markeras inom hakparentes med en ungefärlig uppskattning av det antal talturer som utelämnats.

Utdrag från transkriberade lektioner noteras ”T”, datum och klass (t.ex. T 2002-10-10, 7:an). Utdrag från transkriberade intervjuer noteras med den beteckning som jag gett den aktuella intervjun. Intervjuerna med läraren betecknas ”Läraryntervju 1” och ”Läraryntervju 2”. Intervjuerna med eleverna betecknas ”Elevintervju, F1”, ”Elevintervju, F2” och så vidare för intervjuer med flickor respektive ”Elevintervju, P1” och ”Elevintervju, P2” för intervjuer med pojkar. För en översikt över de olika intervjuernas beteckningar, deltagare och datum för intervjuer se bilaga 1.

Jag hänvisar i några fall till bandinspelningar som inte är transkriberade. Dessa noteras ”B” (t.ex. B 2002-10-10, 7:an). Hänvisningar till dokument som till exempel prov, instuderingsuppgifter med mera redovisas som (2003-04-01, prov i ellära).

Dokumentation av artefakter

Avslutningsvis har jag dokumenterat olika artefakter i NO-undervisningen. Jag har samlat in dokument dels skolans lokala styrdokument med kriterier för NO-undervisningen, dels undervisningstexter i form av läromedel, instuderingsuppgifter, prov, annat utdelat materiel samt vissa elevtexter. Jag har också dokumenterat den fysiska miljön i form av klassrum, laborations-salar, korridorer och materielrum med digital kamera.

Analytiskt arbete

Att göra en antropologisk/etnografisk studie innebär ett sökande efter innebörd i kulturella uttryck som ord, handlingar, symboler, ritualer och artefakter (jfr Geertz, 1991; Wolcott, 1999). I syfte att göra en etnografisk innehållsanalys avgränsas bearbetningen av det empiriska materialet till sådana uttryck som kan bidra till förståelse av arbetet i klassrummet som utbildningsverksamhet.

Att studera det välbekanta

Det kan vara svårt att gå in som deltagande observatör i en relativt välbekant miljö. Forskare som gör etnografiska studier av skolan utsätter sig för risken att vara för hemmastadda i skolan och ta mycket av det som människor gör för givet och självklart (jfr Hammersley & Atkinson, 1995 s. 99ff.). Ytterligare en risk är att jag bara ser det som intressant som människor i den studerade praktiken ser som intressant (Becker, 1998 s. 67ff.). Detta är givetvis i någon mån oundvikligt då jag och de elever och lärare som verkar i klassrummet lever i samma samhälle.

Min bakgrund med grundskollärautbildning i matematik och naturorienterande ämnen bidrar till att skolan som institution är mig välbekant. Inledningsvis tvingades jag brottas med mina egna normativa föreställningar om vad som var gott och om hur NO-undervisning borde organiseras. Med mina normativa "lärarglasögon" hade jag svårt att se och beskriva vad elever och lärare faktiskt gjorde i klassrummet. "Lärarglasögonen" innebar även att jag gärna fokuserade på lärarens göranden, snarare än elevernas, och huruvida eleverna gjorde som läraren sagt. Successivt under fältarbetets gång har jag dock kunnat distansera mig från det som "borde vara" och närmat mig det som pågår.

Beskrivning och systematisering av det empiriska materialet

En grundfråga genom hela avhandlingsarbetet har varit hur jag kan få syn på undervisningens innehåll. Jag började med att försöka skapa en beskrivning av Granskolans NO-undervisning. De frågor som jag ställde var: Vad är det som pågår här? Vilka uppgifter arbetar elever med? Vilka problem uppkommer i arbetet? Och vad är det som produceras i arbetet i klassrummet? I de två första resultatkapitlen (kapitel 5 och 6) kommer denna beskrivande ambition till uttryck i relativt omfattande beskrivningar av betingelser för och redskap i de studerade NO-undervisningspraktikerna.

Det empiriska materialet har bearbetats och systematiserats på många olika sätt under arbetets gång. Jag har bland annat upprättat en databas över bandinspelningarna samt sammanställt och jämfört de insamlade texterna i olika avseenden (t.ex. tabeller över relationer mellan övningsuppgifter, prov, kurskriterier och läromedel). Genom detta systematiseringsarbete har jag framförallt lärt känna det empiriska materialet men även formulerat idéer till analys, varav vissa visat sig fruktbara medan andra lämnats därhän senare i det analytiska arbetet.

Analys och tolkning

Med utgångspunkt i det verksamhetsteoretiska perspektivet har jag formulerat frågor till det empiriska materialet som: Vilka handlingar deltar eleverna i? Vilka redskap använder eleverna i sitt arbete? I vilka avseenden kan eleverna omvandlas genom deltagande i de olika handlingarna?

Genom analys av elevers deltagande i *handling med redskap* har jag identifierat två olika undervisningspraktiker i den studerade NO-undervisningen. Det är två praktiker där eleverna använder olika redskap i olika produktion: en kriteriebaserad undervisningspraktik och en laborationspraktik. I kapitel 5 analyserar jag elevernas deltagande i handling med kurskriterier som är ett redskap som används för att strukturera arbetet i den praktik som jag kallar den kriteriebaserade undervisningspraktiken. I kapitel 6 analyserar jag elevernas deltagande i handling med laborationspraktikens redskap. Genom att jämföra vad eleverna gör med kurskriterierna respektive de laborativa redskapen urskiljs olika handlingar, med olika mål. Till exempel visar analysen av elevernas arbete med att skriva slutsatser i laborationspraktiken att eleverna deltar i två olika handlingar och att dessa handlingar kan realiseras genom flera olika strategier beroende på vilka redskap som tas i bruk. Genom att analysera elevernas handling med undervisningspraktikernas redskap kan vi få syn på vilket föremål som omvandlas, vilka motiv denna omvandling kan svara mot och samtidigt vilken verksamhet som konstitueras.

I kapitel 7 och 8 fokuserar jag några tematiska aspekter av handlingarna i de två undervisningspraktikerna. I kapitel 7 analyserar jag handling med ett särskilt redskap, vardagsanknytning, som är del av NO-undervisningens kunskapsretorik. Vardagsanknytning är ett redskap för produktion av kunskap som används i Granskolans båda undervisningspraktiker samt i den traditionella klassundervisningen. Analysen gör det också möjligt att diskutera den levda läroplanen på Granskolan i relation till traditionell klassundervisning samt betydelsen av NO-undervisning som särskild praktik för den levda läroplan som konstitueras.

I kapitel 8 analyseras elevernas olika *deltagande* i NO-undervisningspraktiken. På basis av det empiriska materialet och teoretiska antaganden om arbete i en kunskapande praktik, urskiljer jag några dimensioner som gör att skilda sätt att delta i undervisningspraktiken framstår som rimliga. Det handlar dels om betingelser för elevernas arbete i klassrummet som har att göra med att elevernas arbete sker i relation till en förestående bedömning genom att jämföra risk och osäkerhet för deltagande i olika handlingar i den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken. Dels om jämförelser mellan situationer där elever tar avstånd från NO med

situationer där elever framställer sig som blivande naturvetenskapliga forskare.

De olika analyserna bidrar sammantaget till att utveckla svar på frågeställningen om vilka möjligheter till naturvetenskaplig bildning som skapas i elevers deltagande i handling med resurser i Granskolans individorganiserade NO-undervisningspraktik.

Forskningsetiska överväganden

NO-lärarna på skolan bad mig skriva på en sekretessförbindelse vilken jag undertecknade i samband med att jag utkvitterade en nyckel till skolan. Innebörden av denna förbindelse var i huvudsak att inte lämna ut känsliga uppgifter som rör elever och deras närstående till utomstående. Utöver denna förbindelse har de etiska krav som Vetenskapsrådet (2002) formulerar varit vägledande.²¹

Ett forskningsetiskt problem med en etnografisk ansats är relaterat till ambitionen att skapa generaliserbar kunskap genom en detaljrik beskrivning av ett specifikt kulturellt sammanhang. Detta innebär att trots att jag använder fingerade namn på både personer och skolor så är det möjligt att någon läsare, särskilt de som deltagit i studien, kommer att kunna identifiera sig själva eller andra deltagare. Undersökningsdeltagarna kan exempelvis känna igen sina egna, och andra deltagande personers, utsagor i den gemensamma kommunikationen i klassrummet. Jag upplever det dock som oundvikligt att helt komma åt problemet eftersom forskningsobjektets karaktär är av sådan art att det inte kan studeras utan en relativt omfattande beskrivning av undervisningens sammanhang. Med tanke på det stora antal skolor, lärare och elever som finns i Stockholmsområdet bedömer jag det dock som troligt att användning av fingerade namn på undersökningsdeltagare och skola räcker långt för att majoriteten av läsarna inte ska kunna identifiera enskilda personer.

²¹ Vetenskapsrådets (2002) fyra etiska krav syftar till att skydda den enskilde individens integritet: informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. Beskrivningar av hur jag informerat om studien samt fått formellt och informellt samtycke har jag redogjort för i tidigare avsnitt. Konfidentialitetskravet innebär att uppgifter om alla i en undersökning ingående personer ska ges största möjliga konfidentialitet. Vidare ska personuppgifter förvaras så att obehöriga inte kan ta del av dem. Nyttjandekravet hanteras på så sätt att uppgifter insamlade om enskilda personer inte kommer att användas för annat än forskningsändamål och inte till exempel för kommersiella syften eller i myndighetsutövning.

5. Den kriteriebaserade undervisningspraktiken

”Grönt papper idag...”

Det är måndag den 18 november och sexornas kemilektion har precis börjat. Läraren tar fram en bunt ljusgröna papper som hon håller upp för eleverna:

Läraren: Grönt papper idag. Det står kravnivåer för kursmomentet ”Ämnen omkring oss”. ”Ämnet kemi år sex”. ”År sex” står det. Precis som ni fick i biologin. Godkänt, eller den som är målen i sexan och så finns det strävansmål. Jag tänker på *fredag* gå igenom det här pappret, å se till att alla har liksom rätt svar på grejerna men jag vill att ni redan *innan* det har jobbat med dom, så ni själva skriver vad det är för olika svar på dom olika punkterna. Så att ni inte bara sitter och skriver av det som jag skriver på fredag. (T 2002-11-18, 6:an).

Ungefär så här brukar varje nytt arbetsområde eller kursmoment i NO-undervisningen på Granskolan inledas. Detta är en undervisningspraktik där elever i huvudsak arbetar på egen hand med vad som kallas kurskriterier, betygs-kriterier eller kravnivåer.²² I början av varje nytt kursmoment får eleverna ett papper med kurskriterier som anger vad eleverna ska klara för att få ett visst betyg. Eleverna uppmanas därefter att arbeta med kurskriterierna så att de ska vara förberedda inför lärarens genomgång av dem. Vid nästan varje lektion som inte är ett laborationstillfälle arbetar eleverna med kurskriterierna på något sätt: Eleverna ”skriver svar” på kriterierna, de ”tränar” på kriterierna och läraren går igenom kriterierna.

I detta kapitel analyserar jag vilket utbildningsinnehåll som konstitueras genom elevers arbete i den kriteriebaserade lärandepraktiken. Jag inleder

²² I den fortsatta texten använder jag beteckningen kurskriterier såvida jag inte citerar en annan beteckning i det empiriska materialet. När elever och lärare talar om dokumenten använder de beteckningarna kurskriterier eller kravnivåer. Min tolkning är att det inte finns någon egentlig skillnad mellan kravnivåer, kurskriterier och betygs-kriterier. Kravnivåer är troligtvis en äldre beteckning som har hängt med. Den diskett med lokala NO-kursplaner som jag fick innehöll mappar med ”kriterier”. Några av dokumenten i kriteriemapparna kallas kravnivåer. Det gäller för kursmoment i år 6 och några kursmoment i år 7. Antagligen har kursmomenten i främst år 8 och 9 reviderats i och med att de använts som underlag för betygsättning och då har de fått beteckningen betygs-kriterier istället.

med en introduktion till kurskriterierna som lokala styrdokument och redskap för organisation av undervisningen. Därefter analyserar jag vilka handlingar elever deltar i genom arbete med kurskriterier för att kunna säga något om vilken slags naturvetenskaplig bildning som möjliggörs. Avslutningsvis diskuterar jag innehållet i den kriteriebaserade undervisningspraktiken utifrån de verksamhetsföremål som arbetet kan förstås i relation till.

Kurskriterier i den kriteriebaserade undervisningspraktiken på Granskolan

På Granskolan har utvecklingen av lokala kurskriterier inneburit att en ny sorts undervisningspraktik vuxit fram där *eleverna* arbetar med kurskriterierna som en del av det vardagliga arbetet i NO. Som en bakgrund till användningen av kurskriterier i den kriteriebaserade lärandepraktiken beskriver jag inledningsvis hur vi kan förstå Granskolans kurskriterier som lokala styrdokument nedan. Jag beskriver också kortfattat hur NO-ämnenas kunskapstraditioner materialiseras genom de lokala kurskriterierna.

Kurskriterier som lokala styrdokument

Den svenska mål- och resultatstyrningen av skolan bygger på att varje kommun ska fastställa en skolplan som visar hur kommunens skolor ska organiseras och utvecklas. Läroplanen, kursplanerna och den kommunala skolplanen ska sedan vara utgångspunkt för den enskilda skolans rektor, lärare och elever att anpassa innehåll, organisation och arbetssätt till lokala förhållanden i en lokal arbetsplan. I de lokala styrdokumenterna ska de nationella målen och riktlinjerna för varje skolämne konkretiseras och utvecklas. Däremot finns det inga direktiv för den konkreta utformningen av skolans arbetsplan (Skolverket, 1998).

Den typ av dokument som på Granskolan kallas kurskriterier är en slags lokal arbetsplan som utvecklats på lokal nivå för att hantera målstyrningen. NO-lärarna på Granskolan har skrivit både lokala kursplaner och lokala kurskriterier. Kursplanerna anger vilka kursmoment som ska bearbetas varje år och kurskriterierna anger vad eleverna ska klara att göra efter varje kursmoment för att få ett visst betyg (kurskriterierna är alltså en slags lokala betygskriterier). Lärarna har delat in de naturorienterade ämnena i fyrtiotre kursmoment som eleverna ska läsa från år 6 till år 9 (för en översikt se bilaga 2). I den lokala kursplanen för kemi i år 6 ingår exempelvis kursmomentet ”Ämnen och kemiska reaktioner”. Till varje kursmoment hör en uppsättning kurskriterier, som specificerar vad eleven skall klara för att

”uppnå nivån godkänd” och för att ”arbeta mot strävansmålen för kursen”²³. (Exempel på kurskriterier/kravnivåer finns i bilagorna 3-5).

Att utveckla lokala kursplaner är ett av flera sätt att utforma en lokal arbetsplan. Jonas Österberg (2004) urskiljer tre olika slags lokala arbetsplaner i en studie av lokala arbetsplaner vid olika skolor. En slags arbetsplan föreskriver *vad* eleven ska kunna i varje enskilt ämne. Arbetsplanen består då av en katalog med de olika målen för varje ämne. En annan slags arbetsplan beskriver *hur* skolan ska arbeta för att uppnå de mål som formuleras i nationella styrdokument. En tredje slags arbetsplan är inte uppdelad i skolämnen utan handlar om prioriterade områden på skolan som skolans sociala arbete. Det finns också skolor som i en utvecklingsplan skriver fram en plan för skolans samlade kunskapsmässiga och sociala arbete. Lokala kurskriterier är alltså inte något som skolor måste skriva. Samtidigt är utformningen av den lokala arbetsplanen som lokala kurskriterier inte något som är unikt för Granskolan utan ett sätt som utvecklats för att hantera skolans målstyrning lokalt på många skolor.

Kurskriterier som uttryck för skilda kunskapstraditioner inom NO-ämnena

I kurskriterierna har lärarna byggt in idéer och distinktioner kring NO-ämnenas innehåll. I kriterierna materialiseras antaganden om vad naturvetenskap är och vad elever behöver lära sig för att tillägna sig denna naturvetenskap. Kurskriterierna synliggör NO-ämnenas olika karaktär på sätt som framstår som välbekanta. Fysiken särskiljs genom strävanskriterier som handlar om att räkna fysik. Kemin särskiljs genom kriterier som handlar om materialkännedom och kemiska beteckningar. Biologin särskiljs av kriterier som handlar om att benämna organismer, organ och organdelar samt många kriterier om människa, samhälle och miljö.

Fysik handlar enligt kurskriterierna om att lära känna fysikens grunder med vissa specifika begrepp, samband, modeller och enheter. Att kunna redogöra för begrepp är den mest omfattande sortens kriterier i fysik. Kriterier som tar upp olika begrepp är den vanligaste sortens kriterier i kriterierna för godkänt. Till exempel: ”Förklara vad ström, spänning respektive resistans är och känna till deras enheter.” (Kravnivåer för kursmomentet El-lära I, år 7). Fysikens begrepp förekommer i huvudsak bara inom ett kursmoment. I strävanskriterierna handlar den vanligaste sortens kriterier om att

²³ I den följande texten kallas kriterier för att ”arbeta mot strävansmålen” samt kriterier för ”att erhålla omdömet väl godkänt” eller ”mycket väl godkänt” för *strävanskriterier*. Strävanskriterier eller strävansmål är de benämningar som lärare och elever på Granskolan använde för dessa kriterier.

räkna vilket är förhållandevis sällsynt i kriterierna för godkänt. De beräkningar som eleverna ska kunna göra är kopplade till de begrepp som eleverna ska känna till eller kunna förklara för att få godkänt i fysik till exempel likformigt accelererad rörelse, densitet och jämvikt.

Kemi utmärks i kurskriterierna med kriterier om olika material, behärskandet av laborativa redskap samt kunskap om kemiska begrepp, beteckningar och sätt att sätta samman dessa. Kriterierna för godkänt handlar om att eleverna ska kunna kemiska beteckningar för ett antal grundämnen, några molekylformler för kolväten och skriva enkla struktur- och reaktionsformler. I strävanskriterierna ingår fler kriterier som handlar om att skriva struktur- och reaktionsformler. I kemi framstår laboratorietekniskt kunnande som grundläggande genom att alla kriterier som handlar om laborativt arbete, till exempel att kunna mäta pH, ingår i kriterierna för godkänt medan det är ett strävanskriterium att "Kunna redogöra för vad som menas med att pH:t ökar ett steg." (Kravnivåer för "Ämnen och kemiska reaktioner", år 6).

Biologi utmärks av kriterier som handlar om att lära sig etikettera (jfr Sutton, 1992 s. 52f.). Biologi har flest kriterier kring begrepp och kriterier som handlar om att eleverna ska kunna sätta ut namn på olika delar av organ, celler med mera. Till exempel "Rita en enkel skiss av en blomma och namnge dess delar" (Kravnivåer för kursmomentet "Växter" i år 7). Det ingår också en lång rad kriterier som handlar om att beskriva biologiska processer, system och funktioner. Därutöver finns ett särskilt fokus på hälsa, sjukdomar och skadliga ämnen för människa och samhälle. Till exempel: "Noga beskriva varför, om vi handlar klokt, jordens råvaror inte tar slut." (Betygskriterier för kursmomentet "Näringskedjor och Kretslopp", år 7). I strävanskriterierna är dessa den mest omfattande sortens kriterier.

Det är skillnad mellan de olika NO-ämnena avseende förekomst av kriterier som berör vardagsliv, samhälle, miljö och hälsa. I fysikämnet är dessa kriterier sällsynta medan särskilt biologiämnet men också kemiämnet i stor uträkning handlar om just samhälle, hälsa och miljö. I kemi handlar det om kemiska perspektiv på hälsa och miljö, risk- och olycksberedskap samt kunskap om föreskrifter. I biologi finns ett stort antal kriterier som handlar om människans sjukdomar, hälsa och välmående, skadliga ämnen, människan i risksamhället och frågor om hållbar utveckling. Biologi handlar alltså i större utsträckning än fysik och kemi om att förklara och diskutera samhällsrelaterade och vardagliga problem i människans interaktion med naturen (jfr "lära av naturvetenskap" Fensham, 1988; Östman, 1995 s. 41f.).

I kurskriterierna materialiseras likartade skillnader mellan vad som krävs för olika betyg. I fysik och kemi är en skillnad mellan godkänd- och strä-

vanskriterier som att godkändkriterierna handlar mera om att kunna *begreppsliga definitioner* medan strävanskriterierna i större utsträckning omfattar användning av intellektuella resurser som begrepp, formler och modeller för att göra *naturvetenskapliga analyser och beräkningar*. Skillnaderna mellan godkänd- och strävanskriterierna handlar om vad eleven ska kunna göra med ett ämnesområdes begrepp. Skillnaderna innebär olika slags ”introduktion till naturvetenskap” (jfr Fensham, 1988; Östman, 1995 s. 41f.) där godkänd- och strävanskriterier på olika sätt bestäms av moderdisciplinens begrepp och arbetssätt. I kurskriterierna för de tre NO-ämnena konstrueras även en skillnad mellan godkändkriterierna och strävanskriterier där strävanskriterierna innehåller ungefär dubbelt så stor andel kriterier om samhälle, miljö och hälsa.

Ytterligare en likhet mellan NO-ämnena såsom de materialiseras i kurskriterierna är att ett stort antal begrepp som tas upp. En genomgång av enbart de begrepp som eleverna ska lära sig enligt kurskriterierna visar att det handlar om 107 begrepp i biologi, 82 i fysik och 74 i kemi. Sammanlagt 265 begrepp på fyra år. Till detta kommer en lång rad andra ord för att kunna benämna artefakter, material, substanser, växter, djur och kemiska beteckningar samt vokabulär för att förklara och analysera naturvetenskapliga fenomen. Uppskattningsvis är det antal ord som elever ska lära sig sammanlagt minst det dubbla. Under sin uppväxt lär sig ett barn i snitt 5000 ord per år men i språkundervisning knappt finns tid till mer än 100-200 ord per år (Miller & Gildea, 1987). Vi kan konstatera att Granskolans NO-undervisning avseende det antal ord som behandlas väl kan jämföras med språkundervisning.²⁴

Redskap i den kriteriebaserade undervisningspraktiken

I Granskolans NO-undervisning har utvecklingen av lokala kurskriterier medfört att en ny typ av undervisningspraktik vuxit fram som jag fortsättningsvis kallar för den kriteriebaserade undervisningspraktiken eller KBL-praktiken (från kriteriebaserat lärande). I detta avsnitt beskriver jag KBL-praktikens redskap: kurskriterier, prov och inlämningsuppgifter.

Kurskriterier

Nedan ges ett exempel på hur elever kan arbeta med kurskriterier. Det är Jonas, Ida och Love i sexan som precis fått det gröna pappret av läraren. De

²⁴ Som en jämförelse kan nämnas att den tid som enligt nu gällande timplan avsätts för svenskundervisning är 1490 timmar vilket kan jämföras med NO och teknik som tillsammans har 800 timmar se www.skolverket.se.

sitter tillsammans runt ett av borden i klassrummet och börjar genast att numrera kravnivåerna för att sedan skriva ”svar” på dem i sitt NO-häfte. Efter en stund börjar Jonas, Ida och Love diskutera vad de ska skriva kring kriteriet ”Beskriva de olika blandningarna lösning, slamning, emulsion och legering.” (F 2002-11-18, 6:an):

Love: Jag vet inte vad alla ord heter, så här alla--

Jonas: Hur beskriver du så här ”en lösning”?

Ida: Ja, ”En lösning är klar och genomskinlig. De lösta partiklarna håller sig svävande i vätskan.” Lätt.

Jonas: Åh herregud vad du vart filosofisk eller--

Ida: Men alltså det står ju här, *det står ju*.

Jonas: Okej-

Love: Jag har skrivit klar och genomskinlig skrev jag.

Jonas: En lös-

Jonas: Vad sa du, en lösning är?

Love: Klar och genomskinlig.

Jonas: Jaa

Ida: Men alltså man ska ju förklara liksom perfekt. Det är mycket bättre anars--

[ca 5 utsagor]

Jonas: Jag skriver ”En lösning är något som är klar och genomskinlig och partiklarna håller sig svävande i vätskan”. (T 2002-11-18, 6:an).

Beskrivningen av Jonas, Idas och Loves arbete med det gröna pappret är en beskrivning av hur elever arbetar med kurskriterier som redskap i undervisningen. Utifrån kriterierna diskuterar elever innebörder av olika begrepp och vad som kan vara en tillräcklig och en perfekt förklaring av något. KBL innebär att eleverna i huvudsak arbetar på egen hand med kurskriterier. Det är elevernas eget ansvar att se till att de har förberett sig inför lärarens genomgång av de rätta svaren (jfr det introducerande exemplet) och inför det prov som ges som avslutning på kursmomentet.

KBL är en undervisningspraktik som blir möjlig med skapandet av kurskriterier. Med kurskriterier som redskap kan läraren lämna över organiserandet av elevens arbete till eleven själv. Utformningen av kurskriterier behöver dock inte innebära att undervisningen organiseras som KBL. Det är fullt möjligt att tänka sig att kurskriterier i en klassundervisningspraktik skulle kunna vara lärarens redskap för planering av undervisningens innehåll. Vi kan förstå utvecklingen av KBL-praktiken som resultat av en rad samverkande faktorer: idéer om individorganiserad undervisning, elevstyrning där eleven planerar och ansvarar för sin egen kunskapsutveckling och idéer om läraren som handledare och mentor (jfr kapitel 3). KBL kan också förstås som svar på ideal att använda många olika slags källor istället för en

ensam lärobok. I en värld med obegränsad tillgång på information kan kurskriterier vara ett redskap för den självstyrande eleven att sälla i informationen.²⁵

Prov och inlämningsarbeten

Kurskriterier används för det första som utgångspunkt för förberedelse för prov, som i transkriptionen ovan där Jonas, Ida och Love formulerade svar till kurskriterierna, för det andra i bearbetad form i arbete med individuella inlämningsarbeten i biologi. I fysik och kemi ges prov och i biologi ingår, utöver prov på ett kursmoment (som dock förbereddes med grupparbete och produktion av en text som fick användas under provet), två inlämningsarbeten och en examination med löpande läxförhör.

I konstruktion av *prov* gör läraren frågor utifrån kurskriterierna. En provfråga svarar mot ett kurskriterium men det finns också ett antal kurskriterier som inte motsvaras av någon provfråga²⁶. Peter i sexan frågar läraren om relationen mellan de utdelade kurskriterierna och det kommande provet:

Peter: Är provet på de frågorna vi fick på pappret?

Läraren: Du menar kravnivåerna. På det pappret står det vad ni ska kunna på provet och sedan gör jag frågor utifrån det. (F 2002-10-16, 6:an labb pojkar)

I kurskriterierna anges vad eleverna ska kunna däremot inte på vilka provfrågor som kommer på provet. Vad händer då om en elev missar en fråga som svarar mot ett av kriterierna för godkänt?

Läraren: Ni som undrar om ni behöver kunna allt. Växter, svampar och djur ska ni kunna placera ut på rätt ställe. Ni ska veta vilka växter som är fröväxter och vilka som inte är det. Ni ska kunna minst en fröväxt. Vilka växter är fröväxter, Anton?

Anton: Barrträd.

Filip: Vad händer om man inte klarar det?

²⁵ I Granskolans NO-undervisning används visserligen ett huvudläromedel för varje ämne men idealet om att använda många olika källor i arbetet uttalas vid flera tillfällen i anslutning till arbete med inlämningsarbeten (t.ex. F 2002-10-08, labb 7:an; F 2002-10-21, 7:an).

²⁶ På sex av de sju proven finns kriterier som inte berörs av någon provfråga (utöver kriterier som handlar om att ha genomfört laborationer). Antalet kriterier som inte berörs varierar från ett till tolv (i genomsnitt fyra). Provet kan på så sätt ses som en form av stickprov. Det finns dock även en eller två frågor på fyra av de sju proven som inte direkt svarar mot något kriterium. I dessa fall handlar det om frågor som funnits med i läroboken eller på något av de övningsblad som eleverna tilldelats under kursmomentet.

Läraren: Då får man ett poäng mindre.

Filip: Får man gå om då?

Läraren: Man kanske får göra om provet. Ni ska kunna några olika grupper. Tagghudingar ska ni veta var de är någonstans. Sen har ni fått ett papper till, där står det kravnivåer. Det står precis vad ni ska kunna. Det kan vara bra att använda det inför provet. Kolla att ni kan de här punkterna, skriv svar. (F 2002-10-14, 6:an)

Eleverna behöver inte kunna svara på alla frågor på provet. Det som eleven bedöms på är om eleven lyckats få ett visst antal poäng på ett prov. Detta betyder tillsammans med det faktum att alla kriterier inte behandlas på provet (jfr fotnot 26) att eleverna på provet inte behöver uppvisa utvecklad kunskap i relation till kursmomentets samtliga kriterier.²⁷

Instruktionerna för *inlämningsarbeten* i biologi är omarbetade versioner av kurskriterierna för kursmomenten. I arbetet näringskedjor och kretslopp får eleverna följande skriftliga instruktion:

För att erhålla omdömet **GODKÄND** skall du behandla följande punkter i ditt arbete: [...]

För att arbeta mot **STRÄVANSMÅLEN** skall du förutom punkterna för GODKÄND även behandla följande punkter i ditt arbete: [...]

På lektionerna kommer du ha tillgång till andra biologiböcker. Biblioteket har en hel del litteratur som du kan ha användning av. Ditt arbete skall förutom ovan nämnda punkter även innehålla en källförteckning och en passande framsida. Du har alla NO-lektioner till ditt förfogande. **Ditt arbete skall vara klart och inlämnat fredagen den 25 april.** (Arbete ”näringskedjor och kretslopp”, 2003-04-05).

De punkter som sedan följer är en omstrukturerad version av ”Betygskriterier för kursmomentet Näringskedjor och Kretslopp i ämnet Biologi år 7”. Av 25 kurskriterier blev det 21 punkter som ska bearbetas i inlämningsarbetet. Kriterierna har flyttats om något och grupperats under ett antal rubri-

²⁷ En läsning av kurskriterierna ger en bild av att de specificerar vad eleven ska kunna efter avslutat kursmoment. Kurskriterierna är formulerade som ”För att erhålla omdömet GODKÄND skall du klara följande...” (Fetstil i original, betygskriterier för kursmomentet Akustik, se bilaga 3). Formuleringen av de lokala kurskriterierna med kriterier för godkänt och kriterier för strävansmålen svarar mot benämningar som finns i de nationella styrdokumentet med ”mål att uppnå” och ”mål att sträva mot”. En skillnad avseende uttolkningen av de lokala betygskriterierna jämfört med hur de nationella målen att uppnå är tänkta är att för de nationella målen att uppnå gäller att de utgör ”den miniminivå av kunskaper som alla elever skall uppnå...” (Grundskolans kursplaner och betygskriterier, 2000 s. 5). Innebörden av att det är en miniminivå är att eleven måste uppnå samtliga mål. I Granskolans tillämpning av sina lokala kriterier handlar det istället om en relativ andel.

ker. Några kriterier har slagits samman och två kriterier som handlar om laborativt arbete har strukits. Elevernas uppgift är att skriva om alla punkter i sitt arbete som lämnas in till läraren för bedömning vid kursmomentets slut. För att bli godkänd på ett biologiarbete krävs enligt läraren att eleverna svarar på alla godkändkriterierna i punktform (F 2002-10-08, halvklass pojkar 7:an). Eleverna formulerar det som att läraren ”bara kollar att man har med allt, för allt står ju i vår bok så har man med allt, så bra”. (Elevintervju, F 1).

I KBL-praktiken används alltså kurskriterier på olika sätt kopplat till examinationsformen för kursmomentet. I kursmoment som examineras med prov arbetar eleverna direkt med kurskriterierna i sina egna förberedelser. I kursmoment som examineras med inlämningsarbete har läraren ibland, dock inte alltid, strukturerat om kurskriterierna något i en uppgiftsinstruktion för att underlätta elevernas skrivande.

Att utveckla innebörder av kurskriterier

KBL innebär att eleverna ska läsa kurskriterierna och använda dem som utgångspunkt för organisering av sitt arbete. Flera elever lyfter fram i intervjuerna att detta inte är alldeles enkelt. Sofia i sjuan formulerar det som att ”man förstår inte orden i provet eller i kriterierna för dom skriver så konstiga ord så man inte fattar nåt.” (Elevintervju, F3). Line och Tova i samma klass berättar också att de tycker att det är svårt att förstå innebörden i kurskriterierna:

Line: Jag förstår nästan aldrig vad dom menar i kriterierna-

Tova: I början man bara ”det här kommer jag aldrig att kunna” men så kan man det ändå.

[3 turer]

Line: Mm för min syrra hon är typ, hon är tjugotvå och hon hjälpte mig att plugga till ett prov så hon, hon satt liksom så här ”va hur kan dom formulera det *så här*”. Alltså det är verkligen helt, dom formulerar det så konstigt tycker jag i såna här kriterier för jag fattar ingenting.

Tova: Det är jobbiga ord.

Line: På vissa och dom kan ju bara säga alltså till exempel veta vad skadlig ljudnivå är, det är ju okej, men göra beräkningar på eko i olika medier, ja om man läser.

Tova: I olika ämnen kan man ju skriva istället för det är ju som järn och sånt.

Line: Mm precis, men det i alla fall.

Tova: Ja men vissa är så där sluddriga. (Elevintervju, F2).

Med kurskriterierna skapas en bild av vad eleverna ska kunna något om efter avslutat kursmoment. Kriterierna synliggör för eleverna vad de inte

vet men vad de kommer att veta inom kort. Med kurskriterierna vet eleven vad hon/han ska kunna men inte nödvändigtvis den avsedda innebörden i det eller hur hon/han ska lära sig detta.²⁸ Efter avslutat kursmoment kan den elev som utvecklat kunskap om ett kurskriterium ge en annan innebörd till kriteriet. Tovas förslag på omformulering av kriteriet kan ses som uttryck för en utvecklad förståelse av kriteriet. Att ”göra beräkningar på eko i olika medier” kommer att referera till särskilda sätt att räkna med utgångspunkt i avstånd och ljudhastighet för olika medier samt till det faktum att ljud rör sig med olika hastighet i olika medier. I KBL-praktiken ger läraren eleverna beskrivningar av vad de ska kunna, eleverna får sedan på egen hand ge sig ut för att utveckla denna kunskap, huruvida de hittat rätt eller ej är det dock fortfarande läraren som bedömer.

Kurskriterier och strukturering av tid

Användningen av kurskriterier strukturerar synen på tid i NO-undervisningen på ett sätt som framstår som delvis annorlunda i jämförelse med en klassundervisningspraktik.²⁹

När Michel berättar i intervjun om vad som skiljer NO från andra skolämnen talar han om att det i NO är många nya saker på samma gång, att de hela tiden arbetar med nya kursmoment och att de inom varje område ska de lära sig nya begrepp: ”NO det är allt man måste, det är svårt att förstå det från första början. Man måste förstå det och när man har förstått det så måste man lära sig *nya* saker hela tiden.” (Elevintervju, P1). En paradoxal företeelse vad gäller tid och tidsbrist är att lektionerna i de flesta fall slutar före den utsatta tiden i schemat.³⁰

Under en lektion tar läraren initiativ till att sluta tio minuter tidigare:

Läraren: Det är dags hörni att plocka ihop allting.

²⁸ Kurskriterier kan förstås som ett redskap för att hantera det som brukar kallas den pedagogiska paradoxen (Uljen, 2004) som tidigt formulerades som Menons paradox i Platons arbeten (a.a.; Marton & Booth, 2000 s. 16): Sokrates frågar slavpojken Menon om hur vi kan söka kunskap när vi inte vet vad vi ska söka. Hur skulle vi känna igen det vi letade efter om vi inte redan har kunskap om det? Och om man redan har kunskap om något så skulle man ju inte behöva söka den.

²⁹ I klassundervisningspraktiken fanns det ett värde av att varken börja eller sluta en lektion för sent eller för tidigt. Landahl (2006 s. 135) skriver att det fanns en skarp gräns mellan lektion och rast.

³⁰ 47 av de 65 besökta lektionerna (72 %) avslutas *före* utsatt tid medan 2 lektioner avslutas *efter* utsatt tid (det ena tillfället är när en elev får sitta kvar och skriva klart sitt prov 5 minuter längre), 10 lektioner avslutas på utsatt tid så när som på plus minus en minut och för 6 lektioner saknar jag exakt uppgift om lektionens sluttid. Hur mycket tidigare en lektion, på mellan 50 och 70 minuter, avslutas varierar, ofta handlar det om fem eller kanske tio minuter men ibland kan det handla om tjugo minuter.

Flera pojkar: NEEJ

Robert: Men, men det, det är tio minuter kvar, kan vi inte plocka ihop om fem minuter?

Läraren: Men alltså dom, eftersom några är klara så får dom plocka ihop och gå. Det blir inte så mycket mer vettigt gjort för dom nu. Men ni kan skriva tills lektionen är slut. (T 2002-10-22 labb 7:an pojkar).

Elevernas protester mot att sluta tidigare kan förstås mot bakgrund av att eleverna i stor utsträckning arbetar individuellt med kriterier och instuderingsuppgifter. Eleverna är själva ansvariga för att hinna arbeta så mycket som de vill eller tycker sig behöva. Lite tillspetsat kan vi säga att om eleverna i den traditionella skolan satt och väntade på att skolklockan skulle ringa ut, så är det nu läraren som tittar på armbandsuret och funderar på när hon kan avsluta lektionen.

Elevers arbete med kurskriterier

En stor del av elevernas arbete i klassrummet handlar om att reproducera ”rätta svar” hämtade från exempelvis läroboken, i prov och inlämningsarbeten. I intervjuerna med eleverna blev jag dock uppmärksam på att det också förekom ett annat arbete som är kvalitativt skilt från reproduktionen av rätta svar. I detta avsnitt beskriver jag elevernas arbete med kurskriterier som deltagande i två olika handlingar med olika mål. Målet för den första handlingen är *produktion och reproduktion av rätta svar*. Målet för den andra handlingen är *utveckling av begreppsliga relationer*.

Produktion och reproduktion av ”rätta svar”

I produktion och reproduktion av ”rätta svar” med kurskriterierna arbetar elever med att hämta och eventuellt omformulera utsagor från olika källor till det egna pappret. I förberedelser för prov handlar det om att producera och memorera ”rätta svar” till kriterierna så att dessa svar kan reproduceras i provsituationen. I biologiarbeten handlar det om att med läroboken som hjälp svara på alla kriterier som ska besvaras.

Att lära sig ”rätta svar” utantill inför prov

Under lektionerna arbetar eleverna med att formulera ”rätta svar” eller, som Jonas, Ida och Love, ”perfekta förklaringar” till kursmomentets kriterier. Utifrån kriterierna diskuterar eleverna vad som kan vara ett tillräckligt, eller ett perfekt, svar till de olika kurskriterierna (jfr s.69). Mot slutet av de flesta kursmoment har läraren genomgångar av de ”rätta svaren” inför provet ”så

att alla har liksom rätt svar på grejerna” (T 2002-11-18, 6:an). I några kursmoment tillhandahåller läraren ett papper med ”de rätta svaren”. Under kursmomentet *Ellära I* delar läraren ut ett litet häfte med ”teori till kravnivåerna” med en ”kortfattad information” till varje kriteriepunkt några lektioner innan provtillfället. Läraren kallar det för ”latmaskvarianten” eftersom eleverna slipper skriva svar på kriterierna och hon slipper gå igenom svaren (F 2003-03-24, 7:an).

Flera av de elever som jag intervjuar berättar att de för att förbereda sig inför ett prov skriver ner svaren på kriterierna och ”läser på”:

Michel: Ja, jag skriver ner svaren för vi får såna här kriterier, frågor eller vad det är. Jag skriver ner dom allihopa. Sen så har jag dom, så typ läser jag dom då och då. Men i boken, jag läser typ tills det är en vecka kvar, kanske tre dagar sen då kanske jag bara läser på det där pappret där det står alla svar. För att i boken det är där man får MVG. Och på pappret det, man måste förklara MVG. (Elevintervju, P1).

Enligt Michel handlar provförberedelserna om att först skriva ner svaren på kriterierna och läsa på dem. Läroboken är ett visst stöd men i slutfasen handlar det bara om att läsa på pappret med de ”rätta svaren”.

I förberedelser för prov memorerar eleverna ”svar” på kurskriterierna. Tillägnet av detta stoff, inför genomförandet av ett prov, kräver att eleven gör bedömningar av det egna kunnandet i relation till vad som efterfrågas i kurskriterierna. När Fanny och Cornelia i sexan ska förbereda sig inför sitt första biologiprof kryssar de för de kriterier som de ”kan” och skriver ”träna” i marginalen för övriga kriterier (F 2002-10-21, 6:an). Deras genomgångar av kurskriterierna och avbockning av vad de ”kan” och vad de behöver ”träna” kan förstås som del av arbetet att lära sig ”svaren” på kriterierna utantill. De identifierar de kurskriterier som de behöver arbeta med att formulera en korrekt reproduktion av ”svaret”. När eleverna skriver ”träna” i marginalen på kurskriterierna är det del av detta bedömningsarbete.

Då eleverna avkrävs något annat än de ”rätta svaren” i provsituationen tolkar eleverna det som att provfrågorna handlar om något annat än kurskriterierna: ”Och hon säger en annan sak på pappret, sen på provet då gör hon en annan sak [...] Hon gör, alltså frågorna blir, det är inte det man har tränat på.” (Elevintervju, P1). Flera elever säger i intervjuerna att det är svårt att förutsäga hur läraren formulerar frågor utifrån kriterierna på proven. Den otydlighet som eleverna uttrycker kan förstås i relation till memorering som strategi och en idé om att de i provsituationen ska reproducera just rätta svar på kurskriterierna.

Att svara på alla kriterier i biologiarbetet

När eleverna arbetar med ett biologiarbete om primitiva djur och växter gör de på lite olika sätt. En flicka numrerar varje kriterium och skriver in numren i sin anteckningsbok. Därefter börjar hon skriva svar från punkt ett och framåt i anteckningsboken (F 2002-10-08, halvklass flickor 7:an). När eleverna skriver biologiarbeten som ska lämnas in diskuterar de med varandra och enskilt med läraren om innebörden av olika kriterier, var i boken de kan hitta svar och vad som krävs för en godkänd formulering.

– *Vi skriver av lite då*, säger Moa när hon och Sara ska börja skriva ett biologiarbete om fiskar i kursmomentet ”Djur”. – *Jaja, nu börjar vi då. Vi gör så att vi läser en mening så gör vi om den lite*, svarar Sara (F 2002-11-12, 7:an flickor). Vid ett annat tillfälle ropar Line efter lärarens hjälp: – *Det blir bara att jag skriver av i boken. Jag försöker skriva om men det går inte*. (F 2003-04-08, 7:an flickor). Det eftersträvansvärda i biologiarbeten är att skriva en sammanhållen text med ”egna ord” eller åtminstone att inte skriva av direkt:

Sofia: Ja, man måste skriva typ egna ord.

Lisa: Alltså man får inte skriva direkt av.

Maria: Nej, okej?

Lisa: Boken man måste hitta på nåt själv.

Maria: Men man skriver av lite?

Lisa: Jag gör det.

Maria: Eller?

Lisa: Det måste man ju om man inte vet, om man inte kan. Om man inte kan ändra på en mening så måste man ju skriva av den. (Elevintervju, F 3).

Men även om eleverna i intervjun säger att ”man måste skriva typ egna ord”, så framstår det inte som absolut nödvändigt för att få godkänt. Om man inte kan ändra på en mening så ”måste man ju skriva av den”. När Jessica under en lektion frågar läraren om hon ska skriva mer utifrån ett kriterium svarar läraren att det räcker så. Jessica säger då att Sara har skrivit mera. – *Sara har skrivit av ett annat stycke*, svarar läraren och visar Jessica var i boken hon hittar just det stycket (F 2003-04-08, 7:an flickor). Även om det inte framstår som eftersträvansvärt att skriva av en text direkt så framstår det i samtalet med läraren som en fullt legitim strategi.

I biologiarbeten arbetar elever med att, med kurskriterierna som utgångspunkt, läsa och bearbeta naturvetenskaplig text. Nils-Erik Nilsson (2002) skriver i sin avhandling, ”Skriv med egna ord”, att elever i skrivande av ”forskningsrapporter” använder sig av två strategier: *sampling* och *omskapande*. Sampling innebär att eleverna skriver av ordagrant men att de gör ett eget urval i en textmassa och bestämmer vad som ska skrivas av.

Omskapande innebär att eleverna också ändrar på ord och fraser i texten. Båda dessa strategier blir synliga i elevernas arbete med biologiarbetena på Granskolan. I intervjun framhävde Lisa att omskapandet, att skriva med egna ord, är det eftersträvansvärda sättet att skriva på men att sampling kan göras om man inte kan skriva om texten. I denna slags produktion av biologiarbeten reproducerar alltså eleverna analyser, om än bearbetade, från andra slags texter som läroböcker och Internet (jfr Molander, 1997 s. 195f.).

Utveckling av begreppsliga relationer

I handlingen att utveckla begreppsliga relationer ses kurskriterierna representera begreppsliga kunskapsområden innefattande vidare perspektiv på det aktuella ämnesinnehållet. Det finns inte på samma sätt ett färdigt rätt svar att reproducera, utan det handlar om ett intellektuellt arbete, att producera något. Arbetet handlar om att utveckla innebörder av kurskriterier. Eleverna utvecklar relationer mellan ett kunskapsområdes begrepp och prövar användning av begrepp och fakta (jfr utveckling av tematiska mönster Lemke, 1990; jfr även länkning av begrepp inom en kunskapsdomän Solomon, 1992b).

Ett forskningsmetodiskt problem är att denna handling i liten utsträckning blir synlig i arbetet i klassrummet. Den diskurs som dominerar i klassrummet handlar om reproduktion av rätta svar medan utvecklingen av begreppsliga relationer är något som elever främst arbetar med på egen hand. Men elever vittnar både i intervjuerna och i klassrummet om att det krävs något kvalitativt annorlunda för att få högsta betyg i NO. Till exempel konstaterar Jonas i sexan att ”Strävansmålen är typ för alla genier” (F 2002-11-18, 6:an). Handlingen att utveckla begreppsliga relationer kan alltså delvis ses som relaterad till de högre betygen i NO även om det inte är någon entydig relation.

”Att lära sig själva grejen” i förberedelser för prov

I elevintervjuerna säger flera elever att det inte räcker att förlita sig till kriterierna och de ”svar” som de skriver till dem. Skillnaden mellan de elever som får högre betyg och andra elever beskrivs av de intervjuade eleverna i termer av sätt att använda kriterierna:

Moa: Det felet som jag tror att jag gör det är att jag typ tar bara alla svaren på det här som man ska kunna och så övar jag på dom.

Maria: Ja?

Moa: Så jag alltså bara övar på det man ska kunna. Jag tror att det är bättre om man liksom vet. Så här mycket. (Elevintervju, F1).

Moa säger att hon gör fel när hon övar på svaren på kriterierna. Det är bättre om man ”vet mycket”. Flera elever menar att det krävs att de läser i läroboken för att sätta in olika frågor i ett vidare sammanhang för att få högre betyg. Pontus ger ett exempel:

Pontus: Men man måste, om man bara har läst på kriterierna så brukar man få fel

Maria: Ja?

Pontus: För man måste läsa på så här runt kriterierna. För om det står så här eh vilka färger har regnbågen så ska man också veta hur *uppstår* regnbågen och *varför* uppstår regnbågen. Var det Gud som gjorde regnbågen och liksom hur magisk är regnbågen-

Maria: Ja?

Pontus: Och vilket skonummer har Gud och så.

Maria: ((*skrattar*)) Så kriteriet om färgerna står för en massa andra saker.

Pontus: Ja.

Emil: Man ska, när man har gjort alla instuderingsuppgifter och läst alla, hela kapitlet då kollar man då går man igenom kriteriepunkterna, kollar så att man kan allt. Det är det man har det typ till. (Elevintervju, P2).

Vi kan förstå Pontus diskussion kring kriteriet om regnbågens färger som att de begrepp som ett kriterium tar upp måste ses i sitt sammanhang som del av ett kunskapsområde. I detta sätt att förhålla sig till kurskriterierna blir naturvetenskaplig kunskap öppen i den mening att den alltid leder vidare till nya frågor. Frågan om regnbågens färger rymmer inte bara en fråga om färgerna i sig utan också frågor om vad regnbågen är för slags fenomen.

I en diskussion i intervjun kring hur eleverna gör för att förbereda sig så bra som möjligt inför ett prov säger Hannah, som lyfts fram som en av de mest framgångsrika eleverna i NO-undervisningen av både läraren och eleverna, så här om sin strategi:

Hannah: Men jag, jag tycker inte att läsa igenom häftet är det bästa. Det allra bästa sättet för mig och plugga om jag verkligen vill få alla rätt då är det bara att jag sätter mig ner och pluggar med min pappa för han är så himla bra på att plugga. Då, då får jag först läsa igenom det sen så kollar han på kriterierna så ställer han lite olika frågor. Sen kanske han berättar lite vidare. Och sen ställer han, inte bara frågor på det där på kriterierna utan han ställer vidare frågor så att jag verkligen fattar *allting*. Och så om det är nåt jag inte kan så kanske han berättar det sen tar han en annan frågeställning och så tar han det som jag hade lite svårare för och så tar han det igen och igen tills allt sitter bensäkert.

[ca 20 utsagor]

Hannah: Det är fel sätt att lära sig svaren på kriterierna utantill. Man måste lära sig själva grejen så att man kan formulera det på massa olika sätt så att man vet själva grejen. För vet man det då kan man ändå formulera sig men om man bara kan, lär sig ett svar utantill då kommer man ändå glömma det direkt och om vi skulle ha svårare prov där förra kursen ingår då kommer man inte ihåg det.

Maria: Nej, just det.

Hannah: Då kommer man inte ihåg den lilla repliken liksom. (Elevintervju, F4).

Hannah beskriver hur hon tillsammans med sin pappa vrider och vänder på innehållet i kurskriterierna för att utreda alla möjliga relationer. Hennes slutsats är att om man ”vet själva grejen” så kan man formulera svar på provfrågor på ”massa olika sätt”. Med andra ord blir de exakta formuleringarna av de svar som produceras på prov mindre betydelsefulla då eleven lär sig bemästra ett ämnesområdes relationer och sätt att angripa problem. I förberedelse för prov kommer alltså deltagandet i handlingen att utveckla begreppsliga relationer till uttryck i en utveckling av kurskriteriernas innebörder.

Att utveckla begreppsliga relationer i biologiarbeten

Nora börjar sitt arbete med inlämningsarbetet primitiva djur och växter med att granska kriterierna och strukturera dem i olika områden som hon ska skriva om (F 2002-10-08, halvklass flickor 7:an). Denna omstrukturering av innehållet genom att försöka skapa en sammanhållen text kräver att hon upprättar relationer mellan de naturvetenskapliga fakta, begrepp och fenomen som tas upp i kurskriterierna. I denna mening kan vi förstå hennes arbete som ett arbete med att utveckla begreppsliga relationer.

I samtalet kring vad som krävs för att arbeta mot strävansmålen i sitt biologiarbete uttrycks i klassrummet att det handlar om att använda *fler källor* än huvudläroboken i biologi och att skriva en *sammanhållen text* (t.ex. F 2002-10-15, flickor 7:an). Att skriva en sammanhållen text skulle dock kunna ingå både i handlingen att ”reproducera rätta svar” och handlingen ”att lära sig själva grejen”. Men det arbete som krävs för att eleven ska delta i handlingen att utveckla begreppsliga relationer handlar i större utsträckning om att strukturera olika kurskriterier i relation till varandra.

Lisa och Ellinor arbetar med biologiarbetet om näringskedjor och kretslopp. De har fått ett papper där kurskriterierna omformulerats något i en instruktion med tjugo punkter som ska besvaras i ett biologiarbete (jfr avsnittet om inlämningsarbeten s. 71f.). De har problem med punkten ”Berätta om fotosyntesen” (punkten motsvarar kurskriteriet ”Redogöra för fo-

tosyntesen”). I deras arbete med att berätta om fotosyntesen börjar de försöka reda ut relationerna mellan olika aspekter av fotosyntes. Ellinor säger att hon inte förstår det här med fotosyntes. Hon utbrister: - *Jag fattar ändå inte*. De ropar på läraren:

Ellinor: Vi fattar inte vad fotosyntesen är.

Lisa: Vi fattar inte vad fotosyntesen är.

Läraren: Blomman eller trädet eller vad det nu är tar emot solljus och suger upp vatten så gör den syre och socker av det.

Ellinor: Ska vi bara skriva det?

Läraren: Ni behöver inte krångla till det. Och det gör alla gröna växter. (F 2003-04-08, flickor 7:an)

Läraren formulerar ett ”rätt svar” på punkten ”Berätta om fotosyntesen” och understryker tillräckligheten i svaret med orden ”ni behöver inte krångla till det”. Men Lisa och Ellinor fortsätter med att försöka formulera en förklaring för främst Ellinor ett resonemang där innebörden av fotosyntes utvecklas:

Ellinor: Alla gröna växter tillverkar fotosyntesen. Tillverkar nåt som heter fotosyntesen. Hur stavas tillverkar?

Lisa (bokstaverar): e och c k?

Ellinor: Alla gröna växter tillverkar fotosynsesen.

Lisa: Fotosyntesen.

Ellinor: Fotosynsesen var det väl?

De läser i boken.

[...]

Ellinor: Den slurpar i sig koldioxid och vatten och slurpar ur sig syre.

Lisa: Du måste ju skriva bladet. Det är ju inte vad som helst.

Ellinor: Bladet suger i sig vatten från växtens stjälk. Stjälk hur stavas stjälk?

Lisa: S k i e l k

Ellinor: s k i e l k

Lisa: Hallå hur stavas stjälk?

Ellinor: Och koldioxid då [...] och tar åt sig koldioxid från

Lisa: från

Ellinor: När djur andas syre så andas de ut koldioxid.

Lisa: Koldioxid till syre. Syret åker ut och bladet. Nej jag vet inte.

Ellinor: Det gör växten om det till.

Lisa: druvsocker

Ellinor: druvsocker och till syre

Lisa: syre som kan andas in

Ellinor: som djuren kan andas in. (F 2003-04-08, flickor 7:an)

I slutet av utdraget diskuterar Lisa och Ellinor tillverkning av koldioxid och druvsocker samt brottas med syrets funktion. De arbetar med att utveckla de begreppsliga relationerna mellan syre, koldioxid, druvsocker, växter och

djur trots att läraren redan givit dem det som kan betraktas som det ”rätta svaret”. Den formulering som Lisa och Ellinor producerar saknar dock en aspekt av fotosyntesen som läraren lyfter fram, nämligen solljuset, detta synliggör att ett arbete med att utveckla begreppsliga relationer inte nödvändigtvis behöver innebära att eleven i slutänden får ett högre betyg på arbetet.³¹

I utveckling av begreppsliga relationer arbetar elever med tolkning av kurskriterier i vidare bemärkelse än att formulera den ”rätta” eller den ”perfekta” förklaringen. Det handlar snarare om att utveckla innebörder av ett kriterium. Det är inte självklart att de förklaringar eller beskrivningar av naturvetenskapliga begrepp och relationer blir ”bättre” i någon objektiv mening i denna slags handling. Den avgörande skillnaden mellan handlingen att utveckla begreppsliga relationer och handlingen att reproducera rätta svar är karaktären på elevens arbete med ämnesinnehållet.

Möjligheter till naturvetenskaplig bildning i den kriteriebaserade undervisningspraktiken

I produktion och reproduktion av ”rätta svar” samt i utveckling av begreppsliga relationer blir kurskriterierna *olika redskap* i *olika handling*. De två handlingarna har olika mål men samma föremål, eleven.

I handlingen att producera och reproducera rätta svar omvandlas eleven i flera avseenden. För det första, genom att svara rätt på alla kriteriepunkter i inlämningsarbeten och reproducera svar till de kriterier som proven behandlar kommer eleven successivt att beta av de fyrtiotre kursmoment som utgör NO på Granskolan. Eleven kommer som ett resultat av denna handling efter genomgången NO-utbildning att kunna bli en person med betyg i grundskolans NO. Vi kan säga att ett elevens deltagande i denna handling svarar mot en formell kvalificering av elever.

För det andra, kan eleverna genom att delta i handlingen att producera och reproducera ”rätta svar” på prov och i inlämningsarbeten bli en allt mer kompetent deltagare i en NO-undervisningspraktik. Det handlar om att med kurskriterierna göra urval av naturvetenskaplig text för reproduktion av naturvetenskapliga resonemang som kan bli begripliga för läraren i prov eller i inlämningsuppgifter samt att bedöma sitt eget kunnande eller sin egen text utifrån kurskriterierna. I arbetet med att producera skriftliga inlämningsuppgifter utvecklar elever sätt att relatera till biologiska läroboks-

³¹ Formuleringen som de kommer fram till i utdraget ovan blir ungefär: när djur andas syre så andas de ut koldioxid, det gör växten om till druvsocker och syre som djuren kan andas in.

texter. Genom undervisningen kan elever utveckla förmåga att omforma naturvetenskaplig text: utveckling av förmåga att läsa, göra urval i och producera biologiska texter möjliggörs. Framförallt utvecklar eleverna strategier för att skriva av utan att enbart skriva av (sampling och omskapande, jfr Nilsson, 2002). Detta är en annan förmåga än förmågan att lära utantill som framstår som viktig i de kursmoment som examineras med prov. Nilsson (a.a.) och även Jan Anward (2005) pekar på att elevers förmåga att skriva forskningsrapporter utvecklas under grundskolan och att faktaredovisningar i år 9 är mer självständiga i förhållande till sina förlagor än i år 8 och att de i år 8 är mer självständiga än de i år 7. Handlingen att producera och reproducera rätta svar svarar därmed mot motiv att förbereda eleven till fortsatta studier.³²

Handling med mål att utveckla begreppsliga relationer svarar även denna mot kvalificering av eleven och elevens förberedelse till fortsatta studier även om dessa inte är överordnade motiv. Specifikt för handlingen att utveckla begreppsliga relationer är att eleven kan appropriera sätt att handla med begreppsliga resurser. Med appropriering av ett naturvetenskapligt språk kan eleven utveckla förmågor att tolka skeenden och urskilja omvärlden på allt mer differentierade och nyanserade sätt. Elevens deltagande i handlingen med mål att utveckla begreppsliga relationer kan också tillgodosämma samhällsbehov av att unga människor enkultureras i en naturvetenskaplig kulturgemenskap.

Betyg och handling med kurskriterier

En enkel tolkning av resultaten är att de elever som arbetar för godkänt, med godkändkriterierna, deltar i handlingen med mål att producera och reproducera ”rätta svar”, medan de elever som presterar vad som krävs enligt strävanskriterierna deltar i handlingen att utveckla begreppsliga relationer. Underlag för att dra en sådan slutsats saknas dock i det empiriska materialet.

Det är rimligt att tänka sig att elever i arbete med strävanskriterier kan ägna sig åt att producera och reproducera rätta svar. Det är till och med tro-

³² Vi kan jämföra denna förberedelse för fortsatta studier med Roberts (1982) säkra grund (*solid foundation*) som byggde på en idé om att eleverna behövde lära sig ett visst naturvetenskapligt innehåll för fortsatt naturvetenskaplig utbildning. I detta fall handlar det snarare om utvecklingen av förmågor att läsa och skriva naturvetenskap på vissa särskilda sätt som kan vara framgångsrika i skolan. Det vill säga denna förberedelse av eleven är på så vis inte kopplad till ett specifikt naturvetenskapligt innehåll. I denna mening handlar det snarare av vad Roberts benämner naturvetenskapens intellektuella process (*structure of science*).

ligt att en elev som arbetar med reproduktion av rätta svar kan bli framgångsrik i den mening att eleven belönas med högre betyg än godkänt (även om strävanskriterierna av eleverna själva ibland beskrivs som enbart för genier F 2002-11-18, 6:an). Ett stöd för denna tolkning är att fler än hälften av eleverna i sexan och sjuan fick högre betyg än godkänt i NO när de slutade nian (jfr tabell 4.1 s. 54), samtidigt som det finns få exempel i det empiriska materialet då elever arbetar med utveckling av begreppsliga relationer utifrån kurskriterierna. Det finns dessutom exempel på att elever på ett icke-framgångsrikt sätt ägnar sig åt att utveckla begreppsliga relationer. Till exempel missar Lisa och Ellinor solljusets betydelse i sitt arbete med att utveckla innebörder av fotosyntes.

6. Laborationen som undervisningspraktik

Lite pyssel med Arkimedes princip

NO-lektionen har precis börjat. Det är tisdagen den 22 oktober och pojkarna i sjuan ska ha en laboration om Arkimedes princip. – *Slå upp boken på sidan sjuttioåtta*, säger läraren. *Arkimedes princip, ni ska göra precis som det står. Man kan fylla i direkt i boken, men jag vill ha in en labbrapport på lösblad också.* Läraren berättar vilken utrustning som eleverna behöver, var den finns och så visar hon hur de ska montera ihop utrustningen. För att göra Arkimedes princip behöver eleverna stativ, muff, klämmare, mätglas till hälften fyllt med vatten, dynamometrar och två olika cylindrar; en av mässing och en av aluminium. – *Det som är lite pyssligt... det är att få ihop det här så att det fungerar*, säger läraren medan hon monterar ihop utrustningen. – *Men med lite pyssel fungerar det.* Eleverna ska montera på samma sätt som läraren och läsa av cylindrarnas tyngd på dynamometern i luft och i vatten. Därefter ska eleverna använda sina mätvärden för att göra de beräkningar som står i boken. Läraren påpekar att de ska avrunda sina mätvärden till en decimal eftersom det blir för komplicerade beräkningar annars. De elever som vill få högre betyg än godkänt rekommenderas att läsa på i boken innan de lämnar in labbrapporterna. (F/T 2002-10-22, 7:an halvklass pojkar).

I lektionen ovan formulerar läraren en instruktion för elevernas laborativa arbete. Instruktionen innefattar vilken slags rapport eleverna ska producera i laborationen, vilken utrustning som de behöver, hur de ska montera ihop den och noggrannheten i de beräkningar som de ska göra. Läraren förevisar det laborativa arbetet och hjälper eleverna att urskilja olika aspekter av arbetet. Läraren deltar på så vis på ett annat sätt i laborationspraktiken än i den kriteriebaserade undervisningspraktiken.

I detta kapitel analyserar jag vilket utbildningsinnehåll som konstitueras genom elevernas arbete i den laborativa undervisningspraktiken på Granskolan. Det handlar om vilka handlingar som eleverna deltar i samt i vilka avseenden eleverna blir delaktiga i en laborativ praktik. Inledningsvis gör jag en beskrivning av laborationen som undervisningspraktik på Granskolan. Därefter analyserar jag det laborativa hantverket och elevernas olika slags empiriska arbete. Avslutningsvis diskuterar jag det innehåll som konstitueras utifrån de motiv som elevernas arbete kan svara mot.

Laborationen som undervisningspraktik på Granskolan

Eleverna på Granskolan introduceras till skollaboratoriet genom NO-undervisning med särskilda NO-lärare i år 6. Eleverna på Granskolan har halvklass i laborationssal varje vecka från år 6 till 9. Skollaboratoriet är fyllt av artefakter av olika slag. Där finns planscher med det periodiska systemet, vattenkranar, diskbänkar, särskilda elevbänkar att laborera på, laboratorieglas, brännare, nöddusch, brandsläckare, dator, tv med mera. Artefakterna bidrar till att skapa en atmosfär av ett särskilt slags rum: Ett främmande rum där elever introduceras till naturvetenskapliga artefakter och initieras till naturvetenskapens mysterier (jfr Claxton, 1991; Delamont, Beynon & Atkinson, 1989). Laborationen som undervisningspraktik innefattar allt från det särskilda rummet, artefakterna och de laborativa uppgifter som elever ges till de redskap som elever använder för att bearbeta laborationsuppgifterna.

Vid varje laborationstillfälle ska elever skriva individuella labbrapporter som de lämnar in till läraren senast nästa labbtillfälle. Eleverna gör laborationerna tillsammans i par eller grupper om tre. Eleverna lämnar sedan in individuella labbrapporter även om de oftast skriver hela rapporten tillsammans i paret/gruppen.

Laborationerna i det empiriska materialet

Eleverna har laborationer vid de flesta halvklasslektionerna i skollaboratoriet i kursmoment inom fysik och kemi. Jag har deltagit i tio elevlaborationer under nitton lektioner samt vid två demonstrationslaborationer. Av dessa var tre fysiklaborationer och fyra kemilaborationer i år 7 samt tre kemilaborationer i år 6. Utöver dessa laborationer hade eleverna i år 7 ytterligare laborationer om ellära samt syror och baser.³³ Jag har under min tid på Granskolan inte deltagit i någon biologilaboration.³⁴ Laborationerna kan

³³ Att det sammanlagda antalet laborationer är så pass begränsat har också att göra med att eleverna i år sex och sju hade fem av totalt tretton kursmoment i biologi utan laborationer (jfr bilaga 2).

³⁴ Det är möjligt att någon biologilaboration faktiskt ingick under läsåret i år 6. Det är t.o.m. rimligt att eleverna i sexan hade en laboration i sin grundkurs i biologi (sexornas enda kursmoment i biologi) eftersom en del av kursmomentet behandlade mikroskopering. Ett kriterium för godkänt är att eleven ska ”Kunna göra ett preparat till mikroskopet”. Läraren talar också om mikroskopering som det enda som biologilabb handlar om (F 2003-04-08, informellt samtal). Jag påbörjade dock mitt fältarbete mitt i kursmomentet biologisk grundkurs och har alltså inte deltagit i någon laboration. På provet för kursmomentet ingick att eleverna skulle kunna namnge mikroskopets olika delar.

betraktas som förhållandevis allmänt förekommande laborationer i svensk NO-undervisning (för en översikt se tabell 6.1).

Tabell 6.1 Översikt över laborationer i fysik och kemi

Laboration	Använda redskap och artefakter	Avsett innehåll
8/10 1) vinglas, 2) papperskorg, hand i soppåse i vatten- känn hur det känns. (7:an)	Vinglas, pappersbit Soppåse, papperskorg, vatten	Tryck
22/10 Arkimedes princip (7:an)	Dynamometer, klämma, muff, stativ, aluminium- resp. mäsingcylinder, mätglas, vatten	Arkimedes princip
23/10 Kallt och varmt vatten som lösningsmedel. Brännarkörkortslabb (6:an)	Brännare, vatten, kaliumnitrat, skyddsutrustning	Ämnens löslighet som temperaturberoende. Att lära sig hantera brännaren.
13/11 Filtrering av Pepsi (6:an)	Brännare, Pepsi	Filtrering som teknik.
20/11 Destillering av karamellfärgat vatten (6:an)	Vatten, karamellfärg, brännare, utrustning för destillering	Destillering som teknik.
3/12 Mätning av surhet och pH (7:an).	BTB, universalindikatorpapper, ättiksyra, destillerat vatten och ammoniak.	Mäta pH och surhet.
10/12 Neutralisation av syra (7:an)	Syra, bas, brännare, BTB, salt, pipett, bägare	Neutralisation som teknik, BTB som syrabasindikator. Att skriva reaktionsformler.
11/12 Demonstrationslaboration, tomtebluss (6:an)	Dragskåp, porslinskepp, kopparoxid, vätgas, experimentuppställning, järn, svavel, brännare	Att skriva och balansera reaktionsformler.
11/2 Metall i syra + metalloxid i syra (7:an)	Brännare, trefot, bägare, plasttratt, filterpapper, saltsyra, zink, kopparoxid, svavelsyra	Att skriva och balansera reaktionsformler. Kemiska processer för framställning av salt.
18/2 Neutralisation (7:an)	Bägare, BTB, termometer, skyddsutrustning, natriumhydroxid, salpetersyra, brännare	Att åstadkomma en neutral lösning med BTB. Förhöjd temperatur implicerar att en kemisk reaktion har skett.
6/5 Stämgafllaboration (7:an)	Två stämgaflar, trä- och plastlådor, bordet de sitter vid.	Interferens av ljudvågor. Dopplereffekten. Olika material har olika resonans.
13/5 Demonstrationslaboration, oscilloskop (7:an)	Oscilloskop	Ljudvågor med amplitud och frekvens.

Frågeinriktade och procedurinriktade laborationer

Laborationerna utgår ibland från en fråga men i de flesta fall får eleverna en instruktion att genomföra en manipulation och därefter beskriva vad som händer och varför det händer. Två olika typer av laborationer blir alltså synliga i Granskolans laborationspraktik: en *frågeinriktad* laboration och en *procedurinriktad* laboration (jfr Halldén, 1982 s. 98).³⁵

I de flesta laborationer är instruktionen att genomföra en procedur av något slag till exempel att droppa natriumhydroxid i saltsyra färgad med BTB tills lösningen blir grön. Samtliga laborationer inleds med lärarens instruktion om vad eleverna behöver och hur de ska sätta samman utrustningen: – *Två saker ska vi göra idag. Sen vill jag att ni skriver varför det blir som det blir* (F 2002-10-08, 7:an pojkar). Ibland kan läraren börja med att hålla upp en kemikalie: – *Ni ska ha natriumhydroxid.* (F 2002-12-10, 7:an pojkar). Eller så inleder läraren med att skriva laborationens namn på tavlan till exempel ”Filtrering av Pepsi” eller ”Neutralisation” för att sedan visa och berätta vilka procedurer som eleverna ska göra.

Den frågeinriktade laborationen utgår från en fråga som ”Hur låter det?” eller ”Är kaliumnitrat lösligt i kallt och/eller varmt vatten?”. Ibland är dock själva uppgiften som eleverna ska hantera utformad som en fråga. I en laboration i kursmomentet tryck ska eleverna ta reda på hur det känns när de stoppar handen i en plastpåse i papperskorgen som är fylld med vatten och varför det känns som det känns. (F 2002-10-08, 7:an flickor). I en laboration om akustik ska eleverna sätta igång en stämgaflöj, sätta den mot en bordsskiva och beskriva hur det låter: – *Hur upplever du det då? Skriv hur det låter* (T 2003-05-06, 7:an flickor). I flera fall formuleras frågor i samband med slutsatsskrivandet. När eleverna har genomfört en laborativ procedur av något slag får de frågan vad hände till exempel ”Vilket salt blev det?” eller ”Vad hände med vattnet när du destillerade det?” och ”Varför blev det som det blev?”.

³⁵ Halldén (1982 s. 98) gör en uppdelning mellan ämnesrelaterade problem och procedurproblem. Han analyserar en kemilaboration avseende skolans och elevens definiering av ämnesrelaterade problem och procedurproblem. I analysen av laborationerna på Granskolan framstår det, liksom i Halldéns studie, som att det är en nära överensstämmelse mellan den uppgift som formuleras i labbinstruktionen och det problem som eleverna hanterar. Min distinktion mellan frågeinriktad och procedurinriktad laboration snarare än ämnesrelaterad och procedurinriktad handlar om att i ett perspektiv på utbildning som enkulturering måste handlande med intellektuella och fysiska laborativa redskap också förstås som enkulturering i en naturvetenskaplig kulturgemenskap. Både den frågeinriktade och den procedurinriktade laborationen är därför ”ämnesrelaterade”.

Redskap i det laborativa arbetet

Laborationspraktiken består en mängd olika redskap som används för att strukturera det laborativa arbetet. Förutom påtagligt fysiska redskap som brännare eller mätinstrument, så används också andra redskap i varje laboration, nämligen labbinstruktionen och en disposition för labbrapportskrivande (labbrapportalgoritmen).

I början av ett laborationstillfälle får eleverna en instruktion om att genomföra en specifik laboration innehållande en specificering av vad som ska göras och i vilken ordning (jfr lite pyssel med Arkimedes princip s. 85). Instruktionen är ett av de redskap som eleverna måste lära sig hantera och använda som utgångspunkt för sitt arbete för att kunna genomföra laborationerna på ett sätt som betraktas som rimligt i laborationspraktiken.

Ett annat redskap är en disposition för labbrapporten. De flesta elever kan rabbla formeln för labbrapportskrivande: datum, namn, medlaborant, material, utförande, resultat och slutsats.³⁶ När jag frågar några flickor i sjuan om de har diskuterat labbrapportskrivandet så svarar de att de hade gått igenom det i femman, så de ”kan” skriva labbrapport. Sen berättar de om vilka delar som ska vara med i labbrapporten:

Maria: Ja, jag tänker att eller när jag har... jag har inte riktigt förstått hur, hur ni gör när ni skriver slutsats.

Hannah: Titta resultat är vad som hände, nej...

Jessica: Resultat är vad man fick ut.

Hannah: *Utförande*. Utförande är vad man gjorde. Resultat är vad som hände. Slutsats är *varför* det hände. (Elevintervju, F4).

Hannah berättar också att hon har ritat upp en liten mall som hon har med sig på laborationerna men att hon kommer ihåg allting ändå (Elevintervju, F4). Skrivandet av labbrapporten kan beskrivas som att följa en algoritm där du stoppar in olika data i varje algoritmetiskt steg (jfr Knain, 2005). Labbrapportskrivandet strukturerar på så sätt det laborativa arbetet och formar elevers sätt att relatera sig själva till sakerna i NO-klassrummet. Skrivandet av labbrapporten kommer upp till diskussion, mellan lärare och elever och elever sinsemellan, vid varje labbtillfälle. Att slutsats är ”varför

³⁶ Knain (2005) gör liknande observationer vad gäller elevers labbrapportskrivande i norska gymnasieskolan. Elever som behärskade skrivandet av labbrapporter hade hittat en form för skrivandet som inte var utvecklande och som de inte behövde reflektera över. Elever som inte behärskade strukturen blev ständigt förvirrade och osäkra över användningen av den. Knain föreslår att labbrapporten i skolan kanske är mer förknippad med naturvetenskaplig metod än naturvetenskapligt skrivande. Han föreslår att labbrapporten handlar mindre om att lära sig *skriva* naturvetenskap och mer om att lära sig en *idealiserad receptliknande vetenskaplig metod* där resultat oproblematiskt följer av användningen av korrekt procedur.

det blev som det blev” upprepas som en formel vid varje lektion i samband med formuleringen av en slutsats för laborationen.

Biologi, kemi och fysik som olika laborativa kunskapskulturer

I varje kursmoment i fysik och kemi ingår laborationer men i biologi förekommer de sällan. I NO-ämnena konstitueras olika laborativa kunskapskulturer vilket kommer till uttryck i laborationernas funktion och de artefakter som används (jfr tabell 6.1). Genom laborationerna framstår fysik och kemi som laborativa ämnen medan biologi framstår som ett bokligt ämne.

I fysiklaborationerna introduceras *nya artefakter* i varje kursmoment. I fysiklaborationerna används allt från vardagsartefakter som papperskorg och plastglas till dynamometer, metalldrömmar, stämgaflar, oscilloskop, voltmeter, lampor, lamphållare och batterier. I kursmomentet om tryck introduceras dynamometern som instrument för att mäta tyngd. I kursmomentet ellära introduceras voltmeter för att mäta spänning och så vidare. Genom fysiklaborationerna introduceras alltså eleverna till nya laborativa redskap, främst mätinstrument, kopplade till det aktuella ämnesområdets naturvetenskapliga begrepp.

I kemilaborationerna återkommer både samma instrument och samma kemikalier, istället är fokus på olika *kemiska processer och tekniker*. I en introduktionskurs i år 6 får eleverna ta ”brännarkörkort”. För att få körkortet måste eleverna visa att de vet hur de ska använda brännaren och de får också muntligt svara på ett antal frågor om säkerhetsföreskrifter i NO-labbet. Brännaren återkommer sedan i alla kemilaborationer som jag deltar i. I kemilaborationerna introduceras elever också till grundtekniker i år 6 som senare återkommer i år 7 och sannolikt under elevernas hela naturvetenskapliga skolkarriär. Det handlar om kokning, filtrering destillering och indunstning. Genom kemilaborationerna lär sig elever alltså att bemästra vissa standardtekniker.

– *När man har gjort mikroskoppreparat så har man gjort biologilabb känns det som*, säger Ann till mig under ett kursmoment i biologi i år 7 (F 2003-04-08, informellt samtal). Att göra mikroskoppreparat ingår enligt kurskriterierna i det första kursmomentet i NO ”Biologisk grundkurs” i år 6. Under ett kursmoment i biologi där eleverna skulle skriva ett inlämningsarbete valde läraren att parallellt lägga in ett kursmoment om tryck så att eleverna skulle kunna göra fysiklaborationer på halvklasstillfällena för att ”utnyttja tiden bättre”. Läraren förklarar för eleverna att det inte är så väl använd tid att ha biologiarbete på halvklass (F 2002-10-08, 7:an). På helklasslektionerna arbetar eleverna med biologiarbetet och under halvklass-

lektionerna gör de laborationer på tryck. I åttan och nian användes biologilaborationer, i form av dissektioner av koögon och grishjärtan. Syftet med dissektionerna beskriver läraren som att det handlar om att visa hur det ser ut i ”verkligheten” snarare än bara på bild (F 2002-10-22, labb 7:an pojkar).

Genom frånvaron av laborationer framstår biologi som ett bokligt ämne i jämförelse med fysik och kemi. Biologins ”boklighet” kommer också till uttryck i valet av en annan typ av lärobok som är mycket tjockare än de tunna böckerna i fysik och kemi. Biologiläroboken är en läsebok (*Puls Biologi*, 1995) som eleverna lånar medan kemi- och fysikböckerna (*TEFY Kemi Lpo*, 1996; *TEFY Fysik Lpo*, 1996) har karaktären av övningsböcker, de innehåller laborationsuppgifter och eleverna får skriva i och behålla böckerna. Användningen av dessa läromedel bidrar till strukturerandet av fysik och kemi som andra slags NO-ämnen än biologi. Ett val av ett annat NO-läromedel hade kunnat innebära att skillnaderna mellan ämnena som laborativa kunskapskulturer hade blivit mindre.

Laborationerna fyller olika funktion som undervisningspraktik i de olika NO-ämnena. I fysiken är fokus på ämnesområdesspecifika mätinstrument och andra ämnesområdesspecifika redskap. I kemin är det mer fokus på laborativa standardtekniker även om till exempel också pH-mätare introduceras i kursmomentet syror och baser. Biologilaborationer är sällsynta. De biologilaborationer som kommer upp till diskussion handlar om att illustrera hur saker ser ut i ”verkligheten” (i mikroskopet, i kroppen och så vidare). Möjligen kan vi förstå avsaknaden av biologilaborationerna utifrån att de fyller just en illustrerande funktion. Även läroboken kan ju fungera illustrerande och den ”biologiska verkligheten” blir sällan lika entydig som lärobokens illustrationer.

Det laborativa hantverket

Laborationspraktiken är mer fysisk än annan NO-undervisning både i det att fysiska artefakter av olika slag hanteras och att elevernas arbete är tydligt kroppsligt. Medan ”vanliga NO-lektioner” på Granskolan på sätt och vis kan vara svåra att skilja från skola i övrigt genom sin boklighet och fokusering på text så introduceras elever under laborationer till olika naturvetenskapliga artefakter och laborativa metoder.

I laborationspraktiken kan eleverna utveckla skicklighet i hantering av redskap som fysiska artefakter, laborativa tekniker. Eleverna kan också utveckla socialt organiserade förkroppsligade förmågor som att se, lukta, känna och höra på praktiks specifika sätt (jfr Goodwin, 1997, 2003).

Att utveckla skicklighet i skollaboratoriet

Att bli delaktig i en praktik handlar om att appropriera särskilda regel- och vanemässiga sätt att hantera fysiska redskap och artefakter. Vi kan säga att det handlar om att utveckla skicklighet i att till exempel sätta upp en filttering. Skicklighet är en slags praktisk kunskap som man kan utveckla genom erfarenhet, genom egen kontakt med verkligheten (Rolf, 1995 s. 116f.). Skicklighet i skollaboratoriet innefattar förmåga att manövrera laborativa redskap på sätt som framstår som ändamålsenliga. Genom arbete med de laborativa redskapen utvecklar eleverna sin laborativa skicklighet. Den laborativa förmågan innefattar att identifiera de olika objekt som behövs för en viss labbuppställning samt att montera och manövrera labbutrustningar.

Att lära genom exempel

Läraren introducerar eleverna till det laborativa arbetet genom att modellera hanteringen av artefakterna för eleverna: ”Gör som jag visar”. Det handlar om hur eleverna ska sätta ihop utrustningen och vad de ska göra med den. Genom konkret åskådliggörande relaterar läraren skollaboratoriets artefakter och redskap till varandra. Förevisandet kan betraktas som reglerande i den mening att läraren skapar en norm eller en standard för elevers laborativa arbete (jfr Rolf, 1995 s. 107ff.).

Alla laborationer börjar med att läraren i mindre eller större utsträckning visar hur laborationen ska genomföras:

Läraren: Ni ska göra som jag visar.

Läraren visar hur de ska montera rundkolven och hon pratar med eleverna om att den inte kan stå på bordet utan måste monteras fast. Läraren monterar upp hela labbutrustningen på katedern. (F 2002-11-20, labb 6:an pojkar)

Ibland gör läraren laborationen i sin helhet när hon visar eleverna. När eleverna ska neutralisera syra neutraliserar läraren först en bägare med syra på katedern och visar hur svårt det är att få till ett färgomslag. Läraren gör flera försök och får flera färgomslag innan hon lyckas få till en neutral (grön) lösning. På slutet är det ”lite trixande” att få den rätta gröna färgen. Läraren visar att hon kan få ett färgomslag bara genom att doppa plastpincetten i saltsyra och röra om med den i den nästan neutraliserade lösningen. Sedan ska eleverna göra likadant. (F 2002-12-10, labb 7:an pojkar).

Läraren förevisar inte alltid hela laborationer. Men det är alltid något moment som förevisas. Det kan handla om hur man gör när man mäter upp vatten eller när man ska väga ett pulver. Det kan också handla om hur universalindikatorpapper ska fuktas vid bestämning av pH för någon lösning. Läraren visar hur eleverna ska fukta en bit universalindikatorpapper med en

glasstav och hur de ska göra rent glasstaven med destillerat vatten mellan varje gång (F 2002-12-03, labb 7:an pojkar).

Att lära sig mäta och mäta lagom noga

I laborationerna mäter eleverna olika saker med olika instrument. Det kan vara volym, vikt, tyngd, pH, ström, resistans eller spänning. Frågor som då kommer upp handlar om att elever ska lära sig bemästra särskilda mättekniker och att lära sig mäta lagom noga.

I de laborationer där eleverna ska mäta något inleder läraren med att visa eleverna hur de ska mäta upp det som ska mätas. När eleverna i sexan under en laboration ska mäta upp två gram kaliumnitrat inleder läraren med att visa eleverna hur de ska väga kaliumnitratet. En kemikalie vägs upp genom att först lägga ett filterpapper på en våg, nollställa vågen och sedan ta kemikalien med sked och lägga på vågen (F 2002-10-23, 6:an pojkar/flickor). När något ska mätas upp i skollaboratoriet gäller alltså *särskilda mättekniker*.

Eleverna tillägnar sig en särskild slags noggrannhet där *olika mätnoggrannhet som gäller vid olika tillfällen*. Till exempel innebär instruktionen att mäta upp 50 milliliter i bägare och 50 milliliter i mätglas olika mätnoggrannhet. I laborationen om Arkimedes princip ska vatten mätas upp i mätglas medan i laborationen där eleverna ska destillera karamellfärgat vatten så ska vatten mätas upp i en bägare:

Läraren: Vad ska ni göra sen? Joakim.

Joakim: "Håll hundra milliliter vatten i en bägare tillsätt"

Läraren: Det räcker så. Det är inte mer noga än att ni håller till hundra milliliterstrecket på bägaren. (*Läraren pekar på bägaren.*) (F 2002-11-20, labb 6:an pojkar)

För destilleringslaborationen är det alltså en ungefärlig noggrannhet som avses. Läraren markerar med handen mot bägaren för att visa på den mängd vatten som eleverna behöver. Genom att eleverna deltar i en laborationspraktik där både bägare och mätglas används för mätning av volym skapas förutsättningar för möjligheter att utveckla förmåga att urskilja att olika slags mätnoggrannhet krävs i olika sammanhang. Att Anton under en annan laboration ställer en fråga om hur mycket två teskedar är kan förstås som uttryck för att han tillägnat sig regeln att olika mätnoggrannhet gäller vid olika tillfällen eller med andra ord att hur mycket tesked är beror på sammanhanget:

Läraren: Nej. Först så har ni det här, så håller ni i kol. Här, kolpulver. Två skedar.

Anton: Hur mycket är två skedar då?

Filip: Två skedar.

Läraren: En sked, det behöver inte vara jätteråge på dom. Men så där.

Läraren: Två stycken skedar.

Anton: Så det är inte så viktigt liksom hur mycket det är?

Läraren: Nej, mängden är inte jätteviktig. (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar).

Läraren svarar Anton att det inte behöver vara ”jätteråge” på skedarna med kolpulver och att ”mängden är inte jätteviktig”. Två teskedar kan betyda olika saker i olika sammanhang beroende på vilken laboration som görs. Antons fråga kan ses som uttryck för att han tillägnat sig normen att olika mätnoggrannhet också gäller i relation till olika mätinstrument.

I laborationen om Arkimedes princip betonade läraren att eleverna bara skulle ta med en decimal i sina avläsningar av dynamometern eftersom det skulle bli för komplicerade beräkningar annars:

L: Eh, ta bara med *en* decimal på siffrorna. Försök inte uppskatta till noll komma sjuttiofem utan bestäm er för noll komma sju eller noll komma åtta. Annars blir det så mycket siffror att räkna med. (T 2002-10-22, labb 7:an flickor)

Eleverna ska alltså *inte* göra så noggranna avläsningar som möjligt utan noggrannheten är relaterad till hur mätvärdena ska användas precis som i uppmätning av vikt och volym. Det handlar om en rimlig mätnoggrannhet.

Laborationen om Arkimedes princip är intressant i relation till frågan om mätnoggrannhet. Hannah och Petra diskuterar med vilken exakthet de ska mäta tyngden på cylindern i det vattenfyllda mätglaset.

Petra: Man ska ju mäta hur mycket den väger först.

Hannah: Ja. Den väger... två komma... *Åh* vi säger att det är två newton.

Petra: Okej.

Hannah: Den väg-

Petra: Två komma ett. Två komma ett.

Hannah: Nej men den har ju lite vatten på sig också.

Petra: Men-

Hannah: Två Newton. För att ”det blir ju bäst”.

Petra: Cylinderns tyngd i luft. (T 2002-10-22, labb 7:an flickor).

Hannah säger att det blir bäst om de skriver att cylinderns tyngd är två Newton snarare än två komma ett. Hannah föreslår alltså en siffras mätnoggrannhet istället för två. När Petra inte godtar Hannahs argument att ”den har ju lite vatten på sig också” för justering av mätvärdet säger Hannah bara att ”det blir ju bäst” för dem att skriva två Newton istället för två

komma ett. Det slutar med att Petra accepterar detta och går vidare till nästa mätning. Hannah använder dynamometern för att mäta tyngden med hänsyn till vilken mätnoggrannhet som blir rimlig både i relation till laborationens syfte (att visa att vätskans lyftkraft är densamma som tyngden av den vätska som trängs undan) och instrumentets begränsningar (att vattnet på cylindern har betydelse för mätnoggrannheten). Hannah har approprierat laborationspraktikens normer för hantering av mätinstrument och uppvisar mätskicklighet.

Att vika ett filterpapper

Filtrering är en teknik för att separera olika ämnen från varandra. Detta att kunna vika ett filterpapper och sätta upp en filtrering framstår i laborationspraktiken som ett viktigt tecken på laborativ hantverksskicklighet. Att kunna vika ett filterpapper är också en förmåga som krävs av eleverna vid flera laborationer.

En dag i lärarnas fikarum berättade Ted om att den lärarstudent som han handleder inte vet hur man viker ett filterpapper:

Ted säger att han ska gå till sin lärarkandidat. Lärarkandidaten hade frågat honom hur man filtrerar, hur man viker filter och varför det ska blötas. Han påpekar något ironiskt att hon ska ju inte ut och undervisa redan nu, inte förrän efter jul ska hon vara färdig lärare. Ted säger att han inte är så förtjust i den nya lärarutbildningen. (F 2002-10-14, informellt samtal i lärarrummet).

Lärarstudenten visste inte hur hon skulle vika ett filterpapper korrekt (att det viks på mitten två gånger, sätts i tratten och fuktas för att inte fara omkring i tratten). Samtalet med Ted understryker betydelsen av att kunna göra en filtrering. Att kunna göra en filtrering framstår som en viktig del av vad NO-lärare ska kunna. I skollaboratoriet är NO-läraren en mästare som bemästrar och introducerar elever till ett laborativt hantverk.

Att vika ett filterpapper är inte bara svårt för lärarstudenten. Många elever uttrycker att det är svårt, de kommer inte ihåg hur de ska vika eller så går filterpappret sönder när de försöker vika. Ibland blir det fel och det som ska filtreras rinner rakt igenom:

Lukas hämtar ett filterpapper också som han lägger på tratten och trycker pekfingret mot som om han skulle trycka ner pappret i tratten.

Naoki: Man ska vika det.

Lukas viker först på mitten och sedan en gång till på mitten.

Naoki: Lukas, du har glömt en sak. Man ska blöta.

Lukas viker upp pappret igen och går till vattenkranen för att blöta det. När han försöker vika igen går det inte. Naoki kommer och viker istället. Lukas tar pappret och slänger det. Jarek tar ett nytt papper och försöker visa hur de ska vika men han får inte till det. Naoki tar över och viker. Lukas blöter det och sätter det i tratten.

Lukas: Men fan det går ju sönder.

Jarek: Det gör inget. (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar).

I utdraget från fältanteckningar ovan lämnar eleverna över vikandet av filterpappren till en medlaborant. I andra fall lämnar eleverna över vikandet till läraren. Vissa elever men inte andra har alltså utvecklat färdigheten att vika ett filterpapper på rätt sätt. Den som redan lärt sig vika får vika filterpappret igen.

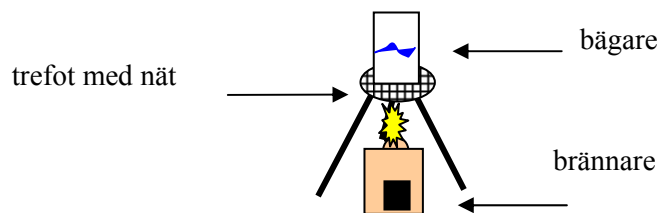
Att bemästra brännaren

En artefakt som ständigt återkommer i det laborativa arbetet på Granskolan är brännaren. Brännaren användes på samtliga de kemilaborationer som jag deltog i. Precis som filtrerordningen är brännaren ett redskap för att undersöka och bearbeta något ämne. Det kan handla om löslighet, avdunstning och destillering.

När läraren introducerar brännaren för eleverna i år 6 under deras första kemilaboration ställer hon den på katedern, tänder den och visar vad som händer när hon skruvar för att öppna och stänga syretillförseln. Hon visar att lågan förändras med syretillförseln. Eleverna uttrycker stort intresse. De lyssnar, ställer frågor och kommer med kommentarer om hur lågan ser ut. (F 2002-10-23, labb 6:an pojkar).

Brännarens introduktion markeras med att eleverna i år 6 får ta ”brännarkörkort”. På körkortet står att eleven har avlagt prov och visat godkända kunskaper när det gäller att tända brännaren, släcka den och säkerhetsfrågor samt att eleven från och med denna dag har rätt att använda brännare på skolan. Körkortet markerar brännarens status i NO-klassrummet (F 2002-10-23, labb 6:an). Brännarkörkortet är ett sätt att markera att brännaren kräver särskilda kunskaper och säkerhetsåtgärder. Det är NO-lärarna som utfärdar körkortet och därmed ger, eller nekar, tillträde till labbet. Erövrandet av brännarkörkortet kan ses som en initiationsrit som markerar elevens nya status i skollaboratoriet.

Att kunna ”köra brännaren” handlar dels om att montera brännaren tillsammans med annan utrustning, dels om att manövrera brännaren i sig för att åstadkomma något. Brännaren ställs under en trefot med nät och en bägare med någon vätska ställs ovanpå nätet. Se figur 6.1.



Figur 6.1 Brännaruppställning

Att bemästra brännaren handlar om att reglera gasflödet. Regleringen av gasflödet handlar om att bemästra den brinnande brännarens låga så att den är ändamålsenlig för den aktuella laborationen. När Lisa, Jessica och Helena använder brännaren för att lösa zink i saltsyra så för de en diskussion om vad som kännetecknar en bra låga i förhållande till vad de gör:

Helena: Det kokar. Jag måste sänka här.

Jessica: Nej det går inte det kommer slockna då. Den är redan på minsta. Alltså om den är för lågt så-

Helena: Det kokar ju som fan. Ta upp den!

Jessica: Ser du det är nästan ingen låga. (T 2003-02-11, labb 7:an flickor).

I utdraget ovan diskuterar flickorna om lågan är för liten eller för stor och om syran kokar för häftigt eller inte för att avgöra vilken låga som är ändamålsenlig och utvecklar tillsammans förmåga att göra bedömningar av vilken låga som är ändamålsenlig.

Brännaren framstår som spännande men omgärdas också av rädslor för att göra farliga misstag. Under en laboration i sjuan ska eleverna använda brännaren för att värma saltsyra för att lösa zink och kopparoxid. Lisa, Jessica och Helena monterar upp brännare, trefot och trådnät och ställer bägaren med kopparoxid och saltsyra ovanpå. Därefter ska de värma bägaren. Men vem vågar tända brännaren?

Jessica: Nej men jag vill inte, jag vill inte.

Helena: Nej men kom igen. Åh du är chicken.

Läraren: Vad är problemet tjejer?

Jessica: Jag vågar inte göra så, jag vågar bara skruva och då säger hon att jag är chicken hon som inte vågar göra nåt av det.

Läraren: Prova nu Jessica.

Jessica: Jag vågar inte. Jag vill inte ha min hand avbrunnen.

((Läraren tar tändstickorna och tänder brännaren.))

Jessica: Ser du. Där hade jag blivit skiträdd.

Helena: "Super maan". (T 2003-02-11, labb 7:an flickor).

För att bemästra brännaren räcker det alltså inte att kunna ljustera lågan utan det krävs också att eleverna vågar närma sig den.

Brännaren används i alla kemilaborationer. I fysiklaborationerna är alla artefakter domänspecifika i den mening att de är kopplade till något visst begrepp som tyngd, spänning, akustik och tryck. I jämförelse med Delamont, Benyon & Atkinsons (1988) beskrivning av brännaren som NO-undervisningens fundament framstår det som mera riktigt att tala om brännaren som kemilabbens fundament i den studerade laborationspraktiken. Det är svårt att föreställa sig att något annat redskap skulle kunna få motsvarande plats i fysiklaborationerna som brännaren i kemilaborationer.

Genom arbetet i skollaboratoriet får eleverna möjligheter att utveckla laborativ skicklighet. Den laborativa skickligheten innefattar bemästrande av särskilda sätt att mäta, fysiska redskap som brännaren och filtrerordningen. Eleverna arbetar också med tekniker och metoder för mätning kopplat till olika ämnesområden, exempelvis olika sätt att mäta pH, tyngd och spänning. Det är alltså ett konkret naturvetenskapligt innehåll i NO-undervisningens levda läroplan att lära sig bemästra vissa naturvetenskapliga tekniker och metoder.

Att lära sig urskilja aspekter av det laborativa arbetet

Genom deltagande i Granskolans naturvetenskapliga undervisningspraktik får elever möjlighet att utveckla en naturvetenskaplig perception med särskilda sätt att förnimma omvärlden. I flera laborationer använder eleverna sinnena lukt, syn, smak och hörsel som redskap för att urskilja kritiska aspekter av det laborativa arbetet. Genom den sinnliga bildningen görs eleverna delaktiga i laborationspraktikens empiriska maskineri med särskilda sätt att göra kroppsliga erfarenheter (jfr Knorr Cetina, 1999).

Det finns särskilda laborativa tekniker eller normer för att lukta och smaka i skollaboratoriet. Att äta och att smaka är vanligen förbjudet. I kemiläroboken kan eleverna läsa om vad de ska tänka på vid kemiska försök. Där står bland annat: ”**Förbud att smaka.** Smaka aldrig på ett ämne om inte läraren klart sagt ifrån att du kan göra det.” (Fetstil i original, *Kemi Lpo bok I*, 1996 s. 2). När eleverna ska smaka på en vätska så får de göra det genom att doppa fingret i den och smaka (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar). Även för lukt gäller särskilda tekniker. I kemiläroboken finns en bild på en kvinna som luktar på en grön lösning i ett provrör och en bildtext som handlar om hur man luktar på ämnen i NO-undervisningen:

Innan du luktar på ett okänt ämne bör du först ta ett djupt andetag så att lungorna fylls med luft. Håll näsan på några centimeters avstånd och fläkta med handen ovanför öppningen. På så sätt blandas ångorna med luften så

att du endast andas in en mindre dos av ämnet. (Kursiv i original, Kemi Lpobok 1, 1996 s. 2).

I laborationspraktiken används smak och lukt för att skilja mellan olika ämnen. Eleverna görs uppmärksamma av läraren på vissa specifika skillnader. Även att se och höra framstår som icke-trivialt i det laborativa arbetet. Det handlar om att se eller höra något *som* något. Syn används för att identifiera tillstånd, till exempel kemiska tillstånd, som att en vätska kokar eller huruvida en lösning är neutral. Hörsel används för att beskriva ljudfenomen.

Utveckling av elevernas förmågor att urskilja och förnimma omvärlden är en aspekt av elevernas enkulturering i laborationspraktiken. Vår uppfattning av vad vi ser, hör, smakar och luktar är inte något objektivt i sig utan att förändras genom vårt deltagande i historiskt och kulturellt utvecklade praktiker (Luria, 1976 s. 20ff). I elevernas arbete i skollaboratoriet kan vi urskilja tre slags kroppsligt arbete som omfattar syn, hörsel lukt och smak (jfr Goodwin, 1994). Det handlar för det första om att klassificera och kategorisera omvärlden, för det andra om att lyfta fram och urskilja förändring som aspekt av ett skeende och för det tredje om att skapa representationer av sinnliga erfarenheter. Läraren kan, genom sitt arbete med att rikta elevers uppmärksamhet och benämna olika intryck, beskrivas som deltagande semiotiker (jfr van Oers, 2001).

Att klassificera och kategorisera omvärlden

Att klassificera och kategorisera omvärlden handlar om att urskilja huruvida något visst tillstånd har inträtt (t.ex. att en vätska kokar eller att en lösning neutraliserats) samt att klassificera substanser som ämnen i syfte att skilja olika ämnen från varandra.

I en laboration filtrerar eleverna Pepsi. Ett syfte med laborationen är att eleverna ska lära sig om filtrering som laborativ teknik. Ett steg i laborationen är att eleverna ska koka Pepsi i aktivt kol. I utdraget nedan diskuterar Anna, Wilma och Matilda huruvida Pepsin kokar eller ej:

Anna: Hur länge ska man hålla den här? Ann! Ann?

Wilma: Den ska koka.

Anna: Gör den det?

Matilda: Ann har den börjat koka?

Anna: Har den börjat koka eller?

Läraren: Kokar det?

Anna: Jag vet inte. (F 2002-11-13, labb 6:an flickor)

Att se att en vätska kokar är inte bara en iakttagelse av vad som sker med vätskan utan seendet innefattar kunskap om vad det innebär att något kokar och vilka tecken jag ska leta efter för att avgöra om det kokar eller ej. Seendet är på så vis språkligt och begreppsligt (jfr Bergqvist & Säljö, 1994; Goodwin, 1997).

I en laboration där eleverna skulle neutralisera saltsyra, färgad med indikatorn BTB (bromtymolblått), med natriumhydroxid diskuterar Jesper och Anand hur grön den gröna lösningen skulle vara för att vara grön (d.v.s. neutral):

Jesper har i en droppe NaOH till.

Anand: Den blir grön. Den blir grön.

Jesper: Nej den måste ju vara grön.

Jesper har i en droppe NaOH till. Lösningen blir blå. Jesper har i en droppe HCl och lösningen blir gul. Till slut lyckas de få en grön lösning.

Anand: Okej nu är den grön. Ja nu räcker det. [...]

Jesper: Nu är den grön tror jag.

Läraren säger till Anand att han ska hämta ett trådnät också och att de finns i ett skåp längst bak i klassrummet.

Jesper: Ann räknas det här som grön? (F 2002-12-10, labb 7:an pojkar)

Eleverna försöker urskilja vad som karakteriserar en grön lösning: När är en lösning grön? Hur grön ska en grön lösning vara? Hur skiljer sig en grön lösning från en lösning som inte är grön? Läraren bekräftar att lösningen kan räknas som grön genom att instruera Anand att komplettera utrustning för att påbörja nästa steg i laborationen, nämligen indunstning av lösningen. I andra sammanhang kan vi tänka oss ett spann av gröna nyanser som grönt från blått till gult. Men i arbetet att neutralisera saltsyra så är det en bestämd grön som ses som tecken på att en neutral lösning åstadkommit. I detta sammanhang blir Jespers fråga om lösningen kan räknas som grön rimlig att ställa. Att urskilja vilken grön som ska betraktas som grön i det laborativa arbetet med att neutralisera saltsyra är något som eleverna kan lära sig urskilja genom interaktion med läraren och konkreta erfarenheter av olika gröna nyanser i laborationspraktiken (jfr Goodwin, 1997).

Både att smaka och att lukta beskrivs som *metoder för att skilja olika ämnen åt*. Under en lektion säger läraren: ”Om du ska ta reda på vad det är för ämne. Om du ska kunna skilja på salt och socker är det bra att veta hur salt och socker smakar.” (F 2002-11-15, 6:an). I laborationspraktiken används lukt vid flera tillfällen för att skilja olika ämnen åt. Under en laboration där eleverna skulle undersöka surhet hos ammoniak, ättiksyra och destillerat vatten använde en grupp elever, som blandat ihop provrören, lukten för att skilja de färglösa västkorna åt (F 2002-12-03, labb 7:an flickor). Un-

der en demonstrationslaboration diskuterade läraren hur eleverna skulle kunna veta om de producerat järnsulfid eller järnsulfat när järn och svavel reagerar med varandra:

Läraren: Vad kommer att hända? [...]

Läraren fyller i reaktionsformeln på tavlan: $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$.

Läraren: Hur kan man säga det då om man vill säga det med vanliga ord?

Under reaktionsformeln så skriver läraren namnen på ämnena järn, svavel och järnsulfid.

Läraren: Järnsulfid, sulfit luktar

Filip: Skit. Sulfit luktar skit och sulfat luktar mat. (F 2002-12-11, labb 6:an pojkar)

I utdraget uppmärksammar läraren eleverna på att lukt kan användas för att urskilja om en kemisk reaktion har skett men också vilken kemisk reaktion som skett. Filip återger minnesregeln ”sulfit luktar skit och sulfat luktar mat” som kan användas i urskiljandet av huruvida produkten blev sulfit eller sulfat. Minnesregeln är ett redskap som bidrar till att organisera lukterfarenheter.

Både att urskilja huruvida ett tillstånd har inträtt och att skilja olika ämnen från varandra handlar om klassificering av omvärlden. Vi kan förstå klassificeringarna av sinnesintryck som något som kan utvecklas i praktiken genom interaktion med mer erfarna deltagare. Utveckling av förmågan att avgöra om en lösning är neutral, om vätskan har rätt grön färg, är en form av sinnlig bildning i skollaboratoriet.

Att urskilja förändring

I laborationerna ställs frågor om när något händer och om det alls händer något. Det handlar om att urskilja förändring, eller att peka ut ett skeende och vad som kan betraktas som väsentliga förändringar att beskriva i en specifik laboration.

Lisa, Nora och Dhara har neutraliserat saltsyra som de sedan kokar. Nu står de och tittar på bägaren med den gröna lösningen och frågar läraren varför det inte händer något.

Lisa: Ann det händer ju ingenting.

Läraren: Jo det måste koka lite.

[...]

Lena: Det händer ju ingenting. Lyssna (det smattrar lite från vätskan).

[...]

Läraren: Här börjar det också hända saker.

Lisa: Ann. Det ramlade ner nånting.

Läraren: Det är salt som skvätter.

[...]

Lisa: Åh vad coolt. Kolla. (Om saltet som börjat bildas i bägaren). (F 2002-12-10, labb 7:an flickor)

Läraren talar om att just det att vätskan kokar är den förändring som eftersträvas. Genom kokningen avdunstar vattenånga. Lite senare klagar Lisa återigen på att det inte händer något: *Det händer ju ingenting*. Men efter en stund när det börjar bildas saltkristaller i bägaren utbrister hon: *Åh vad coolt. Kolla*. För Lisa framstår inte kokning som en förändring. Även efter att läraren pekat ut att kokningen som den eftersträvide förändringen så uttrycker Lisa att hon inte kan urskilja att något händer. Svårigheterna med att urskilja vad som händer är ett uttryck för de skillnader i sätt att förstå ett skeende som kan uppkomma då människor har tillgång till olika intellektuella redskap. Att beskriva resultaten blir lätt för den som har tillgång till kunskap om indunstning som kemisk metod (jfr Bergqvist & Säljö, 1994). Läraren har också tillgång till det förväntade resultatet vilket eleverna saknar.

Att urskilja förändringar i smak och lukt är sätt att undersöka vilka kemiska förändringar som kan ha skett. I en laboration får eleverna i sexan i uppgift att koka och sedan filtrera Pepsi i kol och beskriva vad som händer och vilka skillnaderna är mellan Pepsin före och efter. När pojkarna kommer in i klassrummet och ser att det står Pepsi på katedern frågar de: – *Åh Pepsi. Får vi dricka Pepsi?!* Läraren svarar: – *Ni får inte dricka Pepsi för man får inte dricka här inne* (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar). Eleverna får två små bägare med Pepsi. Den ena ska blandas med kol, värmas och filtreras. Uppgiften såsom läraren formulerar den är sedan att jämföra den bearbetade Pepsin med den orörda: – *Det som nu har runnit ner i den stora bägaren, det är det ni ska jämföra med det som är i den stora bägaren som stod still på bänken och inte... man gjorde någonting med* (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar). Erik noterar att något har hänt genom att den bearbetade Pepsin luktar annorlunda: – *Åh fy fan vad det luktar. Det luktar inte Pepsi längre* (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar).

När eleverna har laborerat klart och plockat undan all utrustning förutom de två bägarna med Pepsi frågar läraren: – *Vad händer nu då när ni värmdes Pepsin?* Läraren ger eleverna tillstånd att smaka på den bearbetade Pepsin. Eleverna får doppa fingret i den filtrerade Pepsin och smaka huruvida den smakar annorlunda än Pepsi annars. Men urskiljandet av på vilka sätt den filtrerade Pepsin smakar annorlunda, annat än ”äckligt” och ”skit”, är inte självklart. Genom samtal strukturerar läraren elevernas erfarenheter. Det handlar om att urskilja vilka förändringar som skett:

1. Läraren: Försvann sockret?
2. Anton: Nej.
3. Läraren: Nej.
4. Kevin: xxx xxx bränt?
5. Läraren: Ja.
6. Anton: Åhh, det där var inte gott.
7. Filip: Det vill inte jag smaka.
8. Läraren: Vad smakar det då?
9. Anton: Det smakar ju ingenting.
10. Gustav: Det smakar ingenting.
11. Oliver: Jo, det smakar lite Pepsi.
12. Anton: Lite Pepsi och--
13. Isak: Usch.
14. Läraren: Vad smaka det mest då?
15. Oliver: Kol.
16. Tobias: Ägg.
17. Samuel: Jag vet inte, jag vet inte.
18. Filip: Men fy helvete det här tänker inte jag smaka.
19. Robin: Det går inte att dricka.
20. Filip: Fy *faan* vad äckligt. Fy faan.
21. Carl: Åh.
22. Filip: Det smakar skit, eller det luktar skit i alla fall.
[ca 11 turer]
23. Oliver: Men det är, det smakar socker.
24. Läraren: Vad var skillnaden nu då? Vad var det som--
25. Oliver: Det var beskt. Det var beskt.
26. Tobias: Kolsyran är borta.
27. Läraren: Ja.
28. Oliver: Den är beskt och kolsyran är borta.
29. Läraren: Det är smakämnen va som har försvunnit för den är ju fortfarande söt den här som ni har filtrerat. Men den smakar ju inte Pepsi längre. Den smakar egentligen sockervatten eller nånting. (T 2002-11-13, labb 6:an pojkar).

I utdraget ovan ställer läraren frågor som hjälper eleverna att urskilja på vilka sätt den filtrerade Pepsin smakar annorlunda (utsaga 1,8, 14, 24, 29). Pojkarna konstaterar på direkt fråga från läraren att sockret inte försvann (utsaga 2, 23). Sedan säger eleverna på olika sätt att Pepsin smakar äckligt (utsaga 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22). Läraren ber dem då fokusera på skillnaden ”Vad var skillnaden nu då?” (utsaga 24). Elevernas beskrivning av att det blev beskt och att kolsyran försvann omformulerar läraren till ”Det är smakämnen va som har försvunnit för den är ju fortfarande söt...” (utsaga 29). I samtalet bidrar läraren till att lyfta fram de aspekter av den transformerade Pepsin som är relevanta i sammanhanget.

Att skapa representationer

Skrivandet av labbrapport är ett sätt att skapa representationer av de laborationer som gjorts. Ibland arbetar elever också med att skapa andra representationer av sinnesintryck i ord och bild. I akustiklaborationen producerar elever olika ljud och beskriver sedan hur de låter. I ellära ritar de krets-scheman över elektriska kretsar.

I akustiklaborationen ska eleverna producera olika ljud med stämgaflar och sedan beskriva de olika ljuden. Eleverna ska göra tre olika undersökningar med stämgaflar. I den första undersökningen ska eleverna sätta igång stämgaffeln genom att slå den mot bordet och sedan beskriva hur den låter i luft och när den sätts mot bordet, en trälåda och en plastlåda. I den andra undersökningen ska eleverna ta två stämgaflar, slå mot bordet, sätta ned mot bordet samtidigt och beskriva hur det låter. I den tredje undersökningen ska eleverna ta en lite större stämgaffel, slå mot bordet och sedan dra förbi örat. Instruktionen är att eleverna ska beskriva hur ljudet låter. Eleverna ska med andra ord skapa representationer av de ljud som de producerar med stämgaflarna.

Moa och Dhara slår med stämgaffeln i bordet och lyssnar på den några gånger. De ska beskriva hur det låter. Men hur låter det egentligen? Moa och Dhara slår stämgaflarna mot bordet igen och sätter ned dem en av dem i taget mot bordet:

Moa: Val. Lät som en ilsken val. Jag skrev att den lät som en ilsken val. För det tycker jag att det gjorde. Okej nu ska vi skriva vad det var vi gjorde. Vi slog ju stämgaflar mot plast och trälådor. Slog ((*skriver*)).

Dhara: Som en val? (T 2003-05-06, laboration flickor 7:an).

Flickorna skriver att det låter som en ilsken val i sina laborationsrapporter. De hämtar också trä och plastlådan. Moa slår den ena stämgaffeln hårt i bordet och sätter på trälådan.

Moa: Det lät som en klarinett. Eller som en tuta av nåt slag ((*slår igen*))
Men det där låter som, det där låter som typ så här ((*slår igen*)). Jag tycker att det låter som vad heter det-

Dhara: Nån slags alarm.

Moa: Okej alarm. Vi skriver det.

Dhara: Okej. (T 2003-05-06, laboration flickor 7:an).

De skriver att det låter som ett alarm när de sätter stämgaffeln mot trälådan. Moa slår hårt igen med stämgaffeln i bordet och sätter den mot plastlådan. Hon gör om det flera gånger och undrar om det låter något alls.

Moa: Det lät som en skrikande bäbis. Vad tycker du att det mest lät som?

((Moa slår stämgafln mot bordet och sätter den mot plastlådan.))

Dhara: Mm det låter "eiehe"--

((Moa slår stämgafln mot bordet och sätter den mot plastlådan igen.))

Moa: Det lät som ett surr. En humla eller?

((Moa slår stämgafln mot bordet och sätter den mot plastlådan igen.))

Moa: Men som en-

Dhara: Ett sus.

Moa: Det lät som ett sus. Sus. *((Skriver))* "och-den-fet-a-stäm-ga-ffeln-lät".

Okej nu börjar vi på den här nu. (T 2003-05-06, laboration flickor 7:an).

Dhara hämtar den stora stämgafln och Moa lämnar tillbaka lådorna. Dhara slår den stora stämgafln i bordet och drar den förbi ansiktet. Hon vet inte riktigt hur hon ska göra och frågar Moa. Moa tror att det var något med örat.

Läraren: Ja du skulle dra den vid örat. Långsamt när den låter och så ska du beskriva det ljudet om du känner igen det från något annat. (T 2003-05-06, laboration flickor 7:an).

Läraren betonar att eleverna ska känna igen ljudet i den tredje undersökningen från något när hon pratar med de olika grupperna. Moa säger att det visslar och därefter fortsätter hon och Dhara att skriva labbrapport. Som resultat skriver Moa och Dhara att stämgaflarna lät som en ilsken val, som ett sus och ett alarm.

Moa och Dhara skapar kreativa vardagliga beskrivningar av ljud utan någon relation till ett akustiskt ämnesinnehåll (en ilsken val, en klarinett, en skrikande bäbis, en humla, ett surr, ett sus och ett alarm). Vi kan förstå deras beskrivningar som att de saknar tillgång till relevanta naturvetenskapliga redskap för klassificering av ljuden. I laborationen hör eleverna visserligen samma ljud som läraren men de har inte tillgång till samma redskap (d.v.s. akustiska begrepp) för att urskilja vad de hör. Även om eleverna hör att det låter annorlunda när stämgafln sätts mot en trälåda, än när den sätts mot en plastlåda, så vet de inte att detta är intressant eller vad det säger om ljudet och dess egenskaper.

De laborativa uppgifterna syftar till att illustrera vissa grundläggande akustiska principer (jfr Bergqvist & Säljö, 1994 om elevers arbete vid optiska bänken). För att förstå varför dessa ljud är intressanta och vad i ljuden som är intressant måste man dock känna till de intellektuella redskap som akustiken utnyttjar och bygger på (jfr Säljö, 2000 s. 96). Läraren kan genom sin tillgång till akustikens begreppsliga resurser använda stämgafln som redskap för att illustrera ljudets egenskaper. Lärarens betoning av att eleverna ska känna igen ljudet någon annanstans ifrån refererar till en NO-

undervisningstradition där polisbilen eller ambulansen får exemplifiera Dopplereffekten (vilken den tredje laborationen ska vara en illustration av). Men Moa och Dhara saknar inte bara tillgång till akustikens begreppsliga resurser utan också till denna kunskapstradition. I kapitel 7 analyserar jag introduktionen till den kunskapstradition som vardagsanknytning är uttryck för.

Genom deltagande i arbetet att klassificera, beskriva förändringar i och skapa representationer av naturen och den fysiska verkligheten med naturvetenskapliga begrepp och beteckningar kan eleverna appropriera naturvetenskapliga sätt att förhålla sig till omvärlden. Genom deltagande i NO-undervisningspraktiken bildas elevers sinnliga förmågor och vi kan tala om en enkulturering i en sinnlig naturvetenskaplig gemenskap avseende hur naturen och den fysiska verkligheten urskiljs, klassificeras och representeras.

Elevers produktion av slutsatser

Skrivandet av slutsats upptar en stor del av samtalen kring labbrapporter. Att skriva slutsats handlar om att formulera inte bara ”varför det blev som det blev” utan också vad laborationen kan säga något om. I laborationerna formulerar eleverna resultat och slutsatser och ägnar sig åt att värdera olika slags information dels information baserad på egna observationer, dels information från andra källor såsom klasskompisar, lärare och böcker. Formulering av slutsatser kan, som en elev säger, ses som ”själva slutpunkten som är hela labbrapporten” (Elevintervju, F2).

Idealbilden av det laborativa arbetet på Granskolan är att eleverna formulerar slutsatser på egen hand, utifrån de erfarenheter som de gör i laborationen. Det finns en föreställning om induktion som eftersträvansvärd i laborationspraktiken: att eleverna genom observation av sina manipulationer ska komma fram till den aktuella teorin (jfr Bergqvist & Säljö, 1994; Wickman & Östman, 2002). Denna föreställning står i kontrast till en bild av naturvetenskap som hypotetisk-deduktiv som till exempel framträder i norska NO-läromedel (Knain, 1999 s. 296 ff., 331f.).

Eleverna uttrycker att det är svårt, eller som Robert säger ”fett svårt” (T 2003-05-06, labb 7:an pojkar), att skriva slutsats. Tova konstaterar i intervjun att ”Det är ju *väldigt* sällan man kommer på slutsatsen helt själv.” (Elevintervju, F2). Sofia berättar att hon fått höra på sitt utvecklingsamtal att hela klassen ligger jättemycket efter och skriver jättedåliga slutsatser:

Maria: När ni skriver slutsatser eh så har jag inte riktigt förstått hur ni gör.

Sofia: Inte jag heller. Nej för att det, för att det blir nån sån här som på utvecklingssamtalen så sa hon [läraren] att hela klassen ligger jättemycket efter och skriver jättedåliga slutsatser. (Elevintervju, F3)

Formeln ”varför det blev som det blev” framstår som enkel men det svåra verkar vara just att formulera varför det blev som det blev. Något som komplicerar slutsatsskrivandet är att eleverna för att få ett högre betyg än godkänt (VG eller MVG) inte får fråga läraren om slutsatsen.

I följande avsnitt beskriver jag elevers olika produktion av slutsatser. Elever deltar i två olika slags produktion av slutsatser: För det första, en handling där den slutsats som produceras är ett resultat av ett arbete att utveckla av begreppsliga relationer. För det andra, en handling där den slutsatsen som produceras är ett rätt svar i den rapport som ska lämnas in. I materialet finns dessutom exempel på när elever låter bli att skriva slutsats.

Utveckling av begreppsliga relationer

Ett sätt att arbeta med formulering av slutsatsen är som utveckling av de begreppsliga relationerna i en laboration. I det empiriska materialet kan två olika strategier för utveckling av begreppsliga relationer urskiljas. För det första handlar det om *induktion* vilket framstår som en eftersträvd men svår strategi. För det andra handlar det om *lotsning* där elever med visst stöd kan utveckla de begreppsliga relationerna i en laboration.

Induktion

Emil: Eller så tänker man igenom vad man har gjort och vad man har fått för resultat och sammanfattar det i slutsats.

[ca 7 turer]

Emil: Alltså man ska ju se vad man har gjort istället. (Elevintervju, P2)

Emils utsaga är uttryck för idealet att i labbrapporten skriva slutsatser utifrån de erfarenheter som gjorts i laborationen. Eleverna understryker att idealet är att de ska tänka igenom vad de har gjort och komma fram till en slutsats på egen hand. De menar att de *borde* skriva slutsatser utifrån vad de har gjort i laborationen och de resultat som de har fått. Idén om att eleverna på basis av observationer i laborationen ska kunna formulera generella slutsatser i form av begreppsliga relationer kan ses som uttryck för en föreställning om induktion (jfr Losee, 2001 s. 132ff.).

Det finns dock inget tydligt exempel i det empiriska materialet på att elever utvecklar begreppsliga relationer genom induktion. Detta innebär dock inte nödvändigtvis att elever inte formulerar egna slutsatser. Det empiriska

materialet begränsas dock av vad som blir synligt i elevernas samtal och produktion av texter. De flesta elever verkar dock vara överens om att det bara är på riktigt lätta laborationer som de kan skriva slutsatsen själva: ”man kan ju om det är nåt sånt lätt kan man ju... ja” (Elevintervju, F1).

I laborationen om akustik ska elever genom att göra tre olika undersökningar med stämgaflar upptäcka vissa egenskaper hos ljud. För läraren kan man genom att sätta igång stämgaflorn och sätta den mot olika material illustrera begreppet resonans, genom att sätta igång två stämgaflar och sätta mot ett bord kan man illustrera superposition av vågor och genom att dra stämgaflorn förbi örat kan man illustrera dopplereffekten.³⁷ Det visar sig dock vara svårt för eleverna att genom induktion formulera en slutsats i labbrapporten. En av de två grupper som jag följer formulerar istället en slutsats genom samtal med läraren (jfr lotsning nedan) och den andra gruppen lämnar in sin labbrapport utan slutsats. (T/F 2003-05-06, 7:an).

Lotsning

Lotsning är ett redskap som används för att hjälpa elever med formulering av slutsatser (jfr Lundgren, 1977; Pedro, 1983). Lotsning har inom pedagogisk forskning betraktats som att läraren hjälper eleven att lösa ett problem utan att eleven egentligen ”förstår” resonemanget, att läraren löser ett problem åt eleven som eleven egentligen inte kan lösa (jfr Granström & Einarsson, 1995 s. 31f.). Men lotsning kan också förstås som ett sätt att tillhandahålla nödvändiga tankestöttor för den som inte på förhand är bekant med de begreppsliga relationer som ska utvecklas (jfr Schoultz, 2000; Säljö, 2000 s. 119ff.). Vygotskij (1934/1999 s. 332f.) skriver om den närmaste utvecklingszonen som betecknar avståndet mellan vad ett barn kan prestera på egen hand och vad som kan bli möjligt att prestera under ledning av en kunnig vuxen. I interaktion med lotsen, läraren, en annan elev eller en text, blir det möjligt för elever att utveckla begreppsliga relationer – en komplex uppgift struktureras och delas upp i mindre delar.

³⁷ Det tänkta naturvetenskapliga innehållet i den första undersökningen handlar om hur ljudvågor förstärks olika genom olika resonans hos olika material. Den andra undersökningen handlar om hur ljudvågor från två ljudkällor (de två stämgaflarna) interfererar med varandra genom antingen förstärkning eller försvagning. Om de två vågrörelserna har samma frekvens och når maximum samtidigt (samma fas) adderas de vilket innebär en förstärkning. Om i stället den ena vågen är förskjuten kommer de att försvaga varandra. Den tredje undersökningen handlar om dopplereffekten som uppträder när en ljudkälla rör sig i hög hastighet. Då en ljudkälla i hastig rörelse närmar sig pressas ljudvågor samman, så att avståndet mellan ljudvågornas förtätningar och förtunningar minskar. Då ljudkällan rör sig bort ökar avståndet mellan förtätningar och förtunningar. En situation då dopplereffekten för ljudvågor kan höras är den tonhöjdsänkning som uppstår då en ambulans eller polisbil passerar med påslagna sirener.

Läraren fungerar som lots genom att gå in och strukturera elevers samtal kring de begreppsliga relationer som ska utvecklas. Genom samtal med läraren kan till exempel Robert och Oskar utveckla vissa av de relationer som akustiklaborationen syftar till att illustrera (jfr fotnot 37). I laborationen var uppmaningen till eleverna är att beskriva hur det låter och varför. När pojkarna är klara med resultaten, att beskriva hur ljudet från stämgaflarna låter i de olika undersökningarna, så ber de läraren om hjälp för att skriva slutsats på den första undersökningen (att slå stämgaflarna mot trä- och plastlådor samt mot bordet som de sitter vid):

Robert: Du måste hjälpa till. Vi måste skriva slutsats.

Oskar: Okej, slutsatsen.

Robert: Slutsatsen är bara på första.

Niklas: Ska det vara slutsats på alla?

Läraren: Nej, bara på ettan.

Oskar: Slutsats, det låter.

Robert: Nej, slutsats det blev högre. Nej vänta.

Oskar: Kan man säga så här, slutsats det låter.

Robert: Nehej.

Läraren: Nja. Lite mer kan du komma på.

Robert: Men.

((Läraren säger hej då till några elever som lämnar klassrummet)).

Läraren: Ni ska skriva slutsats på den. Var lät det mest och varför lät det mest?

Robert: Trä för det finns i naturen. Plastlådan gör man själv. (T 2003-05-06, laboration pojkar 7:an).

Läraren säger inte nej till Oskar att en slutsats skulle kunna formuleras som ”det låter” däremot säger hon att det är lite för kort. Lärarens instruktion att de ska skriva *var* det lät mest och *varför* det lät mest bidrar till att rikta Roberts uppmärksamhet mot skillnader i lådornas material. Läraren ger dock ingen respons på Roberts förslag att trä låter mest för att det finns i naturen utan lämnar Robert och Oskar att arbeta vidare själva. Men Robert ropar snart på hjälp igen:

1. Robert: Hjälp! Alltså hur fan ska man skriva på det här? [Till bandspelaren:] Det här är skitsvårt. Fatta. Förstå. [Till läraren:] Hallå Ann! Det här är fett svårt, jag vet inte. Hur ska man skriva? Jag vet inte. Skitsvårt.
2. Läraren: Mm. När lät det högst då? När lät det mest?
3. Robert: Hur eller?
4. Läraren: Ja, när lät det mest?
5. Robert: Eh när vi hade den på trälådan.
6. Läraren: Okej. Varför lät trälådan mer än plastlådan tror du?
7. Oskar: För att det är mindre molekyler i den.

8. Pontus: Tvärtom.
9. Alf: Jag tror att trälådan den var av trä och därför lät den mer.
10. Robert: Den är mer ihålig.
11. Läraren: Det har med materialet att göra ja.
12. Robert: Nu!
13. Oskar: Det är annat material.
14. Robert: Trälådan lät högst för att. ”Lät-högst-för-att-det-har-med-mat-eri”-
15. Läraren: Nu är klockan fyrtiofem nu måste ni gå.
16. Robert: ”i-al-et-att-gör-a-punkt”. Ja, men jag fick inte till något bra men det här var det bästa jag kunde komma på. (T 2003-05-06, labo-ration pojkar 7:an).

Läraren återkommer med frågan ”när lät det mest” (utsaga 2, 4) och riktar återigen på skillnader mellan ljudet från de olika lådorna. Robert konstaterar då att det lät mest från trälådan (utsaga 5). Läraren frågar då varför trälådan låter mer (utsaga 6). Oskar, Pontus, Alf och Robert kommer då med olika förslag om att det är mindre molekyler (utsaga 7) eller mer (utsaga 8), för att det är trä och för att den är mer ihålig (utsaga 9). Läraren omformulerar deras förklaringar till ”Det har med materialet att göra ja” (utsaga 11). Robert formulerar sedan slutsatsen: ”Trälådan lät högst för att det har med materialet att göra.” Trots att slutsatsen utvecklas i samtal mellan Robert, Oskar, Alf, Pontus och läraren så uttrycker Robert att det är hans egen slutsats som han inte är riktigt nöjd med: ”jag fick inte till något bra men det här var det bästa jag kunde komma på” (utsaga 16).

Innebörden av att skriva ”varför det blev som det blev” är inte oproblematiskt. I samtalet mellan eleverna och läraren formuleras två förslag med olika förklaringsnivåer: Det första, som Oskar formulerar, handlar om molekylstruktur i de olika materialen. Det andra, som läraren formulerar, är att det har ”med materialet att göra”. Genom interaktionen med läraren blir det möjligt för Robert och Oskar att formulera slutsatsen på ett sätt som motsvarar lärarens förväntningar.

Labbinstruktionen kan också fungera som lots. Instruktionen innehåller språngbräddor till formulering av slutsatser. Frågor på vägen är en del av instruktionen som kan hjälpa eleven att formulera slutsatser. I laborationen kring Arkimedes princip är de enkla frågorna på vägen mot frågan om slutsatsen i fysiklärobokens skriftliga instruktion omfattande. Efter att eleverna monterat och kalibrerat dynamometern ska eleverna följa följande instruktioner i läroboken:

Gör följande avläsningar och för in värdena i tabellen:

1. Fyll mätglaset till ungefär hälften med vatten. Läs av vattenytans läge.

2. Häng aluminiumcylindern i dynamometern. Avläs cylinderns tyngd.
 3. Sänk nu dynamometern så att cylindern kommer helt under vattenytan. Avläs på nytt dynamometern.
 4. Se efter hur högt vattnet nu står i mätglaset.
- [...]

Använd dina värden i tabellen och komplettera med följande:

5. Jämför cylinderns tyngd i luft och i vatten. Hur stor var vattnets lyftkraft?
6. Hur mycket vatten trängde cylindern undan?
7. 1 cm³ vatten väger 1 g. Hur stor tyngd har det undanträngda vattnet?
8. Jämför nu vattnets lyftkraft på cylindern med tyngden av det vatten som cylindern trängde undan. Vilken slutsats kan du dra? [...]

Kontrollera din slutsats genom att göra om försöket med den andra cylindern.

[...]

Hur lyder Arkimedes princip? (*Fysik Lpo*, 1996 s 78)

Instruktionen är formulerad i små steg: fyll mätglaset häng aluminiumcylindern, avläs och så vidare. Därefter ska eleverna jämföra tyngd i luft och vatten och efter fyra frågor formulera en slutsats avseende vattnets lyftkraft på cylindern och tyngden av det vatten som cylindern trängde undan. Slutligen ska eleverna formulera Arkimedes princip. Instruktionen innehåller ett antal språngbrädor som eleverna kan kliva på för att i slutändan komma fram till formuleringen av slutsatsen.

Emil och Anand slår upp sidan 78 i fysikläroboken för att svara på frågorna och fylla i tabellerna. De svarar på frågorna om cylinderns tyngd och vattnets volym. Efter att ha gjort klart uppgiften för aluminiumcylindern gör de motsvarande mätningar för mässingscylindern. Emil och Anand mäter cylinderns tyngd i luft och vatten. De kommer fram till att aluminiumcylinderns tyngd är 0,6 N (Newton) i luft och 0,4 N i vatten. Mässingscylinderns tyngd är 2 N i luft och 1,7 N i vatten. När de fyllt i den sista tabellen svarar de på frågorna i boken. Emil skriver i boken att deras slutsats är "vattnets tyngd = vattnets lyftkraft". (F/T 2002-10-22, 7:an halvklass pojkar).

Lotsning som strategi tar utgångspunkt i de begreppsliga resurser som elever ska utveckla kunskap om och lotsen strukturerar utvecklingen av begreppsliga relationer i laborationen. Visserligen är det inte uteslutet att syftet som handlar om att producera det rätta svaret är inblandade i lotsning men lotsning innebär ändå, till skillnad från de strategier som beskrivs i nästa avsnitt i relation till produktion av rätta svar, arbete med utveckling av begreppsliga relationer.

Produktion av den "rätta" slutsatsen

I handlingen att producera den "rätta" slutsatsen blir slutsatsskrivandet delvis frikopplat från det laborativa arbetet. Det handlar istället om att formulera rätta svar. Det rätta svaret formuleras oberoende av den laboration som gjorts. Två strategier kan urskiljas i undervisningspraktiken: Den första strategin är *sampling* som innebär att elever väljer ut en text eller en muntlig utsaga som kan passa och använder denna som slutsats. Den andra strategin är att *kopiera* det som någon annan, lärare eller elev, redan formulerat som slutsats.

Sampling

Sampling handlar om att eleven i produktion av en egen text ur en större textmassa väljer ut en text eller en muntlig utsaga att skriva av (jfr kapitel 5 och Nilsson, 2002). Det finns två varianter av sampling som strategi för att formulera slutsatser i labbrapporter. För det första kan sampling handla om att *lyssna in vad läraren säger* extra noga:

Pontus: Slutsatsen, man tänker på vad hon har precis sagt för nåt tidigare som skulle kunna låta som en slutsats sen skriver man ner det på pappret. (Elevintervju, P2).

För det andra kan sampling som strategi handla om att *hitta en text i läroboken* som har att göra med laborationen som skulle kunna passa som slutsats. Eleverna letar i läroboken för att till exempel hitta någon ruta som skulle passa som slutsats. Flera elever som jag intervjuar säger att "man kan kolla i boken typ" (Elevintervju F4) och att de flesta slutsatser nog finns i boken men att det inte alltid är helt enkelt att hitta dom (Elevintervju, P1; F3).

Tre pojkar i sjuan sätter sig efter neutralisationslaborationen med boken för att tillsammans leta reda på något som kan tänkas bli en bra slutsats. De bläddrar i sina läroböcker för att komma fram till vad som passar bäst som slutsats på den här laborationen som handlar om mätning av pH:

Naoki: Slutsats.

Naoki och Jarek läser i boken.

Naoki (*till Erik*): Men ta fram boken då!

Lukas: Jag har ingen.

Jarek: Ska vi ha den som slutsats?

Naoki: Ja. (F 2002-12-03, labb 7:an pojkar).

Pojkarna skriver sedan av det som står i den gröna rutan i boken på sidan 43: ”Sura lösningar har ett pH-värde som är mindre än 7. Basiska lösningar har ett pH-värde som är större än 7. Neutrala lösningar har pH-värdet 7.” (Kemi Lpo, 1996 s. 43).

Kopiering

Maria: Ja och hur kommer ni fram till det [slutsatsen]?

Dhara: Ann säger.

Moa: ((*skrattar*))

Sara: Eller så

Moa: Till slut får man liksom pressa ur henne det (Elevintervju, F1).

I intervjun berättar Dhara, Sara och Moa om att de brukar försöka få läraren att säga slutsatsen. En annan strategi som flera elever och läraren vittnar om är att skriva av en slutsats som någon annan elev har skrivit. Ellinor berättar att: ”Man skriver av typ nån, som kan. Nora till exempel.” (Elevintervju, F3).

Det som skiljer strategin att kopiera någon annan elev som redan har formulerat en slutsats, eller det som läraren säger ska vara slutsatsen, från sampling är att eleven inte gör någon egen bedömning av vad som kan räknas som slutsats. Den elev som skriver av en text i boken måste läsa i boken och göra ett urval av vad som skulle kunna betraktas som en rimlig slutsats på den laboration som just gjorts. När eleven skriver av en färdig-formulerad slutsats litar eleven istället på att den andre eleven, eller läraren, formulerat en rimlig slutsats. Den bedömning som görs handlar om vem som kan ha formulerat en rimlig slutsats (t.ex. att Nora kan ha formulerat en bra slutsats medan Stina kanske inte har gjort det).

Den omöjliga slutsatsen – ”det bara blev så”

Ibland formuleras inte någon slutsats alls. I några laborationer lämnar eleverna in labbrapporten utan att skriva slutsats trots att labbuppgiften innefattade slutsatsskrivande. I andra laborationer handlar det om att läraren säger att eleverna inte behöver skriva slutsats.

I akustiklaborationen lämnar en grupp flickor in utan att skriva slutsats: ”Slutsats men vaddå det bara blev så.” säger Sara (T 2003-05-06, labb 7:an flickor). Med kommentaren så markerar Sara att frågan ”varför det låter som det låter” framstår som märklig. De erfarenheter som Sara gör, de ljud som hon hör, framstår som självklara och utan intresse i relation till något naturvetenskapligt kunnande. I början av höstterminen gjorde sjuorna en

laborationsuppgift där de skulle sätta ett papper ovanpå ett glas med vatten och vända glaset upp-och-ner. Eleverna skulle sedan beskriva ”vad som hände”. Resultatet är att pappret sitter kvar på glaset med vattnet i. Men Michel undrar vad han ska skriva. Han säger att han vet vad han har gjort men att han inte förstår varför. Han frågar om det inte finns något svar i boken och var i så fall. (F 2002-10-08, labb 7:an pojkar). Vi förstå elevernas undvikande av att skriva slutsats utifrån en avsaknad av begreppsliga redskap som kan användas för att urskilja vilka aspekter av det laborativa arbetet som är intressanta i ett naturvetenskapligt perspektiv.

Eleverna i sexan behövde inte formulera några slutsatser på sina två första laborationer. När sexorna filtrerar Pepsi skriver de inte någon slutsats. Uppgiften var att filtrera Pepsi och beskriva vad som hände. Det handlar om att lära sig att genomföra en manipulation och labbrapporten avslutas med att eleverna skriver resultat i bemärkelsen vad som hände: ”Kolsyran försvann när vi värmdes” (F 2002-11-13, labb 6:an pojkar) och ”Och färgen försvann när man använde tratten” (F 2002-11-13, labb 6:an flickor). Läraren berättar i intervjun att hon tagit bort slutsatsskrivandet för eleverna i sexan:

Läraren: I sexan har jag tagit bort slutsatsen i många labbar alltså då tar jag med den ibland bara. När jag faktiskt vet att det här skulle ni kunna, vi har pratat om det ni vet om ni tänker efter så vet ni vad labben går ut på och då ska ni själva kunna skriva en slutsats. Ehm alla klarar det ju inte i alla fall men alltså det är fler som kan få ihop någonting med egna ord då när dom inte måste skriva det varje gång. (Läraryntervju 2).

Läraren låter alltså eleverna i sexan bara skriva slutsatser när hon vet att de skulle kunna formulera någonting med ”egna ord”.

Möjligheter till naturvetenskaplig bildning i laborationspraktiken

Elevernas arbete med laborationspraktikens redskap och artefakter bidrar till att eleverna introduceras i en laborativ praktik. Det handlar om introduktion till laborativa aspekter av en naturvetenskaplig kulturgemenskap. Eleverna arbetar med särskilda sätt att hantera laborationspraktikens olika redskap. Elevernas deltagande i laborationspraktiken skapar samtidigt möjligheter till bildning av deras förmågor att urskilja olika aspekter av det laborativa arbetet. Det handlar om att urskilja förändring och att skapa representationer av de skeenden som urskiljs. I det laborativa arbetet får också

den kännande kroppen, eller sinneskroppen, stor betydelse (jfr Knorr Cetina, 1999 s. 94ff.).

I produktionen av slutsatser deltar eleverna i två olika handlingar: utveckling av begreppsliga relationer samt produktion av den rätta slutsatsen. I några laborationer ger antingen eleverna eller läraren upp produktionen av slutsats. Det vanligaste sättet att arbeta är med produktion av rätta slutsatser. Få elever deltar i handlingen att utveckla begreppsliga relationer. Hur vi kan förstå detta diskuterar jag vidare i kapitel 8. Till skillnad från den kriteriebaserade undervisningspraktiken finns olika strategier som eleverna kan använda sig av i produktionen av slutsats.

Elevernas deltagande i laborationspraktikens handlingar möjliggör olika naturvetenskaplig bildning och den verksamhet som konstitueras svarar mot olika samhälleliga behov (d.v.s. olika samhälleliga behov motiverar verksamheten). Genom att producera alla de godkända labbrapporter som krävs, från år 6 till år 9, kommer eleven att kunna kvalificera sig för ett godkänt betyg i NO i slutet av grundskolan. Elevernas deltagande i handlingen att producera ”rätta” slutsatser svarar i första hand mot formell kvalificering av eleverna. Elevernas deltagande i handlingen att utveckla begreppsliga relationer svarar snarare mot elevernas introduktion i en naturvetenskaplig kulturgemenskap där eleverna görs delaktiga i naturvetenskapliga sätt att resonera.

7. Vardagsanknytning som redskap i olika NO-undervisningspraktiker

Ett inslag i talet om den goda NO-undervisningen har varit vardagsanknytning. Undervisningens naturvetenskapliga innehåll har framställts som ett abstrakt, svårt och tungt innehåll som kan göras spännande, intressant och relevant med vardagsanknytning. I de föregående resultatkapitlen har elevernas arbete med redskap, specifika för den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken, analyserats. I detta kapitel fokuseras elevernas och lärarens deltagande i handling med vardagsanknytning – ett redskap som används i båda de analyserade NO-undervisningspraktikerna samt i den traditionella klassundervisningspraktiken.

I klassundervisningen är vardagsanknytning ett sätt för läraren att förklara och konkretisera naturvetenskapliga teorier och begrepp i föreläsningar och genomgångar (jfr Andrée, 2002). I detta arbete blir vardagsanknytning ett sätt att hantera skolans åskådningsproblem, att åskådliggöra sammanhang utanför skolan i undervisningen. I det kollektiva klassrumssamtalet kan läraren genom vardagsanknytning modellera vissa sätt att tala och använda naturvetenskapliga resurser (jfr läraren som deltagande semiotiker, van Oers, 2001).

I den individorganiserade undervisningspraktiken används inte vardagsanknytning med självklarhet som samma slags redskap som i klassundervisningspraktiken. I Granskolans NO-undervisningspraktiker är lärarens genomgångar oftast korta introduktioner till ett kursmoment eller en laboration, alternativt genomgångar av rätta svar på kurskriterierna. I den kriteriebaserade NO-undervisningen arbetar eleverna i huvudsak på egen hand med ”vardagsexempel”: Till exempel att formulera ”exempel ur vardagen” på förstörande och skyddande oxidation eller olika blandningstyper (”Kravnivåer för kursmomentet Ämnen och Kemiska reaktioner i ämnet Kemi år 6”, se bilaga 4). Det blir ett annat slags arbete än när läraren använder vardagliga exempel i en helklassdiskussion.

Frågan i detta kapitel är i vilka avseenden elevernas förmågor att urskilja omvärlden formas genom vardagsanknytningen i de studerade NO-undervisningspraktikerna. Med vardagsanknytning avser jag de tillfällen när lärare, elever eller en text relaterar naturvetenskap till något som finns utanför klassrummet. Naturvetenskap relateras till någons ”vardagsliv” i

den ”riktiga” världen, det vill säga en värld som inte är skola. ”Vardag” plockas in i klassrumsdiskursen – det pågående muntliga och skriftliga samtalet i klassrummet där såväl elever, lärare som läroböcker och annat skrivet material ingår – av någon från någon annanstans. Men med vardagsanknytning avses också det motsatta, att naturvetenskap används för att analysera något utanför klassrummet.

Vardagsanknytning är ett inslag i NO-undervisningspraktikers särskilda sätt att tala och skriva (jfr af Geijerstam, 2006; Jewitt & Scott, 2002; Knain, 2005; Lemke, 2001; Roth, 2005). Neil Postman formulerar det som att varje ämne har sin särskilda kunskapsretorik med ”... sina särdrag om hur man formulerar argument, bevis och teser, utför experiment, går i polemik med varandra och använder humorn som vapen” (1995/1997 s. 161). I arbete med att läsa, skriva och samtala i både den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken arbetar eleverna med denna NO-undervisningens kunskapsretorik.

Argument för vardagsanknytning

Det finns flera typer av argument för vardagsanknytning. Det handlar om att göra naturvetenskapen relevant, att skapa förutsättningar för lärande och att tillvarata demokratiska rättigheter.

Den vanligaste typen av argumentet för vardagsanknytning är att det är ett *sätt att göra naturvetenskap relevant* (Campbell & Lubben, 2000). Frågan är dock för vem och för vad naturvetenskap görs relevant. Argumentet att göra naturvetenskaplig undervisning relevant för *elev*en bygger på att eleven behöver ett visst mått av naturvetenskaplig kunskap för att praktiskt kunna hantera sitt vardagsliv (jfr Campbell & Lubben, 2000). Idén är att naturvetenskapligt kunnande kan bidra till att vi fattar bättre beslut i vardagen till exempel i affären och i hantering av kemikalier. Argumentet bygger på ett antagande att det finns en vardagsnaturvetenskap (jfr kunskapsemfasen *Everyday Coping*, Roberts, 1982). Att göra naturvetenskaplig undervisning relevant kan också innefatta ett *samhälleligt perspektiv*. Utgångspunkten tas i samhällliga behov att utbilda samhällsmedborgare som kan delta aktivt i samtal om naturvetenskapens roll i samhället (se t.ex. Campbell & Lubben 2000; Claxton, 1991; Giachardi, 1994; Harlen, 2002). Eleverna ska förberedas för att kunna delta i diskussioner till exempel om huruvida det är moraliskt försvarbart att forska på embryonala stamceller eller vilka miljökrav vi bör ställa på lastbilars avgasrening (jfr kunskapsemfasen *Science, Technology, and Decisions*, Roberts, 1982). Ett exempel på denna syn på vardagsanknytning är OECD:s PISA-undersökningar med syften att bland

annat mäta kunskaper i naturvetenskap som ses som betydelsefulla för de undersökta femtonåringarnas liv som vuxna (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003; 2004).

Den andra typen av argumentet för vardagsanknytning handlar om *lärande*. Vardagsanknytning hävdas vara ett viktigt redskap för att barn ska lära sig naturvetenskap: Liknelser, exempel, metaforer och vardagliga saker som finns i elevers hemmiljö (t.ex. tvättmaskinen i fysiken och rödkålssaft i kemin) används för att göra undervisningen mer konkret och familjär. Flera av de naturvetenskapsdidaktiker som argumenterar för vardagsanknytning av naturvetenskap i undervisningen skriver att för att naturvetenskap ska bli något som eleven kan relatera till så måste den kontextualiseras så att undervisningen blir mer konkret och praktisk (t.ex. Campbell & Lubben, 2000; Harlen, 2002; López, 2000). Att knyta an till barnens vardagserfarenheter i undervisningen framställs som ett sätt för lärare att motivera unga att lära sig om en naturvetenskap som annars uppfattas som tråkig och svår. I ett konstruktivistiskt perspektiv har vardagsanknytning lyfts fram som redskap för att pröva om elever verkligen har förstått något begrepp som gravitation eller fotosyntes. Björn Andersson (2001 s. 14) skriver att innebörden av naturvetenskapliga begrepp fördjupas om de tillämpas på vardagliga fenomen och genom att arbeta med vardagsproblem i klassrummet kan elevers ”vardagsföreställningar” utmanas.

Den tredje typen av argumentet är *demokratiska*. Det handlar om att hävda demokratiska värden, att individers erfarenheter bör tas tillvara i skolan och inte förnekas eller sättas inom parentes. Till exempel skriver Inger Wistedt, Gudrun Brattström och Calle Jacobsson (1992 s. 5) i en diskussion om vardagsanknytning att elever ska ha en självklar rätt att känna igen sig i skolan och att få använda och vidareutveckla sitt kunnande. De demokratiska argumenten handlar alltså om att ta tillvara elevers erfarenheter. Denna ambition med vardagsanknytning har också en grund i tanken att allt lärande är beroende av tidigare insikter och att barn som lär också har sådana insikter (a.a.).

De olika argumenten för vardagsanknytning kan förstås utifrån olika ämnesfokus för NO-undervisning (jfr Fensham, 1988; Östman, 1995 s. 41f.). Medan argumenten att göra naturvetenskapen relevant för elev och samhälle handlar om att ”lära av naturvetenskap” så handlar argumenten om att använda vardagsanknytning för att bättre lära sig naturvetenskap om ”introduktion i naturvetenskap”. De demokratiska argumenten handlar snarare om formerna för undervisning snarare än undervisningens innehåll.

En kritik mot vardagsanknytning har dock vuxit fram. Flera forskare har visat att elever kan ha svårigheter att hantera vardagligt formulerade pro-

blem i undervisningen (Bergqvist, 1990; Wistedt, Brattström & Jacobsson, 1992 s. 5; Säljö, 1995). Joan Solomon (1992b s. 98ff.) skriver om svårigheter i mötet med den personliga livsvärlden och naturvetenskaplig kunskap och menar att detta är en utmaning att hantera detta som NO-lärare (jfr även Szybek, 2002). En risk är att elever tar vardagen som det väsentliga och inte ser det naturvetenskapliga sammanhang som vardagen ska illustrera (jfr Andrée, 2002, 2005).

Kritik riktas också mot idén om vardagsnaturvetenskap, att undervisning i naturvetenskap skulle kunna vara av praktisk nytta för eleven. Svein Sjøberg (1997, 2000 s. 166f, s. 179f.) kritiserar idén om vardagsnaturvetenskap, att undervisning i naturvetenskap ska leda till att eleven utvecklar kunskap av praktisk vardaglig nytta. Han menar att naturvetenskap förväxlas med teknik och att grundläggande teoretisk naturvetenskaplig kunskap inte i någon större utsträckning kan vara till praktisk nytta.³⁸ Sjøberg (1997) formulerar frågor om på vilka sätt någon kan hävda att du blir en bättre bilförare av att kunna newtonsk mekanik eller är bättre rustad att laga trasiga elektroniska prylar med kunskap om Maxwells ekvationer. Guy Claxton (1991 s. 56) menar att skolans NO-undervisning skiljer sig så mycket från vardagliga sammanhang att det är "...unlikely that *whatever* we achieve in science lessons is going to make very much impact on natural competence in the real world" (kursiv i original). Andra problem som ibland lyfts fram avseende vardagsanknytning handlar om att naturvetenskapen har en sådan karaktär att den går utöver vardagsverkligheten och sunt förnuft (Strömdahl, 2002; Wolpert, 1993).

Idén om att vardagsanknytningen ska göra NO-undervisningen relevant för elevens hantering av sitt vardagsliv eller elevens deltagande i samhället relaterar till frågan om transfer. I kapitel 2 formulerade jag slutsatsen att möjligheter till transfer kan uppstå genom att deltagare i en undervisningspraktik utvecklar förmågor som blir användbara i en annan praktikgemenskap och sätt att relatera till omvärlden som delas i en vidare kulturgemenskap. En fråga blir då i vilken utsträckning elevers arbete med "vardag" kan bli meningsfullt i andra praktikgemenskaper än skolans.

³⁸ Sjøberg (2000 s. 179f.) skriver istället om att de argument som bäst motiverar undervisning i och om naturvetenskap i den obligatoriska skolan är argument som handlar om att naturvetenskap är en av mänsklighetens viktigaste kulturprodukter samt att kunskap i naturvetenskap är nödvändigt för att demokrati ska kunna fungera.

Vardagsanknytningen i Granskolans NO-undervisning

Vardagsanknytning är en del av både den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken på Granskolan. I NO-undervisningen förekommer vardagsanknytning på olika sätt i det gemensamma samtalet i klassrummet samt i de olika texter som eleverna arbetar med i form av kurskriterier, övningsuppgifter och läroböcker.

”Vardag” används för att ge exempel från vardagslivet, göra olika beräkningar på vardagsfenomen, analysera och kategorisera vardagsobjekt och vardagsfenomen, att använda vardagsartefakter i laborationer och ställa frågor om hur man kan hantera vardagsproblem i hem och samhälle i stort. Den ”vardag” som framträder är företrädesvis vuxen och manlig. Det handlar om att byta däck, få asfaltfläckar på kläderna, dansa med en kvinna i högklackat, och göra tennfigurer. Läraren, Ann, introducerar också vardagsproblem som att koka saft och tvätta kläder. Det handlar om lärares och elevers arbete med situationer som kan betecknas som vardagsanknytning i den kriteriebaserade undervisningspraktiken och i laborationspraktiken.

Analysen av vardagsanknytningen i Granskolans båda NO-undervisningspraktiker pekar på att vardagsanknytningen svarar mot två olika samhälleliga motiv: elevens enkulturering i naturvetenskap och medborgarbildning. Enkulturering i naturvetenskap innebär att vardagsanknytning används för att utveckla och konkretisera naturvetenskapliga begrepp och teorier. Genom arbete med ”vardagsproblem” kan eleven utveckla vissa sätt att tala och skriva naturvetenskap. Medborgarbildningen omfattar vardagsanknytning som kan ge möjlighet för eleven att utveckla kunskaper som blir användbara för elevens deltagande i samhället. Det handlar både om att hantera sitt eget vardagsliv och om samhälleliga politiska perspektiv på naturvetenskap och teknik.

Vardagsanknytning som enkulturering i naturvetenskap

De flesta tillfällen av vardagsanknytning handlar om att vardagsanknytning som enkulturering i naturvetenskap. Elever uppmanas ge exempel, göra beräkningar, analysera eller kategorisera vardagsfenomen med hjälp av något naturvetenskapligt begrepp: Läraren frågar var eleverna har hört talas om tryck och hur tryck används i vardagen. Elever beräknar hur mycket muskelkraft förstoras med hjälp av en domkraft när de ska byta däck på bilen. Elever kategoriserar substanser som te, müsli, saft och *Oboy*-pulver som lösning och blandning. Elever ska lista ut vilket ämne som är grått, kan smältas på en vanlig spis och gjutas till soldater. Det gemensamma i ex-

empen är att ”vardag” används för att förkroppsliga eller visualisera olika naturvetenskapliga begrepp och samband.

Arbete med ”vardagsproblem” i den kriteriebaserade undervisningspraktiken

– Det är bra att ha en fråga som visar på om några har förstått lite mer än andra, säger läraren (F 2002-12-02, informellt samtal kring provet ”Ämnen omkring oss” i år 6). För läraren fungerar vardagsfrågorna bland annat som ett sätt att urskilja de bästa eleverna. Vardagsfrågorna handlar alltså inte främst om att formulera sätt att handla i vardagslivet, utan istället krävs att eleverna ska formulera vilka naturvetenskapliga aspekter som är relevanta i ett givet ”vardagsproblem”.

Att analysera omvärlden

I kursmomentet ”Ämnen omkring oss” i år 6 ställdes följande frågor på ett skriftligt prov som handlar om att tvätta kläder:

3. Du har fått en smutsfläck på din tröja. Vad ska du försöka med först för att få bort den? 1p.

4. Om ditt första försök att få din tröja ren misslyckades vad kan du då prova med? 1p.

En elev svarade att man tar tvättmedel och tvättar tröjan. När vi tvättar hemma är det så de flesta av oss gör. Vi stoppar tvätten i tvättmaskinen och lägger i tvättmedel. Få försöker först med vanligt vatten och sedan med ett fettlösande medel som aceton. Men ”vatten och aceton” är det svar som läraren förväntar sig (F 2002-12-02, informellt samtal med läraren). På kemiprovet är frågan avsedd att vara en konkretisering av vatten- och fettlöslighet. Eleverna måste därför omforma frågan om att tvätta en tröja till en fråga om vattenlöslighet för att få poäng för sitt svar. Det rätta svaret på frågan synliggör att frågan inte i första hand handlar om att eleven ska lära sig hantera sitt eget vardagsliv utan att den ställda frågan syftar till att eleven ska producera en naturvetenskaplig analys av vatten och fettlöslighet. Svar som är giltiga i hemmets vardagliga praktik framstår inte som giltiga när frågan ställs på ett kemiprov.

Inger Wistedt och hennes kollegor (Wistedt, Brattström & Jacobsson, 1992) observerar liknande uppgifter i matematikundervisning och skriver att eleverna måste se matematiken i de vardagligt formulerade matematikuppgifterna. I matematikundervisning har fenomenet kallats *matematise-*

ring vilket innebär att elever måste konstruera en matematisk operation utifrån ett vardagligt formulerat problem (Riesbeck, Säljö & Wyndhamn, 1999). I NO-undervisningen kan vi istället tala om att urskilja naturvetenskapliga aspekter av ett vardagligt formulerat problem (jfr Schoultz, 2000; Säljö, 1995).

Att använda "vardag" för att illustrera naturvetenskapliga begrepp

Den "vardag" som används för att illustrera naturvetenskapliga begrepp kan vara hypotetisk och överklig. Några av räkneuppgifterna som eleverna arbetar med kan beskrivas som överkliga till exempel frågan på ett instuderingsblad om trycket på en dykare:

En fridykare kommer ner till 50 m djup i vatten. Hur långt skulle han behöva dyka för att påverkas av samma tryck om han dök i aceton istället för vatten? (Instuderingsfrågor 2 tryck, 7:an)

Eleverna ska beräkna och jämföra trycket mot dykaren i vatten och i aceton. Övningen är relevant i ett teoretiskt perspektiv. Den understyrker relationen mellan tryck och densitet och ger eleven möjlighet att föreställa sig två olika situationer som de kan använda för att göra beräkningar på. I ett "vardagssammanhang" framstår frågan som absurd. Aceton är ett giftigt och brandfarligt ämne. Att dykaren inte bara är dykare utan fridykare gör frågan än mer absurd i ett vardagsperspektiv. Övningens syfte är att illustrera ett naturvetenskapligt samband och för det ändamålet kan det överkliga vara mer användbart än det verkliga.

I syfte att introducera elever till naturvetenskap kan användbarheten snarast beskrivas i termer av hur väl ett exempel konkretiserar ett givet begrepp. När "vardag" används för att förkroppsliga eller visualisera olika naturvetenskapliga begrepp och samband verkar det inte ha någon betydelse om vardagen är hypotetisk eller verklig. Det väsentliga är att det är ett tydligt exempel.

Att klassificera omvärlden

I NO klassificeras omvärlden på särskilda sätt som skiljer sig från sätt att klassificera i andra praktiker som elever deltar i.

När eleverna i sexan arbetar med "Ämnen omkring oss" gör läraren en klassgemensam genomgång kring skillnader mellan blandningar och lösningar. Läraren har skrivit lösningar och blandningar på tavlan därefter ber hon eleverna om exempel. Utifrån elevernas förslag skriver hon te, *Oboy*

och saft under lösningar. Därefter kvalificerar läraren sorterandet av substanser genom att säga att *Oboy* kanske inte är en lösning:

Läraren: Det kan vara ett sätt att sortera saker. ... Då kan man dessutom krångla till det lite grann och tala om att oboy där kanske inte är en lösning utan... slamning istället.

Filip: det är kemiskt

Tobias: Vad var det?

Läraren: *Slamning*.

Tobias: Slamning?

Anton: Tobias du dricker slamning.

Filip: Oboy är ju *gott*.

Läraren: Det är jättegott-

Filip: Slamning är ju äckligt (T 2002-11-11, 6:an)

Den naturvetenskapliga kategoriseringen av *Oboy* står i kontrast till ett vardagligt sätt att tala om *Oboy*. *Oboy* är något som smakar gott medan slamning framstår som något obehagligt, sannolikt kopplat till slam. I exemplet synliggörs att "vardagen" inte alltid klassificeras på sätt som är förenliga med elevers vardagserfarenheter. Det blir i detta sammanhang rimligt att tala om NO-undervisning som en praktik där personliga erfarenheter, känslor och önsknings möter naturvetenskapliga sätt att förhålla sig till världen på ett problematiskt sätt (jfr Solomon, 1992b s. 98ff.; Szybek, 1999 s. 134ff., 2002).

Arbete med "vardagsproblem" i laborationspraktiken

Laborationer används för att illustrera naturvetenskapliga fenomen och relationer. I de flesta fall görs detta med skollaboratoriets olika redskap och artefakter som brännare och annan specialutrustning. Ibland används dock vardagliga artefakter i det laborativa arbetet. Det kan handla om att vardagliga artefakter används för att illustrera ett fenomen eller att vardagsartefakter blir föremål för analys i laborationen. I samtal med läraren används också vardagliga metaforer för att beskriva naturvetenskapliga fenomen.

Att illustrera naturvetenskapliga begrepp

Under en introducerande laboration till kursmomentet "Tryck" i sjuan används vardagliga artefakter för att illustrera tryck som fenomen. Eleverna fyller ett glas med vatten, sätter ett papper ovanpå glaset och vänder det. Flera elever undrar varför de ska göra det och Helena säger till läraren att "Jag kan ju komma på värsta sjuka..." (F 2002-10-08, labb 7:an flickor). Michel frågar mig vad han ska skriva. Han säger att han vet vad han har

gjort men att han inte förstår varför (F 2002-10-08, labb 7:an pojkar). Eleverna förvånas inte över att pappret sitter kvar och att vattnet stannar i glaset. De är bekanta med fenomenet och uttrycker inget behov av att förklara det. Elevernas förvirring under laborationen kan förstås som uttryck för att kopplingen till ett naturvetenskapligt innehåll framstår som oklar för eleverna (jfr Bergqvist, 1990 s. 70ff.; Bergqvist & Säljö, 1994).

Ett annat exempel som jag återkom till vid flera tillfällen i analysen av laborationspraktiken var akustiklaborationen där elever skulle beskriva hur stämgaflar lät. I samtalet kring formulering av slutsatser försökte läraren styra in eleverna på att likna ljudet de hörde vid ljudet från en polisbil:

Läraren: Tänk på en polisbil då, Oskar.

Henrik: Ju längre, ju längre bort den kommer så desto svagare blir den.

Läraren: Du står på trottoaren, polisbilen kommer och har uttryckning. Den kommer bakifrån. Hur låter det då när den kommer närmare dig?

Henrik: Starkare.

Läraren: Hur blir det då?

Oskar: "Diohodiohodioho".

Läraren: Men alltså hur låter det när den kommer närmare.

Oskar: "Diohodio" (T 2003-05-06, labb pojkar 7:an).

Läraren föreslår att ljudet från stämgaflan som dras förbi örat kan liknas vid ljudet av en polisbil. Just polisbilen med tjutande sirener är det exempel som används för att illustrera dopplereffekten i andra sammanhang, både i läroboken och av läraren under en senare lektion. Polisbilen är del av en kanon med vardagsexempel som reproduceras i undervisningspraktiken i samtal, laborationer, övningsblad, lärobok och prov. Polisbilen och ambulansen kan förstås som del av rekontextualiseringen av naturvetenskap till skolans värld med syften att illustrera och konkretisera naturvetenskapliga begrepp. Denna slags vardagsanknytning blir då del av en NO-undervisningstradition och ingår i de naturvetenskapliga tematiska mönster som eleverna ska lära sig bemästra (jfr Lemke, 1990).

Att analysera omvärlden

I några laborationer plockar läraren ibland in vardagsartefakter för analys. I sjätteklassen ägnas en laboration vardera åt tekniker för filtrering och destillering. Läskedrycken Pepsi filtreras och karamellfärgat vatten destilleras. Under filtreringen av Pepsi vill eleverna smaka på Pepsin om och om igen. När eleverna destillerar karamellfärgat vatten, jämför de olika grupperna sina färger och diskuterar vilken grupp som har den vackraste färgen.

Genom det laborativa arbetet görs de vardagliga artefakterna till föremål för analys. I laborationerna analyseras Pepsi och det karamellfärgade vatt-

net i den mening att lösningarnas beståndsdelar separeras: Pepsins smakämnen avskiljs genom filtrering i kol och karamellfärgen avskiljs från vattnet genom destillering.

Kontextuella svårigheter i arbete med "vardagsproblem"

I det empiriska materialet blir det synligt att "vardagsproblem" inte självklart fungerar som stöd för elever som är osäkra på hur de ska ta sig an något problem i NO-klassrummet. Framförallt blir de kontextuella svårigheterna synliga i elevers samtal med läraren kring "vardagsexempel". Svårigheterna handlar om att omvandla en vardagligt formulerad fråga till en naturvetenskapligt intressant fråga (jfr Säljö, 1995) men det handlar också om att urskilja vad som är naturvetenskapligt intressant i relation till det kursmoment som eleverna arbetar med.

Vardagskontextens giltighet

Ett utdrag från en lektion i år 7 om tryck är ett exempel som illustrerar risken att misstolka en vardagskontext som överordnad eller mer giltig än det teoretiska problemet ifråga.

I inledningen av kursmomentet "Tryck" i år 7 använder läraren en tegelsten för att illustrera sambandet mellan tryck och area: att tegelstenens tryck mot bordet blir olika stor beroende på vilken sida av tegelstenen som ligger an mot ytan. Därefter frågar läraren hur de skulle lägga tegelstenen om de skulle använda den för att pressa blommor:

Läraren: Om vi ska använda den här tegelstenen till att pressa blommor nu då. Vilket håll kan vi, det vara lämpligt att vi ställer den åt?

Robert: Så där.

Läraren: Så där? Det finns tre alternativ, Robert.

Robert: Den i mitten, den i mitten [en tegelsten som ligger på sidan].

Läraren: Om du ska pressa *en* blomma Robert, vilket håll bör den ställas åt då?

Robert: Den i mitten.

Läraren: Varför då?

Robert: För att den är plattast.

((*Andra elever skrattar.*))

Simon: Den längst ner är plattast.

Robert: *Åh*, den längst ner menar jag [en tegelsten som ligger med bredsidan nedåt].

Läraren: Vill du ha ett högt eller litet tryck om du ska pressa nånting?

Robert: Jag vill ha... det är sant man ska ha litet... eh högt tryck.

Läraren: Ja, vilken har högst tryck då-

Robert: Det måste bli, översta [en tegelsten som står på kortändan].

Läraren: Den översta. Okej. (T 2002-10-15, halvklass pojkar 7:an)

Efter lite diskussion går Robert med på att tegelstenen ska stå upp på kortändan för att trycket ska bli så stort som möjligt. Hans första förslag att använda den ”plattaste sidan” är rimligt om du verkligen är intresserad av att pressa blommor. En tegelsten på ände ramlar lätt och många blommor som du kan vilja pressa är större än tegelstenens ände. Roberts första svar är ett exempel på praktiskt resonemang i relation till ett praktiskt problem. För läraren är blompressningen ett hypotetiskt problem. Den avsedda uppgiften är att använda begreppet tryck för att analysera ett problem, vilket som helst. Blompressningen som exempel är ett sätt att konkretisera undervisningen om tryck för att göra begreppet mindre abstrakt och mer begripligt. När vardagsproblem diskuteras i klassrummet så kan det alltså vara så att svar som är giltiga och rimliga i ”vardagslivet” blir ogiltiga i NO-klassrummet.

Att urskilja de naturvetenskapliga aspekter av en fråga som är relevanta i det aktuella kursmomentet

Andra kontextuella svårigheter handlar om att förstå en vardagligt formulerad fråga som en fråga om något naturvetenskapligt (jfr Säljö, 1995). Ett exempel är en fråga som ställdes på ett prov som handlade om att göra saft:

Du ska göra apelsinsaft. Du pressar apelsinerna, häller på vatten och häller i sockret. Nu har du en ”röra” bestående av **apelsinjuice**, **vatten** och **socker** på botten. Hur ska du göra för att det ska bli **saft** som du kan hälla upp i en flaska? Förklara hur du gör och varför. (Ämnen omkring oss - kemiprof för år 6, fetstil i original).

Enligt läraren kunde ingen av de 22 eleverna i sexan besvara frågan korrekt (F 2002-12-02, informellt samtal kring provet ”Ämnen omkring oss” i år 6). De flesta elever svarade att de skulle koka ”röran” men ingen svarade att de skulle filtrera den efteråt. En elev svarade att du tillsätter konserveringsmedel vilket indikerar att han skulle kunna ha deltagit i saftkokning. När frågan ställs på en NO-lektion, till skillnad från i hemkunskap, förväntas elever se och nämna enbart det som är relevant i ett naturvetenskapligt perspektiv i det aktuella kursmomentet.

I det aktuella kursmomentet om separationsmetoder handlar saftkokning för det första om att koka ingredienserna så att sockret löses upp, för det andra ska fruktköttet separeras från själva saften genom filtrering. Tillsättning av konserveringsmedel eller ej är irrelevant. För att besvara frågor som till synes utgår från vardagsproblem måste elever vara medvetna om

hur ”vardag” hanteras i NO-klassrummet. Eleverna måste också fråga sig vilka naturvetenskapliga begrepp som ett specifikt vardagsproblem är avsett att vara en konkretisering av (jfr Säljö, 1995).

Kontextualisering av vardagslivets artefakter i laborationspraktiken

Ytterligare en form av kontextuella svårigheter handlar om hur elever ska förstå vardagliga artefakter när de plockas in i skollaboratoriet. När pojkarna i sjätteklassen filtrerade Pepsi uppstod förvirring om hur Pepsin skulle representeras i labbrapporten:

Jonas: Ska man skriva Pepsi bland material?

Läraren: Ja, det kan man göra--

Fredrik: Ska man skriva Pepsi bland material?

Läraren: Ja, det blir alldeles utmärkt. Det har jag inte gjort [på tavlan]. (T 2002-11-13, labb pojkar år 6).

Eleverna vet att Pepsi i undervisningspraktiken inte är samma sak som det är för dem i sina vardagsliv. Pepsin hanteras annorlunda i NO-klassrummet än utanför. I NO-klassrummet är det inte slöseri att göra läsken odrickbar utan helt i linje med lektionens syfte.

Användningen av ”vardag” i NO-undervisningen öppnar alltså för en rad kontextuella svårigheter. Det handlar om att eleverna misstar det vardagliga sammanhanget som överordnat när de hanterar vardagsexempel som vardagliga problem. När Roberts svarar hur han skulle göra för att pressa blommor med en tegelsten blir hans svar begripligt i ett vardagligt perspektiv men ogiltigt i arbetet med ämnesområdet tryck. Samma slags kontextuella svårigheter blev också synliga i frågorna om tvättning och saftkokning. De kontextuella svårigheterna handlar inte bara om att identifiera relevanta naturvetenskapliga aspekter av ett problem i NO-undervisningen. De handlar också om att identifiera vilka naturvetenskapliga aspekter som ska ses som överordnade givet det kursmoment som eleverna arbetar med.

Vardagsanknytning som medborgarbildning

Vardagsanknytning som medborgarbildning handlar om att eleverna ska utveckla förmågor och förhållningssätt som har betydelse för deras deltagande i samhället. Vardagsanknytning av medborgarbildande karaktär förekommer i den kriteriebaserade undervisningspraktiken och främst genom elevers arbete att skriva svar på kurskriterier, övningsuppgifter och prov men också i läsning av lärobokstexter.

Medborgarbildning i den kriteriebaserade undervisningspraktiken

Medborgarbildande vardagsanknytning i den kriteriebaserade undervisningspraktiken handlar främst om att eleven informeras: om hur han/hon ska hantera sitt eget vardagsliv, om samhällsliga politiska aspekter av naturvetenskap och om att naturvetenskap och teknik är nödvändiga projekt för att garantera en hög västerländsk levnadsstandard. Denna vardagsanknytning kan betecknas som en form av medborgarupplysning.

Att hantera sitt eget vardagsliv

En form av medborgarinriktad vardagsanknytning handlar om att eleven ska klara av att hantera sin eget vardagsliv eller vardagsnaturvetenskap. Det handlar om råd och rekommendationer kring hantering av exempelvis kemikalier och möjliga risker i det egna vardagslivet.

I elevintervjuerna lyfts vardagsnaturvetenskapen fram som ett viktigt innehåll i NO. På frågan om vad som är viktigast att lära sig i NO svarar Hannah: ”Hur man kan undvika att få el-stötar, elsäkerhet och vad som är giftiga saker och kanske vad man ska göra om det här händer. Såna saker, grundläggande grejer som man har användning för.” (Elevintervju F4). Hannah påpekar att NO-undervisningen bör handla om sånt som man har användning för. Exemplet handlar om hantering av risker av olika slag.

I läroböckerna finns råd och rekommendationer som senare omformuleras till frågor på de instuderingsblad och prov som eleverna arbetar med. Ett exempel är råd och anvisningar i läroboken för hur man ska hantera brandfarliga ämnen hemma:

Låt därför aldrig en sprayburk ligga i solen och använd den inte i närheten av öppen eld! (Fetstil i original, Fysik Lpo för grundskolans senare del, bok 1, s. 73 använd i år 7)

Det finns också andra liknande rekommendationer om hur man ska hantera farliga saker i praktiker utanför skolan: Hur ska jag hantera olika lösningsmedel? Och vad betyder olika varningssymboler?

I kurskriterierna för fysik handlar medborgarbildningen om att veta hur man ordnar en bra belysningsmiljö och hur man undviker el-olyckor i hemmet. I kurskriterierna för kemi ingår föreskrifter som elever ska känna till exempelvis miljömärkningar, brandklasser och allemansrätten. I biologi finns kriterier kring exempelvis hur jag hanterar svampförgiftning och risker i form av droger, alkohol eller konsumtion av pornografi. Vardagsan-

knytning som att hantera sitt eget vardagsliv är en vardagsanknytning som utgår från att vardagen ska vara relevant för elevens (framtida) liv.

Till skillnad från arbete med ”vardagsproblem” så handlar denna vardagsanknytning i första hand om att eleven ska bli en välinformerad medborgare som kan hantera vardagslivets alla faror. I arbete med ”vardagsproblem” fungerade däremot vardagsexemplen som tillämpningsövningar.

Samhälleliga politiska aspekter av naturvetenskap

Den andra formen av medborgarinriktad vardagsanknytning berör samhällsreliga politiska aspekter av naturvetenskap. Under fältarbetet deltar jag i en lärarledd diskussion om innebörden av Agenda 21 i en introduktionskurs i biologi. I utdraget nedan introducerar läraren Agenda 21. Eleverna ska veta vad Agenda 21 står för:

Läraren: Nej men jag ska prata om Agenda 21. Det står inte i häftet så ni behöver skriva ner det jag säger.

Några pojkar börjar prata om vad Agenda 21 är och att det finns ett tv-program som heter Agenda.

Läraren: Agenda 21 handlar om att man ska bevara alla levande organismer på jorden.

Några elever protesterar och säger att de inte hinner skriva. Läraren upprepar meningen några gånger. Läraren ger ett exempel: då man ska bygga en motorväg och om det då lever en liten ödla i ett dike som bara lever där och inte kan leva någon annanstans så får man inte bygga motorvägen där. En pojke frågar vad som gäller om någon skulle vilja bygga en motorväg där han bor. Läraren säger att då har han sålt huset. Någon elev föreslår att de kan väl köpa diket av ödlan. De pratar också om sniglar. Eleverna verkar vara väldigt engagerade. Då frågar Tobias när de slutar och Vincent säger att han är hungrig. Axel säger att han vill ha hjälp med instuderingsuppgifterna och diskussionen kring agenda 21 ebbar ut. (F 2002-10-16, halvklass 6:an pojkar).

Ovanstående utdrag ur fältanteckningarna är det enda tillfället i det empiriska materialet då läraren tar upp politiskt samhällsreliga aspekter i en gemensam diskussion i klassrummet.

I den kriteriebaserade undervisningspraktiken arbetar dock elever på egen hand med kurskriterier som berör frågor som samhällsmedborgare kan tvingas ta ställning till och naturvetenskapliga perspektiv på samhälle, miljö och hälsa (jfr avsnittet om kurskriterier s. 67). Det är dock stor skillnad på hur denna typ av kriterier kommer till uttryck i de olika NO-ämnena. I fysikämnet är dessa kriterier sällsynta. De kriterier som finns handlar om samhällets energiförsörjning, kärnkraft och människans rymdambitioner. I biologi och kemi handlar en stor del av kurskriterierna just om samhälle,

hälsa och miljö. I kemikriterierna handlar det om kemiska perspektiv på hälsa och miljö. I biologi finns ett stort antal kriterier som handlar om människans sjukdomar, hälsa och välmående, människan i risksamhället och frågor om hållbar utveckling. Till exempel: ”Redovisa förslag till åtgärder för att kort och långsiktigt skydda ekosystemen.” (kurskriterier ”Näringskedjor och kretslopp” år 7). Det är främst strävanskriterier som är av argumenterande karaktär och handlar om elevers förmåga att delta i samtal kring värderingar och åsikter, förmåga att argumentera i frågor kring människans och miljöns framtid.

En form av samhälleligt politiskt perspektiv har att göra med naturvetenskapens roll i samhället. I kemiläroboken uppmanas eleverna att fundera över sitt beroende av naturvetenskap och naturvetenskapligt driven teknikutveckling:

När du hör ordet kemi, tänker du kanske på kokande vätskor och rök, som bolmar upp från kolvar och provrör i ett laboratorium. I själva verket har kemin funnits runt omkring oss i vårt vardagsliv sedan urminnes tider. Förmågan att använda olika material har spelat stor roll för vår utveckling. [...] Kemisternas upptäckter ger oss bland annat bättre läkemedel, nya material och bättre avkastning inom jordbruket. [...] De flesta ämnen omkring dig har framställts på kemisk väg. (*Kemi Lpo. För grundskolans senare del, bok 1, s 4, använd i år 6*).

Författarna understryker att kemi är något som eleverna bör uppskatta och värdera för dess betydelse för deras eget vardagsliv. På samma sida finns också en bild av en mamma med sina två barn i en livsmedelsaffär och eleverna uppmanas ge exempel på ämnen på bilden som producerats kemiskt. Författarna förhåller sig kritiska till hantering av farliga ämnen i historien och hävdar att ”vi” idag har mycket bättre kunskap även om det fortfarande finns mer att lära:

Förr i tiden släppte man helt enkelt ut dessa skadliga ämnen i luften eller i vattnet utan att tänka sig för. [...] Hela vår livsmiljö tog skada. Idag har vi större kunskaper om hur man kan ta hand om skadliga ämnen. Men vi vet inte tillräckligt. Därför måste vi lära oss mer om hur olika ämnen påverkar oss och vår omgivning. (*Kemi Lpo. För grundskolans senare del, bok 1, s 4, använd i år 6*).

Denna vardagsanknytning handlar om att elever informeras om det naturvetenskapliga projektets nödvändighet för bibehållandet av en hög västerländsk levnadsstandard. För att det naturvetenskapliga projektet ska kunna fortsätta och utvecklas krävs att samhällsmedborgare ser projektet som legi-

timt och värt att avsätta resurser till i form av forskningsmedel men också i form av att det bör vara del av en allmän skolgång.

Vardagsanknytning som del av en skolämnespraktik

Den ”vardag” som hanteras i NO-undervisningen och det sätt som vardagen används på har inte nödvändigtvis särskilt mycket gemensamt med elevers egen livsvärld utanför skolan, utan i stor utsträckning handlar vardagsanknytningen om en enkulturering i naturvetenskap. Den medborgarbildande vardagsanknytningen handlar däremot om främst om att eleven informeras om hur hon/han ska hantera sitt eget vardagsliv, om samhällsliga politiska aspekter av naturvetenskap och om naturvetenskap och teknik som nödvändiga samhällsprojekt.³⁹ I kurskriterierna ingår dock även kriterier som handlar om att argumentera och delta i samtal kring samhälle, miljö och hälsa.

Kathryn Mayoh and Stephen Knutton (1997) skriver att lärare i sin NO-undervisning gör spontana kopplingar till ”vardag”. Min analys visar att det i den studerade NO-undervisningspraktiken i huvudsak är samma slags vardagsexempel reproduceras i läromedel, övningsblad och samtal i klassrummet. Vissa undantag finns dock. När läraren formulerar provfrågan om saftkokning och klädtvätt så är detta inte frågor med motsvarigheter i läroböckerna eller andra texter som använts i undervisningen. Dessa provfrågor är dock inte att betrakta som spontana kopplingar till vardagen utan snarare utvalda exempel som ska illustrera bestämda naturvetenskapliga fenomen. Det handlar i NO-undervisningen på Granskolan om en introduktion till vissa exempel och metaforer som ska göra naturvetenskapliga begrepp mer begripliga, snarare än spontana kopplingar. Ett sätt att förstå avsaknaden av spontana kopplingar till ”vardag” är att undervisningen i så liten utsträckning organiseras som ett kollektivt samtal.

I undervisningspraktikerna har ”vardagsproblemen” omvandlats till skoluppgifter där eleverna ska identifiera vilka naturvetenskapliga aspekter som är relevanta i just det här momentet (jfr Bergqvist & Säljö, 1994; Wistedt, Brattström & Jacobsson, 1992 s. 76f.; Schoultz, 2000; Schoultz, Säljö & Wyndhamn, 2001). Exempelen från NO-klassrummet som blompressning och att dyka i aceton är exempel på ”vardagsproblem” som inte bara har översatts från vardagsliv till ett naturvetenskapligt sammanhang.

³⁹ Vi kan jämföra vardagsanknytningen i Granskolans NO-undervisning med den s.k. PUST-rörelsen (*Public Understanding of Science and Technology*) anklagats för att företräda ett upplysningsperspektiv. Som reaktion mot PUST talar man idag istället om PES (*Public Engagement in Science*) (jfr Elam & Bertilsson, 1994).

Om jag verkligen vill pressa blommor med hjälp av en tegelsten och reflektera naturvetenskapligt kring det skulle jag behöva ta hänsyn till både tryck och stabilitet. I NO-klassrummet diskuteras problemet som en illustration av förhållandet mellan tryck och area. Även frågan om hur man tvättar en tröja är av ett annat slag när den ställs i NO-klassrummet jämfört med när den ställs hemma i tvättstugan. Vardagliga lösningar på de vardagsproblem som hanteras i NO-klassrummet är alltså inte självklart giltiga.

I olika skolämnen utvecklas olika praktiker med olika redskap, sätt att tala om världen och sätt att närma sig de uppgifter som ska hanteras. Roger Säljö och Jan Wyndhamn (1993) visar hur uppgifter som ytligt sett framstår som samma problem tenderar att angripas på olika sätt i olika skolämnen. Under olika lektioner, i matematik och samhällskunskap, gav de elever i uppgift att ta reda på portot för ett brev på 120 gram. Till sin hjälp fick eleverna en portotabell. Under samhällskunskapslektionen löste de flesta eleverna uppgiften genom att läsa av portotabellen. Under matematiklektionen tenderade däremot en större andel elever lösa uppgiften som ett matematiskt problem: fler elever räknade ut vad portot skulle vara för ett brev antingen som om det fanns ett linjärt samband mellan porto och vikt eller genom att addera tabellens porton för 100 och 20 gram. I matematikundervisningen hade eleverna lärt sig att se bortom det sammanhang som presenterades i uppgiften och istället koncentrera sig på siffrorna och de matematiska procedurerna.

Både Säljö och Wyndhamns studie och föreliggande kan ses som exempel på studier som visar hur olika kunskapande praktiker utvecklas inom olika skolämnen med olika sätt att förhålla sig till världen (jfr även Ensign, 1997; Halldén, 1982; Leinhardt, 1994; Wistedt, Brattström & Jacobsson, 1992). I olika skolämnen utvecklas olika undervisningspraktiker med särskilda sätt att resonera, att formulera problem och hantera de uppgifter som ges.

En intressant jämförelse mellan den studerade NO-undervisningen och Säljö och Wyndhamns studie (1993) är vad som betraktas som rätta svar på "vardagsproblemen" i undervisningspraktiken. I matematikklassrummet var samma svar giltigt som i ett vardagssammanhang, när du går till posten, eller ICA, för att posta ditt brev. Om samma portouppgift skulle ges på ett matematikprov skulle de elever som "räknar ut" portot, istället för att läsa av tabellen, få fel på matematikprovet. I det studerade NO-klassrummet var vardagslösningarna däremot inte alltid giltiga. Det gav ingen poäng att föreslå användning av tvättmedel för att ta bort smutsfläcken på tröjan. Vi kan också förvänta oss att svar på frågan om hur man gör saft kan bedömas anorlunda på ett hemkunskapsprov än på ett NO-prov.

För att göra resultaten begripliga måste vi alltså se skolans NO-undervisningspraktik som en skolpraktik som inte går att reducera till andra praktiker utanför skolan (jfr Carlgren, 1999a). Olikskheterna i vad som kan bedömas som giltiga svar inom olika skolämnen visar också att NO-undervisningspraktiken inte heller bara är en skolpraktik, utan en särskild skolämnepraktik. Elevernas arbete med "vardag" innebär att de får möjlighet att appropriera en särskild kunskapsretorik och särskilda sätt att handla med något som kan benämnas "vardag" i NO-undervisningspraktiken. Appropriering av denna kunskapsretorik innefattar möjligheter till att lära sig urskilja vad som är naturvetenskapligt intressant i relation till det specifika kursmoment där "vardagsproblemet" ska hanteras.

Resultaten illustrerar att beskrivningar av NO-undervisningspraktiken i termer av gränsöverskridanden, eller översättning mellan vardagsliv och naturvetenskap, inte är tillräckliga för att göra arbetet i klassrummet begripligt (jfr *border-crossing*). Försök att förstå vardagsanknytning i termer av praktiker utanför skolan (naturvetenskapliga eller i hemmet/familjen) gör att vardagsanknytningen framstår som obegriplig. Vardagsanknytningen blir bara begriplig som en del av en NO-undervisningspraktik.

8. Elevers olika deltagande i undervisningspraktikerna

I tidigare kapitel har jag visat att elever deltar i olika handlingar med både kurskriterier och skollaboratoriets redskap. Det finns elever som i sitt arbete utvecklar begreppsliga relationer medan andra producerar rätta svar och åter andra som ger upp. Att elever deltar på olika sätt i arbetet i NO-klassrummet har betydelse för vad de kan lära sig. De möjligheter till bildning som NO-undervisningen ger kommer för vissa att handla mer om att få ett betyg i NO och för andra mer om enkulturering i en naturvetenskaplig kulturgemenskap. Frågan i det här kapitlet är på vilka sätt vi kan förstå att elever deltar på olika sätt i NO-undervisningen och hur vi kan förstå att reproduktion av rätta svar framstår som rimligare för många elever än utveckling av begreppsliga relationer.

En rad faktorer är av betydelse för vår förståelse av elevers deltagande i NO-klassrummet. Exempelvis visar studier på statistiska samband mellan föräldrars utbildningsnivå och elevers skolframgång avseende uppnådda betyg (Skolverket, 2006). Annan forskning utgår från att elevers skilda sätt att närma sig arbete i klassrummet blir rimligt mot bakgrund av att elever ses som olika slags elever. Victoria Costa (1995) beskriver olika typer av elever: *Potential Scientists*, *Other Smart Kids*, *I don't know students*, *Inside Outsiders* och *Outsiders*. De olika kategorierna elever förstås i termer av överensstämmelse mellan elevernas familje- och kompisvärldar och skolans och naturvetenskapens världar. För *Potential scientists* är dessa världar överensstämmande. För *Other Smart Kids* är familje-, kompis och skolvärldarna överensstämmande, men oförenliga med naturvetenskap. För *I don't know students* finns motsättningar mellan familje-/kompisvärldarna och skola/naturvetenskap. För *Inside outsiders* är familje-/kompisvärldarna oförenliga med skola men potentiellt förenlig med naturvetenskap. För *outsiders* är familje-/kompisvärldarna däremot oförenliga med både skola och naturvetenskap.

I detta kapitel urskiljer jag några aspekter av undervisningspraktikernas utformning som får betydelse för elevers deltagande. Jag analyserar elevernas arbete dels i relation till undervisningspraktikernas system för bedömning, dels som uttryck för olika delaktighet i laborationspraktiken.

Elevernas arbete utifrån undervisningspraktikernas system för bedömning

Elevernas arbete i undervisningspraktikerna kan å ena sidan ses som att eleverna bearbetar ett visst ämnesinnehåll. Å andra sidan handlar elevernas arbete om att de ska klara av det aktuella kursmomentet och få godkända betyg i NO-ämnena. Detta skapar en motsättning i elevernas arbete där de både har att hantera det innehållsliga och frågan om risk och osäkerhet avseende den förestående bedömningen av arbetet. I den kriteriebaserade undervisningspraktiken blir bedömningen särskilt närvarande eftersom de kurskriterier eleverna arbetar med utgör både bedömningskriterier och redskap för att organisera elevernas arbete.

Att elevers arbete sker i relation till en förestående bedömning innebär att eleverna arbetar under *risk* och *osäkerhet* (jfr Doyle & Carter, 1984). Osäkerhet handlar om grad av precisering avseende det som eleverna ska producera. Risk handlar om risk att misslyckas och har att göra med tydlighet/otydlighet för eleverna avseende vilka slags kriterier (i bemärkelsen normer) som gäller för bedömning av elevens arbete. Om ingen bedömning sker eller om alla svar är möjliga så finns det ingen risk (och kanske inte heller någon uppgift) (a.a.). Walter Doyle och Kathy Carter (1984) visar i en studie av elevuppgifter i språkundervisning att elever strävade efter att minska både osäkerhet och risk genom att begära förtydliganden av uppgifter och be om återkoppling på texter som de arbetade med. De visar också att även lärare successivt minskade uppgifters risker för att uppmuntra elever till fortsatt arbete. Under arbetets gång sker alltså en nedförhandling av risk och osäkerhet i de uppgifter som ges.

Elevernas deltagande i NO-undervisningspraktikernas två handlingar – att utveckla begreppsliga relationer och att producera/reproducera rätta svar – innebär att eleverna behöver hantera olika risker och osäkerheter.

Risk och osäkerhet i den kriteriebaserade lärandepraktiken

Sanna i sexan sitter ensam vid sin bänk under sexornas biologilektion. Sanna har ett studieblad framför sig där hon ska fylla i namn på olika grupper av organismer på ”organismernas stamträd” (t.ex. växter med undergrupperna fröväxter, ormbunkar o.s.v.). Hon säger tyst för sig själv att det inte ser likadant ut på arbetsbladet som i häftet. Efter en stund lägger hon ner pennan. Sanna verkar ha gett upp. Istället viker hon en lapp och ger till Tobias. När jag frågar Sanna hur det går svarar hon att hon tycker att det är svårt att lära sig stamträdet utantill. Hon säger att hon ändå inte kommer att kunna det på provet. Hon förstår inte meningen med det. Hennes föräldrar

klaras sig minsann bra utan att kunna allt detta. Hon säger att visst kan föräldrarna växter och djur men inte alla de här namnen. Sanna lägger arbetsbladet åt sidan. Istället börjar hon bläddra i sin rosa kalender. I kalendern har hon klistermärken i form av rosa hjärtan som hon plockar fram och tittar på. (F 2002-10-14, 6:an). Att Sanna ger upp sitt arbete kan förstås som att *riskan* förknippad med arbetet att memorera organismernas stamträd till det kommande provet framstår som så stor att arbetet blir lönlöst.

I den kriteriebaserade undervisningspraktiken läser elever kurskriterier och använder dem som utgångspunkt för att organisera arbetet. Med kurskriterierna skapas en bild av vad eleverna ska kunna något om efter avslutat kursmoment. Kurskriterierna synliggör för eleverna vad de inte vet men vad de kommer att veta inom kort. Eleverna berättar dock att de inte alltid förstår vad kurskriterierna handlar om när de får dem. Sofia formulerar det som att ”man förstår inte orden i provet eller i kriterierna för dom skriver så konstiga ord så man inte fattar nåt.” (Elevintervju, F3) och Tova kallar kriterierna för ”sluddriga” (Elevintervju, F2). Elevernas tal om kriterier som ”sluddriga” är ett uttryck för en *osäkerhet* kring vad eleverna förväntas producera. Olika kurskriterier kan vara olika osäkra. Ett kurskriterium som ”Ha en ungefärlig uppfattning om ljudets hastighet i luft.” framstår som mindre osäkert än kurskriteriet ”Förklara hur våra vanligaste instrument fungerar akustiskt.”. Det första kurskriteriet innefattar att eleven ska kunna ange en siffra på ljudets hastighet i luft medan det andra kurskriteriet är mer osäkert: Vilka instrument och vilka akustiska principer är det som avses i kriteriet?

Eleven arbetar dock med olika risk och osäkerhet i den kriteriebaserade undervisningspraktikens olika handlingar. I elevens arbete att producera och reproducera rätta svar i den kriteriebaserade undervisningspraktiken är osäkerheten förhållandevis låg, särskilt avseende kriterierna för godkänd. I arbete med kursmoment som examineras med prov går läraren genom ”svaren” till alla kurskriterier innan provet. Eleverna vet alltså med relativt stor säkerhet vad de behöver kunna reproducera vid provtillfället. Risker består i att eventuellt inte på ett tillräckligt framgångsrikt sätt kunna reproducera rätt svar vid provtillfället. I produktionen av biologiarbeten är osäkerheten något större eftersom läraren inte går igenom vad som ska betraktas som rätta svar innan inlämning även om det finns tillfällen för elever att fråga både läraren och andra elever om den text som de producerat. Risker är däremot låga eftersom det huvudsakliga kravet är att eleverna ska ha skrivit något i relation till alla kriterier. Bedömningen beskrivs av en elev som att läraren ”bara kollar att man har med allt, för allt står ju i vår bok så har man med allt, så bra”. (Elevintervju, F 1).

I arbete med kurskriterier i handling att utveckla begreppsliga relationer är både osäkerhet och risk stor. Osäkerheten är stor: Det naturvetenskapliga innehåll som kriterierna refererar till framstår som öppet, ett begrepp leder alltid vidare till andra begrepp och kan användas för analys i nya sammanhang. Risken för en elev med att utveckla begreppsliga relationer på egen hand är också stor, eftersom eleven kan missa att utveckla någon väsentlig aspekt av ett begrepp. När Ellinor och Lisa utvecklade innebörder av fotosyntes utvecklade de begreppsliga relationer mellan syre, koldioxid, druvsocker, växter och djur. De missade dock att formulera solljus som förutsättning för fotosyntes (jfr s. 80f.). Lisa och Ellinors arbete med att utveckla begreppsliga relationer avseende fotosyntes kan därmed ha inneburit att de inte blev godkända på denna del av inlämningsarbetet i biologi.

Risk och osäkerhet i laborationspraktiken

I laborationspraktiken har eleverna ett antal strukturerande redskap till förfogande för att skriva labbrapporter och formulera slutsatser. I skrivandet av labbrapporter används labbrapportalgoritmen och formulan för formulering av slutsatser som strukturerande redskap. Risken framstår som förhållandevis låg i labbrapportskrivandet oberoende av vilken handling som eleven deltar i. De flesta labbrapporter verkar godkännas. Däremot diskuteras vad som räknas som en giltig slutsats vid alla laborationstillfällen. Osäkerheten kring vad som ska produceras är alltså relativt stor. I laborationspraktiken ger elever, i några fall, helt upp att producera någon slutsats i det laborativa arbetet, vilket kan förstås som tillfällen då den upplevda osäkerheten är så stor, att den risk som följer med en avsaknad av slutsats framstår som lägre. Eleven kanske kan bli godkänd på labbrapporten utan slutsats.

För de elever som deltar i handlingen att producera rätta slutsatser blir slutsatskrivandet relativt lite osäkert. Elevens arbete handlar då om att producera en naturvetenskaplig utsaga med relevans för laborationen på något sätt. I handlingen att utveckla begreppsliga relationer är både osäkerhet och risk större än i produktion av rätta slutsatser. Liksom i den kriteriebaserade undervisningspraktiken finns en risk att missa väsentliga aspekter av en laboration för den elev som arbetar med att formulera en egen slutsats.

Lotsning är en strategi som ingår som del av laborationspraktiken och gör det möjligt för elever att utveckla begreppsliga relationer. Genom lotsning minskar risken att formulera en icke-godtagbar (ofullständig eller felaktig) slutsats. Något som kan verka hindrande för lotsning som strategi är att elever inte får ställa frågor om slutsatsen till läraren om de vill få hög-

re betyg än godkänt. – *Fundera en stund Hannah. Jag tror att du vill ha högre betyg än G och då får du faktiskt fundera lite själv*, säger läraren till Hannah i laborationen om Arkimedes princip. Eleverna berättar också i intervjuerna om att de inte får fråga läraren om slutsatsen för att få ett högre betyg: ”Ja, man får inte fråga om slutsatsen för MVG.” (Elevintervju, P2). En aspekt av den levda läroplanen på Granskolan skulle kunna formuleras som att elever måste lära sig när de får fråga och inte och på vilket sätt de kan fråga utan att det framstår som en fråga. I laborationspraktiken framträder en ”MVG-elev” som ska vara självständig, dra egna slutsatser och inte fråga vare sig kompisar eller lärare.

Standardisering som strategi för att minska risk och osäkerhet

Arbetet med att skriva ”svar” på kurskriterier, labbrapportalgoritmen och formeln för att skriva slutsatser är strategier för att standardisera undervisningspraktiken. Dessa är exempel på strukturerande redskap som skapas i praktiken som minskar risk och osäkerhet i elevers arbete. I klassrummet understöds alltså en strukturerad reproduktion av naturvetenskap. Att få elever ser ut att delta i handling att utveckla naturvetenskaplig kunskap i undervisningen blir begripligt utifrån den osäkerhet och risk som det innebär för eleven att engagera sig i denna handling.

Att det finns få exempel i det empiriska materialet på elevers egen utveckling av begreppsliga relationer kan förstås i relation till att detta slags arbete innefattar både hög osäkerhet och hög risk. Det redskap som kan understödja utveckling av begreppsliga relationer är lotsning. Samtidigt betraktas bruk av lotsning som tecken på osjälvständighet.

Utifrån analysen av risk och osäkerhet för elever i olika slags handling framstår reproduktion av rätta svar som en tryggare handling än utveckling av begreppsliga relationer. I NO-undervisningen deltar ändå vissa elever i handlingen att utveckla begreppsliga relationer och olika elever hanterar risk och osäkerhet på olika sätt i klassrummet. Uppenbarligen handlar elevernas deltagande också om andra saker än reduktion av risk och osäkerhet.

Deltagande och delaktighet

I undervisningen markerar eleverna på olika sätt avståndstagande och delaktighet i arbetet i klassrummet. Sannas arbete med organismernas stamträd är ett exempel på avståndstagande. Vi kan tala om elevernas olika deltagande i termer av olika delaktighet. Delaktighet handlar bland annat om

engagemang, förutsättningar för att delta och möjligheter att producera något som ses som värdefullt.

I detta avsnitt analyserar jag elevernas deltagande som uttryck för olika delaktighet i en NO-kulturgemenskap. Jag analyserar också en laboration där en elev deltar på ett kvalitativt annorlunda sätt jämfört med tidigare.

Delaktighet i en kulturgemenskap

Tre pojkar i sjuan, Naoki, Jarek och Lukas, markerar på olika sätt sin delaktighet i, och erkänns också som delaktiga av andra i, en naturvetenskaplig gemenskap. De talar om sina laborationer som ”feta experiment”. Klasskamraten Markus kallar dem för ”feta vetenskapsmän” (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar) och läraren kallar dem för ”tre genier”: – *Ibland hörri, tre genier kan vara två för mycket tror jag* (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar). Frågan är i vilka avseenden dessa pojkars uttalade delaktighet i en naturvetenskaplig gemenskap kommer till uttryck i deras arbete i NO-klassrummet.

”Feta vetenskapsmän” i arbete

Naoki, Jarek och Lukas ska göra två laborationer: ”Metalloxid i syra” och ”Metall i syra”. Laborationsuppgifterna går ut på att lösa metalloxid respektive metall i syra och beskriva vad resultatet blir. Eleverna ska formulera slutsatser dels i form av generella formler, dels i form av en formel för det salt som de gjort. Efter lärarens instruktion tar Naoki, Jarek och Lukas på sig förkläden, hämtar labbutrustningen och börjar montera upp den. Naoki hämtar saltsyra och frågar de två andra om den är utspädd eller inte. – *Farligt!* säger Naoki. Lukas konstaterar att det bara finns utspädda syror i skollaboratoriet eftersom de inte får använda några andra. Naoki går och hämtar svavelsyra och Lukas hämtar en vit plastburk med kopparoxid.

Lukas hämtar ett filterpapper också som han lägger på tratten och trycker pekfingret mot som om han skulle trycka ner pappret i tratten. Naoki protesterar: – *Man ska vika det.* Lukas viker filterpappret först på mitten och sedan en gång till på mitten. – *Lukas, du har glömt en sak. Man ska blöta!* säger Naoki. Lukas viker upp pappret och går till vattenkranen för att blöta det. När han försöker vika det blöta filterpappret så går det inte. Naoki kommer och viker det istället men Lukas tar pappret och slänger det. Så kommer Jarek med ett nytt papper. Han försöker visa de andra hur de ska vika filterpappret men han får inte heller till det. Naoki tar över vikandet och Lukas blöter sedan det färdigvikta filterpappret och sätter det i tratten. – *Men fan det går ju sönder,* pustar Lukas. – *Det gör inget,* säger Jarek.

I labbinstruktionen står det att eleverna ska mäta upp saltsyra till cirka 1 cm i höjd i en bägare. Naoki och Lukas börjar diskutera hur mycket en centimeter är.

Naoki: Hur mycket är en centimeter?

Lukas: Åh va fan. Vem bryr sig.

Naoki: Vi vet inte hur mycket en centimeter är!

Läraren: Har det kört ihop sig idag?

Naoki: En centimeter?

Lukas: Det är så mycket (*pekar*).

Läraren: Ja ungefär.

Naoki: Men fan det visste du ju inte förut. (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar).

Naoki hämtar kopparoxid och häller i en sked i svavelsyran. Lukas visar läraren filterpappret i tratten. – *Det är ju hål*, säger läraren. Lukas slänger filterpappret. Sedan går han och hämtar tändstickor och tänder brännaren. Jarek rör om i lösningen med svavelsyra och kopparoxid. Lukas tar över. – *Det känns slimie. Du får ta över*, säger Lukas till Naoki. Naoki rör om i bägaren. – *Fan dom ligger före oss*, säger Lukas och pekar på Robert, Michel och Oskar. Naoki drar undan brännaren från bägaren och stänger av lågan. Lukas försöker ta bägaren med lösningen av svavelsyra och kopparoxid men bränner sig två gånger.

Naoki, Jarek och Lukas häller lösningen genom filtrertratten. Sedan börjar de med nästa laboration. Naoki häller saltsyra i en bägare. – *Vad ska vi ha?* frågar Lukas. – *Zink, zink* säger Naoki. Naoki och Lukas går och hämtar zinkbitar ur en burk på katedern. När de kommer tillbaka lägger Lukas tre zinkbitar i saltsyran. De tittar på gasutvecklingen som sker när zinken löses upp i saltsyran:

Naoki: Fan vad skönt.

Lukas står och tittar på zinken som löses upp.

Naoki: Oh fan vad det bubblar. Det är typ farligt.

Lukas: Blir de sönderfrätta.

Naoki: Det är klart att dom fräter bort.

Lukas: Tänk om man skulle lägga sig i en stor jävla rustning.

Naoki: Oh bara aah.

Lukas: Jag lägger i en till. En liten. Jag lägger till en till, en liten.

Naoki (*petar på den blå saltlösningen*): Det där är ju inget farligt för det blir ju typ salt och vatten... Fan vad tid det tar (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar).

Naoki och Lukas går och tittar på vad Robert, Michel och Oskar gör. – *Ska det koka också*, undrar Lukas när han ser att Robert, Michel och Oskar kokar sin lösning. – *Vi kokar!* säger Naoki. De går tillbaka till sin bänk och

Lukas tänder brännaren. Det blir en stor och flammande låga. – *Oh yeah! Oh nej, nej*, säger Naoki. Naoki stryper gasflödet lite. De ställer upp bägaren med zinkbitar och svavelsyra på trefoten ovanför brännaren. Petter kommer och visar sin bägare med blå kristaller: *Oh titta vi har lyckats bättre än er!* – *Hur lyckades dom?* frågar Lukas. – *Dom värmdde men man ska egentligen inte det*, säger Naoki.

– *Det ska bli en mättad lösning*, säger Lukas och lägger i en zinkbit till. – *Det kommer att ta tid att avdunsta*, klagar Naoki. Läraren går runt och visar klumpar med blå kristaller: *Här har vi det i indunstad form*. Lukas drar undan brännaren. De låter brännaren stå och brinna vid sidan om. Naoki ser att salt börjar kristallisera sig i trattens mynning. De ställer upp bägaren med blå lösning på trefoten. – *Vi leker med döden*, skämtar Naoki. Naoki ställer den kokande zinklösningen på bordet för att bägaren med kopparsulfat ska få plats på trefoten.

Lukas: Du borde inte ställa den där.

Naoki: Äh vad fan.

Lukas: Åh kolla där.

Jarek: Det börjar sticka ut lite salt.

Naoki: Fan vad skönt (*pekar på tratten*).

Jarek: Det dunstar ju nu.

Naoki och där det börjar där i (*pekar på plastbägaren*). Ska vi lägga i en zinkbit till?

Jarek: Nej.

Naoki: Men det ska mättas.

Läraren: Ni tänker snabbavdunsta (*pekar på bägaren med kopparsulfat på trefoten*).

Naoki: Ja, jag vet vi fuskar lite. (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar).

Pontus vänder sig om och frågar läraren vad de gör. Läraren berättar att Naoki, Lukas och Jarek snabbavdunstar sin lösning. Pontus säger att det vill de också göra.

Naoki visar Lukas och Jarek hur mycket vatten som avdunstat. Han pekar med en sked på bägaren: – *Här var den förut. Här är den nu*. Sedan lägger Naoki i en zinkbit till i saltsyralösningen. Lukas vill dra ner på värmen men Naoki ökar lågan.

Naoki: Fan det har gått hälften nu. Här har det börjat bildas kristaller.

Jarek: Vissa sticker ut när man tittar så här. Ljuset speglas.

Lukas doppar en zinkbit i något på bänken, den får en svart fläck.

Naoki: Fan vet du varför den blir svart? För den har reagerat med något.

Markus (till Lukas): Den feta vetenskapsmannen. (F 2003-02-11, labb 7:an pojkar).

När bågaren kokar torrt och det börjar skvätta stänger de av brännaren. Naoki, Jarek och Lukas hämtar papper att skriva labbrapport på. De sätter sig vid bordet bakom och formulerar texten högt tillsammans. Var och en lämnar in sin individuella rapport men texten är gemensam. De börjar skriva material. De räknar upp en muff, en tratt, ett filter, vad heter det där, trådnät och så den där plastgrejen. – *Vad heter det?* frågar Naoki. – *Skit i det*, svarar Lukas. – *Utförande*, säger Naoki. – *Nej det är skitjobbigt*, säger Lukas. Lukas är den som formulerar det mesta. Läraren påminner om att det bara är åtta minuter kvar innan de ska ha diskat klart och vara klara. Lukas och Naoki kommer fram till att de inte hinner. De skyndar sig att plocka undan från bänken. Jarek diskar. – *Två minuter. Ni som fortfarande sitter och skriver får plocka ihop nu och gå på lunch*, säger läraren. Erik, Naoki och Jarek bestämmer sig för att skriva klart labbrapporten på den individuella tiden.

Lukas, Jarek och Naoki som delaktiga i en kulturgemenskap

Naoki, Jarek och Lukas uppvisar inte någon större skicklighet vad gäller det laborativa hantverket, särskilt att vika filterpapper. De är klumpiga och gör flera försök att vika filterpappret på ett sätt som duger för filtrering. De kämpar med samma saker som andra elever. De kan inte omedelbart mäta upp en centimeter saltsyra i en bågare. De vet inte namnen på de olika laborativa redskap som de använder. De blir inte heller färdiga med labbrapporten under laborationen. På dessa sätt framstår inte de tre pojkarna som några ”genier” eller ”feta vetenskapsmän”.

Däremot uttrycker Naoki, Jarek och Lukas en specifik form av nonchalans. Vi kan förstå att de tre pojkarna kallas ”genier” och ”feta vetenskapsmän” mot bakgrund av att de förhåller sig till laborativt arbete på sätt som andra elever inte gör. Det handlar om att vara lekfull på sätt som kan betraktas som naturvetenskapligt, att arbeta självständigt med fokus på laborationens syfte snarare än att följa labbinstruktionen, att ställa frågor kring naturvetenskapliga fenomen, visa oräddhet inför brännaren och kunna skämta naturvetenskapligt.

Vissa saker spelar ingen roll: om att mäta upp en centimeter i en bågare säger Lukas ”Äh va faan. Vem bryr sig.” Yttrandet blir begripligt som uttryck för idén om lagom mätnoggrannhet. När det gäller att mäta volym i bågare så är noggrannheten inte så stor (jfr avsnittet om mätning och mätnoggrannhet i kapitel 7, s. 93). De ”fuskar lite” när de inte bara värmer lösningen, utan också snabbavdunstar, för att få syn på saltkristallerna redan under samma lektion. Andra elever följde däremot instruktionen och höllde sin blå lösning i den låga plastbågaren för att låta vattnet avdunsta i rums-

temperatur. Pojkarna intar ett självständigt förhållningssätt till laborationens instruktioner. De tillåter sig att "fuska" och att inte "bry sig" om vissa saker. De agerar friare i relation till givna instruktioner än andra elever utifrån egna bedömningar av vad som är viktigt i laborationen.

Naoki, Jarek och Lukas visar också att de bemästrar "det farliga" i sin hantering av brännaren och kemikalierna. Naoki visar sin fascination med uttryck som: "Oh fan vad det bubblar. Det är typ farligt." och "Vi leker med döden". Förhållningssättet kan jämföras med Helena och Jessica som inte alls vågade tända brännaren (jfr kapitel 6 s. 96f.). Genierna bemästrar det farliga, medan övriga räds det. De talar om att leka med döden, de gör en snabbavdunstning trots att de inte skulle.⁴⁰

I laborationen konstruerar Lukas ett tankeexperiment: "Tänk om man skulle lägga sig i en stor jävla rustning." Naoki besvarar med kommentaren: "Oh bara ahh". Lukas tankeexperiment kan ses som en illustration av metallers löslighet i saltsyra. Tankeexperimentet kan jämföras med vardagsanknytning som enkulturering i naturvetenskap (jfr kapitel 7). Pojkarna uttrycker en uppskattning för ett överkligt experiment som illustrerar ett naturvetenskapligt samband. Med tankeexperimentet visar Lukas och Naoki att de omfattar ett naturvetenskapligt sätt att se på sin omvärld och positionerar sig själva i en naturvetenskaplig kulturell gemenskap (jfr Bourdieu, 1984, 1993 s. 297ff., om smak som en social orientering om individens plats i ett samhälle).

Naoki, Jarek och Lukas utmärker sig också vad gäller vilken slags uppmärksamhet de riktar mot de objekt som de manipulerar. Exempelvis ställer de frågor kring att det bildas en svart fläck på den zinkbit som Lukas doppar i något på bänken. De frågar sig vad som hänt och föreslår också att det har skett en kemisk reaktion. De noterar bildningen av saltkristaller och kommenterar ljusets brytning i kristallerna. Det handlar om ett slags undrande om den fysiska verklighet som de manipulerar och observerar. Vi skulle kunna förstå det som att de uttrycker ett intresse för att utveckla begreppsliga relationer i det laborativa arbetet.

⁴⁰ Det är inte all slags lek som accepteras utan tillsägelse från läraren. När några andra pojkar leker med stämgaflar under akustiklaborationen blir de tillsagda av läraren som tycker att det låter för mycket och att hon är orolig för att stämgaflarna ska gå sönder (F/T 2003-05-06, 7:an pojkar). Det gäller att vara lekfull på ett sätt som betraktas som naturvetenskapligt.

Förändrat deltagande

En elev som vid upprepade tillfällen markerar sitt avståndstagande till NO och naturvetenskap är Helena i sjuan. Helena säger ibland att hon hatar NO, eller att hon tycker att det är tråkigt. Vid ett par tillfällen berättar Helena för bandspelaren, som ligger på bänken framför henne, om hur tråkigt det är med NO och mycket hon hatar NO, särskilt kemi (F 2002-11-19, labb 7:an flickor; F 2003-03-24, 7:an; F 2003-04-25, 7:an). Under en laboration utbrister Helena: ”Hata NO!” (T 2003-02-11, 7:an flickor). Hon uttrycker lågt självförtroende: ”Jag är inge bra på NO...” (F 2002-10-14, 7:an), ”Jag kommer att få icke-godkänt. [...] Alltså jag är inge bra på NO jag fattar inget. [...] Jag ska inte gå NV eller NA.” (T 2002-10-22, 7:an flickor). När Helena säger att hon inte är bra på NO, eller att hon inte kommer att få godkänt, så markerar hon att hon inte förstår vad det är som pågår i klassrummet. Men Helena arbetar trots allt med de uppgifter som läraren ger. Med Costas kategorisering skulle vi kunna säga att Helena verkar vara en jag-vet-inte-elev (*I don't know student*). Helena distanserar sig till NO, hon säger att hon tycker att det är svårt och att hon inte fattar, även om hon deltar i arbetet i klassrummet. Helena framstår därmed inte som någon utanförstående elev (*Outsider* eller *Inside outsider*).

I laborationen ”Metalloxid i syra” deltar Helena däremot på ett annorlunda sätt. Helena, som brukar säga att hon hatar NO och att NO är hopplost svårt, går efter laborationen runt och hjälper andra flickor i klassen med att formulera slutsatser. Med utgångspunkt i en beskrivning av Helenas arbete diskuterar jag hur ett förändrat deltagande i laborationspraktiken kan bli möjligt.

En oväntad vändning – när det blev en grön lösning istället för en blå

När läraren är färdig med labbinstruktionen går Helena, Jessica och Lisa och hämtar labbutrustningen. De monterar sin brännare med stativ, trådnät och bägare. Helena går fram till katedern och håller upp saltsyra i en bägare. Hon tar med sig bägaren tillbaka till bänken och de tre flickorna går runt för att leta reda på kopparoxid. De håller i en sked med kopparoxid i syran. Blandningen ska värmas för att kopparoxiden ska lösas helt. Helena och Jessica bråkar lite om vem som ska våga tända brännaren. Helena kallar Jessica för *chicken* men vill inte själv ”göra den där jävla skiten”. Läraren kommer och hjälper dem att tända istället. – *Hata NO!* utbrister Helena (F/T 2003-02-11, 7:an flickor).

– *Nej men hallå den är grön, den är grön!* säger Jessica. – *Den är grön,* säger Lisa och skrattar. Helena, Jessica och Lisa har löst kopparoxid i salt-

syra istället för i svavelsyra. De noterar sitt ”misstag” när de får en grön lösning till skillnad från alla andra elever som får en blå lösning. Helena frågar läraren om vad som hänt och läraren föreslår att de tagit fel syra. Lite senare kommenterar Lisa den gröna färgen igen: *Oj! Jessica! Den är ju grön.* – *För vi gjorde fel*, konstaterar Helena. – *Varför det?* undrar Lisa. – *Den ska vara blå*, säger Jessica. – *Ja, vi har haft i fel syra*, förklarar Helena.

Läraren råder dem att läsa i boken för att undersöka vad som hänt. Hon understryker att de inte kan ha fått ett sulfat utan att de måste ha fått ett annat salt.

Helena frågar sedan läraren om vad det kan vara som de har i sin bägere:

1. Läraren: Då var det saltsyra och kopparoxid.
2. Helena: Ja, men det står vatten plus kopparsulfat.
3. Läraren: Men titta på den. Metalloxid plus syra då blir det nån form av salt och vatten
4. Jessica: Vad blir det för salt?
5. Läraren: Ja det beror ju på vad du använder för-
6. Helena: Metalloxid och saltsyra.
7. Läraren: Ja då får du metallen och syra så bildar det ett salt som då heter. Den kan ju inte heta kopparsulfat för du har ju inga sulfatjoner i
8. Helena: Nej då blir det--
9. Läraren: Då blir det koppar vad heter jonen från saltsyra?
10. Helena: Eh det är en syra så det måste innehålla hydroxidjoner.
11. Läraren: Nej då är det en bas men den andra jonen då?
12. Helena: Eh eh vätejoner--
13. Läraren: Saltsyra innehåller vätejoner plus en jon till.
14. Helena: Det vet jag inte.
15. Läraren: Jo, hur ser formeln ut?
16. Helena: Klor-
17. Läraren: Ja, och vad heter den om du gör en jon av klor?
18. Helena: Klorid.
19. Läraren: Då blir det kopparklorid (T 2003-02-11, labb 7:an flickor)

Helena deltar tillsammans med läraren i ett samtal kring den kemiska process som har ägt rum. Läraren etablerar relationer mellan olika substanser i den allmänna formeln som hon förväntar att eleverna ska skriva i sina slutsatser tillsammans med den specifika formeln (utsaga 3). Helena specificerar att de använde metalloxid och saltsyra, till skillnad från svavelsyra som de skulle ha använt enligt instruktionen (utsaga 6). I de följande utsagorna lotsar läraren Helena till slutsatsen att de gjort ett salt som kallas kopparklorid (jfr avsnittet om lotsning i kapitel 6 s. 108f.). Kopparsulfat utesluts på grund av avsaknaden av sulfatjoner (utsaga 7). Läraren och Helena etablerar relationer mellan saltsyra, kopparoxid, vatten och kopparklorid. Lä-

raren konstaterar att det producerade saltet är kopparklorid (utsaga 19). Aspekter av saltsyra som dess konstituerande joner, klorid och vätejoner, urskiljs (utsaga 9-18). Ett tematiskt nätverk av allmänna formler innehållande syra, salt och metalloxid etableras alltså genom lotsning.

– *Hur kunde ert bli grönt? Helena hur kunde ert sånt här bli grönt?* undrar Chandra. – *För vi råkade lägga i fel syra*, förklarar Helena. – *Gud, deras är grön!* utropar en tredje elev. Hannah, som är den flicka vars slutsatser de andra flickorna vanligtvis försöker skriva av, ropar också på Helena och undrar hur man skulle skriva:

Hannah: Alltså vad ska vi skriva på slutsats?

Läraren: Den generella formeln plus formeln för det salt ni har gjort.

Helena: Vilken är du på? Är du på den här?

Hannah: Nej, jag är på den här blåa.

Helena: Men det står här, *kolla*, metall plus syra och sen ska du skriva zink plus saltsyra. (T 2003-02-11, labb 7:an flickor)

När Helena avslutat skrivandet av labbrapporten går hon runt i klassrummet och förklarar för andra elever varför de fick en grön lösning istället för en blå. Hon hjälper två andra grupper att formulera sina slutsatser: ”Först måste man skriva den vanliga formeln. Skriv efter det här. Sen skriver du metall och xxx xxx” (T 2003-02-11, labb 7:an flickor).

Under salttillverkningen deltar Helena på ett annat sätt än tidigare i NO-undervisningen. Under andra laborationer engagerar sig Helena inte på samma sätt i naturvetenskapliga samtal under laborationerna. Snarare uttrycker hon avståndstagande och använder strategier som sampling och kopiering (jfr elevers empiriska arbete i kapitel 6, s. 106). Helenas handlande i laborationen ovan handlar inte bara om att slutföra och lämna in en godkänd labbrapport. Det handlar snarare om att utveckla ett begreppsligt resonemang kring varför lösningen blev grön och inte blå. Om Helena i många fall arbetar med att producera godkända prestationer så visar hon att hon också kan delta i handlingen att utveckla begreppsliga relationer.

Förändrade betingelser för delaktighet i det laborativa arbetet

När Helena upptäcker att de använt fel syra tar laborationen en oväntad vändning. Resultatet är synligt, oväntat och fordrar en förklaring. Helena samtalar med läraren kring den kemiska process som ägt rum. Helena bidrar med fakta, om vilka kemikalier de har använt och vilka joner saltsyra består av. Omständigheten att Helena och hennes medlaboranter fick en grön lösning, istället för en blå, fokuserade Helenas uppmärksamhet på sy-

ran – att de använt saltsyra istället för svavelsyra och att valet av syra var betydelsefullt.

När Helena, Jessica och Lisa använder fel syra omvandlas deras saltlaboration från en rutinartad laboration med facitlogik till ett ”äkta problem”. Genom att Helena, Jessica och Lisa producerar ett annat salt än övriga elever kan andra elevers slutsatser inte användas som facit. Istället utvecklar de begreppsliga relationer genom lotsning i samtal med läraren.

Det handlar inte längre om den planerade pedagogiska illustrationen av den kemiska processen att framställa salt genom att lösa metalloxid i syra (jfr Ilyenkov, 1974/2002). Visserligen var den ursprungliga uppgiften generell, i den bemärkelse att valet av syra var underordnat – uppgiften skulle lika gärna ha kunnat innehålla saltsyra som svavelsyra. Men i laborationspraktiken blir den konkreta laborationsuppgiften, som eleverna arbetar med, att lösa just kopparoxid i saltsyra.

Helenas förändrade deltagande kan också förstås med utgångspunkt i en idé om appropriering av ett kunskapsobjekt (jfr Knorr Cetina, 1997). Knorr Cetina (a.a.) skriver om hur forskare utvecklar sociala relationer till objekt i olika praktiker och hur forskaren eller experten blir *delaktig i objektet* och hur *objektet blir delaktig i forskaren*. Knorr Cetina använder nobelpristagaren Barbara McClintocks beskrivningar av hur hon upplevde det som att hon var bland de kromosomer som hon studerade och att kromosomerna blev en del av henne (a.a.; jfr Keller, 1983). Knorr Cetina beskriver ett slags ömsesidigt beroende mellan forskare och objekt. Knorr Cetina beskriver kunskapsobjektet som ”a sequence of lacks” (s. 16). Att tillägna sig ett kunskapsobjekt handlar om att tillägna sig en önskan att svara mot en brist avseende kunskapsobjektet. I McClintocks fall handlade det om en önskan att utveckla kunskap om gener och kromosomer. Att omfatta ett kunskapsobjekt handlar alltså om att vilja utveckla kunskap kring det specifika objektet⁴¹.

För elever i NO-undervisning kan tillägnandet av ett kunskapsobjekt handla om att utveckla en *önskan* att utveckla sitt naturvetenskapliga kunnande kring något fenomen. Även om Helenas engagemang i det producerade saltet inte låter sig beskrivas som ett ömsesidigt beroende så skapades i laborationen förutsättningar för en önskan för Helena att utveckla kunskap kring det producerade saltet. Förvåning över det annorlunda resultatet kan vara en del i utvecklingen av denna önskan. Men det kan också handla om viljan att identifiera sig med ett objekt. När alla elever arbetar med samma sak i den vardagliga skolpraktiken kommer inte arbetets innehåll att vara

⁴¹ Vi kan jämföra detta med vad t.ex. Hedegaard (1988 s. 13f.) beskriver som utveckling av motiv att bedriva verksamhet.

något särskiljande för elever (vi kan jämföra med klädselns betydelse som identitetsmarkör i en skola med skoluniform). En aspekt av Helenas deltagande i saltlaborationen är således att hon och hennes medlaboranter producerat något unikt och avvikande.

Att förstå elevers olika deltagande utifrån undervisningspraktiken

I detta kapitel har jag visat på några exempel på hur olika elevdeltagande produceras och reproduceras i undervisningspraktiken samt diskuterat några olika aspekter av elevernas deltagande med utgångspunkt i undervisningspraktikens betingelser.

I och med att elevernas arbete i NO-klassrummet sker i relation till en förestående bedömning arbetar eleverna med risk och osäkerhet. Med analysen av risker och osäkerheter i NO-undervisningspraktikens olika handlingar framstod elevernas deltagande i reproduktion av rätta svar och slutsatser som rimligare än utvecklingen av begreppsliga relationer. Trots detta deltar vissa elever ändå i handlingen att utveckla begreppsliga relationer.

Att bli del av en naturvetenskaplig kulturell gemenskap handlar om appropriering av kulturella värden och normer som humor, estetik och etik (jfr Svennbeck, 2004; Szybek, 1999 s. 157ff.; Tapper, 1999; Wickman, 2006; Öhman, 2006; Östman, 1995). I Naoki, Jarek och Lukas arbete kommer delaktigheten till uttryck i form av självständighet i förhållande till instruktioner, lekfullhet, oräddhet inför arbete med de laborativa redskapen men också vilken uppmärksamhet som riktas mot de objekt som studeras. Innebörden av att delta i laborationspraktiken som en potentiell naturvetare kan förstås som större grad av delaktighet i en naturvetenskaplig kulturgemenskap.

Även om det är möjligt att visa på otvetydiga samband mellan elevens bakgrund och skolframgång så har jag i detta kapitel också visat att vi inte enbart kan förstå elevers deltagande utifrån egenskaper som tillskrivs eleven. I undervisningen kan ett annat deltagande möjliggöras genom att arbetet tar en *oväntad vändning*. I Helenas fall ledde det oväntade labbresultatet till att hon engagerade sig i en utveckling av begreppsliga relationer. En kategorisering av Helena som en *jag-vet-inte-elev* ger sken av att vara en beskrivning av Helenas möjligheter att delta i NO-undervisning. Costas (1995) kategorisering av olika slags elever kan möjligen vara ett funktionellt redskap för kategorisering av elevers arbete i klassrummet men med ett verksamhetsteoretiskt perspektiv blir det inte rimligt att göra denna typ

av kategoriseringar av elever eftersom människors handling måste förstås som del av en verksamhet.

9. Den levda läroplanen i en individorganiserad NO-undervisning

Att elever deltar på olika sätt i undervisning är inte konstigt. Det vet alla lärare. Det som jag visar med studien av elevernas arbete i Granskolans NO-undervisning är däremot vilken betydelse undervisningspraktikens utformning och elevernas olika deltagande har för *vad* eleverna får möjlighet att lära.

Avhandlingens syfte har varit att utveckla kunskap om den levda läroplanen i NO-undervisningen. Detta har jag gjort genom analys av den verksamhet som konstitueras genom de handlingar som eleverna i sexan och sjuan, i NO-undervisningen på Granskolan, deltar i. I studien har två olika undervisningspraktiker kunnat urskiljas: *den kriteriebaserade undervisningspraktiken* och *laborationspraktiken*. I den kriteriebaserade undervisningspraktiken arbetar eleverna med lokala kurskriterier som anger vad eleven ska kunna för att få godkänt respektive högre betyg. I olika kursmoment används kurskriterierna på olika sätt. I början av de kursmoment som examineras med prov får eleverna ett papper med kurskriterier, som de sedan arbetar med på egen hand för att förbereda sig för provet. I de kursmoment som examineras med inlämningsarbeten får eleverna ibland en något omarbetad form av kurskriterier, där ordningen på kriterierna ändrats eller några kriterier slagits samman. I laborationspraktiken arbetar eleverna med att producera labbrapporter med utgångspunkt i den laborationsuppgift som läraren förelagt dem. De redskap som eleverna använder i laborationspraktiken är laborativ utrustning, labbinstruktionen och en disposition för labbrapportskrivande.

I såväl den kriteriebaserade praktiken som laborationspraktiken kan elever delta i två olika slags arbete. Det första arbetet är inriktat på att *producera och reproducera "rätta svar"*. Det andra arbetet är inriktat på att *utveckla begreppsliga relationer*. De två sätten att arbeta kommer till uttryck på lite olika sätt i de två undervisningspraktikerna. I det empiriska materialet finns vidare ett exempel på en elev vars deltagande i laborationspraktiken förändras från reproduktion av rätta svar till utveckling av begreppsliga relationer. Exemplet indikerar att elevernas deltagande kan förändras från reproducerande till mer kvalificerat givet förändrade betingelser för arbetet.

I detta sista kapitel diskuterar jag innebörder och konsekvenser av resultaten i relation till tidigare forskning om NO-undervisning, utbildningsinnehåll och elevers lärande samt i relation till lärares arbete att organisera för lärande i NO-undervisning.

Parallella levda läroplaner

I Granskolans individorganiserade undervisningspraktik får elever olika möjligheter till naturvetenskaplig bildning och olika möjligheter till enkulturering i en naturvetenskaplig kulturgemenskap, trots att de deltar i samma praktikgemenskap. Vi kan tala om parallella levda läroplaner.

Den kriteriebaserade undervisningspraktiken

I de två handlingarna, produktion och reproduktion av ”rätta svar” samt i utveckling av begreppsliga relationer, används kurskriterier som *olika redskap*.

I arbetet att producera och reproducera ”rätta svar” används kurskriterierna som ”punkter” som eleverna och läraren formulerar ”rätta svar” till, vilka senare ska reproduceras i ett prov på kursmomentet. När eleverna arbetar med att skriva svar på kurskriterierna utvecklar de strategier för att skriva av utan att enbart skriva av: De arbetar med att sampla och omskapa text för att producera rätta svar till varje kurskriterium (jfr Nilsson, 2002). Eleverna lär sig söka efter rätta svar och producera/reproducera de rätta svaren i olika sammanhang (i inlämningsarbeten och prov). Genom att producera och reproducera rätta svar kan eleverna utveckla en viss sorts skriftspråklig kompetens som kan fungera som förberedelse för fortsatta studier. Elevernas arbete att producera rätta svar, på alla kriteriepunkter i inlämningsarbeten och att reproducera svaren på prov, möjliggör för eleverna att få betyg i grundskolans NO-ämnen.

I arbetet att utveckla av begreppsliga relationer används kurskriterierna som utgångspunkt för utveckling av ett ämnesområdes begreppsliga relationer. Eleverna arbetar med att utveckla innebörder av kurskriterierna genom att strukturera olika kurskriterier i relation till varandra och reder ut relationer mellan olika aspekter av de begrepp som tas upp inom det aktuella ämnesområdet. I detta arbete används kurskriterierna som uttryck för begreppsliga kunskapsområden snarare än rätta svar. Specifikt för elevernas arbete att utveckla begreppsliga relationer är att eleven kan appropriera sätt att handla med naturvetenskapernas begreppsliga resurser.

Laborationspraktiken

Arbetet i laborationspraktiken kopplas inte till arbetet med kurskriterier. De kurskriterier som berör laborationer är formulerade som att eleven för att uppnå betyget godkänd ska klara att ”Genomföra de obligatoriska laborationerna med omdömet Godkänd.” (Betygskriterier för akustik i år 7, se bilaga 3). Laborationspraktiken framstår snarare som spår av en hundraårig NO-undervisningstradition. I Sverige infördes ”den experimentella metoden” i statens läroverk genom läroverksreformen 1905 (Kaiserfeld, 1999). Laborationen har sedan kommit att symbolisera det naturvetenskapliga arbetssättet i NO-undervisningen (a.a.; jfr Wellington, 1998).

I laborationspraktiken introduceras eleverna till olika laborativa artefakter, redskap och tekniker. Genom samspel med andra mer erfarna deltagare i laborationspraktiken kan eleverna utveckla förmågor att klassificera, beskriva förändringar i och skapa representationer av naturen och den fysiska verkligheten. Eleverna kan exempelvis göra de erfarenheter av olika slags grön som är nödvändiga för att kunna urskilja den gröna färg som karakteriserar en neutral lösning (jfr Goodwin, 1994, 1997).

I den studerade laborationspraktiken lyfts induktion fram som det ideala sättet att formulera slutsatser. Med induktion avses här att eleverna formulerar en slutsats om något naturvetenskapligt samband på basis av erfarenheter som gjorts i arbetet med en laborationsuppgift. Både elever och lärare berättar om att det är så eleverna bör formulera slutsatser. Detta blir dock svårt för eleverna, då de saknar tillgång till relevanta intellektuella redskap (jfr s. 98). I det empiriska materialet finns inget tydligt exempel på elever som arbetar induktivt i laborationspraktiken. Istället använder sig eleverna av andra strategier.

I arbetet att producera rätta slutsatser framstår slutsatsen som något skilt från det laborativa arbetet. Eleverna använder sig av strategierna sampling och kopiering för att producera en rätt slutsats i produktionen av en godkänd labbrapport. Den strategi som gör det möjligt för elever att arbeta med att utveckla begreppsliga relationer är lotsning. Lotsning innebär att läraren, eller en labbinstruktion, strukturerar utvecklingen av begreppsliga relationer med utgångspunkt i de begreppsliga resurser som elever ska utveckla kunskap om. En begränsning avseende användningen av lotsning är dock ett annat ideal, nämligen att eleverna bör formulera slutsatsen på egen hand. Ibland när elever frågar något om slutsatsen påminner läraren om att de ska försöka själva först om de vill ha högre betyg än godkänd.

Parallella levda läroplaner och forskning kring olika strategier för lärande

Konstitueringen av parallella läroplaner är troligen inte specifikt för Granskolan. Tidigare forskning pekar på att studerande använder olika strategier för lärande. Ference Marton, Lars-Owe Dahlgren, Lennart Svensson och Roger Säljö (1977) skrev om yt- och djupinriktade sätt att lära. Ytinriktningen kännetecknades av en inriktning mot det som står i böckerna, själva texten och formuleringarna. Den beskrevs som atomistisk med fokus på detaljer. Ytinriktningen innebar svårigheter för den studerande att sortera ut vad som kunde vara mer representativt för en text och svårigheter att hantera stora mängder text. Djupinriktningen innebar att personer försökte sortera ut vad som var budskapet i en text. Det beskrevs som en holistisk inriktning där den lärande relaterar, strukturerar och organiserar olika delar av materialet för att skapa en helhetsbild. (a.a. s. 76f.).

Molander (1997 s. 194ff.) beskriver likartade skillnader mellan framgångsrika och mindre framgångsrika elever: Framgångsrika elevers beskrivningar av sina studier kännetecknades av en djupinriktning medan mindre framgångsrika elevers beskrivning av sina studier kännetecknades av en ytinriktning med memorering av enskildheter. Enligt Molander visade elever med djupinriktning också i större utsträckning tecken på känslighet för lärares olika ledtrådar, de beskrevs som goda *cue-seekers* (a.a.). Till skillnad från Marton m.fl. (1977) som arbetade med försökspersoner och Molander (1997) som intervjuade gymnasieelever så har jag analyserat elevers *arbete* i ett specifikt NO-klassrum. Vidare pekar jag på de innehållsliga konsekvenserna av att elever deltar i de olika handlingarna samt att elevers deltagande kan förstås utifrån undervisningspraktikens utformning (jfr kapitel 8).

Till skillnad från Molanders resultat om att framgångsrika elever använde en djupinriktning så kan jag inte urskilja någon entydig relation mellan elevers framgång och vilken handling som elever deltar i, i Granskolans NO-undervisningspraktik. Att 70 % respektive 59 % av eleverna i sexan och sjuan fick VG och MVG i fysik när de slutade nian, samtidigt som jag i mitt empiriska material har få exempel på elever som arbetar med att utveckla begreppsliga relationer, kan tolkas som att elevers deltagande i produktion och reproduktion av rätta svar kan resultera i högre betyg än godkänd (jfr tabell 4.1, s. 54).

Det kan alltså vara så att eleverna i den kriteriebaserade NO-undervisningspraktiken kan få VG och MVG i NO-ämnena utan att behöva arbeta med att utveckla begreppsliga relationer. Det är i och för sig inte oproblemiskt att dra denna slutsats eftersom det är möjligt att tänka sig att ele-

vernas deltagande i undervisningen förändras från grundskolans år 6 och 7 till år 9. Men betygsstatistiken och observationerna av elevernas arbete i NO-undervisningen väcker ändå frågor: Möjliggör arbetet med kurskriterier för fler elever att bli framgångsrika i NO? Och kan eleverna bli framgångsrika i den kriteriebaserade undervisningspraktiken trots att de deltar i reproducerande arbete att kopiera, sampla eller omskapa text?

NO-undervisning som skolpraktik

De redskap som eleverna lär sig bemästra är i första hand skolredskap. Detta har betydelse för hur vi förstår elevers arbete och vad som pågår i NO-klassrummet.

Undervisningspraktikernas strukturerande redskap

Bertil Gustafsson, Eva Stigebrant och Roger Ljungvall (1981 s. 310) skrev att den auktoritära pedagogiken i form av katederundervisning var till synes borta. Katederundervisningen hade ersatts av en ny auktoritet i form av läromedel. Undervisningen strukturerades alltså inte längre av en föreläsande lärare utan av ett läromedel. I NO-undervisningen på Granskolan är läromedlets auktoritet mindre framträdande, istället framstår kurskriterierna som den nya auktoriteten. Under de flesta lektioner, som inte är laborationer, arbetar elever med kurskriterier på olika sätt.

Kurskriterierna är en lokal förhandlad uttolkning av naturvetenskap och vad elever behöver lära sig för att tillägna sig denna naturvetenskap. Det innehåll som specificeras i kurskriterierna behöver inte vara särskiljande för just Granskolan, i jämförelse med mer lärarstyrd klassundervisning, men sättet att arbeta med det innehåll som formuleras i kurskriterierna får konsekvenser för elevers naturvetenskapliga bildning.

Granskolan är en skola bland många som utvecklat lokala kurskriterier för olika skolämnen. Denna NO-undervisning, där eleverna arbetar självständigt med att lära sig det innehåll som finns nedtecknat i de lokala kurskriterierna, är ett exempel på en form av individorganiserad målstyrd undervisningspraktik. I den kriteriebaserade undervisningspraktiken ger läraren eleverna en bild av vad de ska kunna genom kurskriterierna. Eleverna får sedan på egen hand, tillsammans med andra elever eller tillsammans med föräldrar arbeta med att uttolka innebörder av kurskriterierna.

Till skillnad från andra individorganiserade undervisningspraktiker, exempelvis ”eget arbete”, så arbetar eleverna inte med uppgifter utan de arbetar med texter om det kunnande som de själva ska utveckla. I ”eget arbete”

är det en rad uppgifter som används för att organisera elevers arbete. Det som kallas eget arbete består i stor utsträckning av enskilt arbete med uppgifter som läraren ger eleverna eller uppgifter som ingår i något läromedel (E. Österlind, 2005). I den kriteriebaserade undervisningspraktiken är uppgiften däremot att klara den förestående bedömningen. Eleven avgör på egen hand vilka förberedelser som behöver göras, vad som ska läsa, eventuella övningsuppgifter som behöver lösas och så vidare.

Frågor om *varför* eleverna ska lära sig något, frågor om innehållets meningsfullhet, kommer inte upp till förhandling i klassrummet. Innehållet framstår som givet. Detta är en skillnad jämfört med den traditionella klassundervisningspraktiken där förhandling sker både av uppgifters karaktär, vilka perspektiv som kan betraktas som giltiga och om vilket ämnesinnehåll som är relevant och meningsfullt för eleverna. I den kriteriebaserade undervisningspraktiken finns däremot ingen att förhandla med om ämnesinnehållet, eftersom kriterierna är formulerade på förhand. Undervisningens innehåll, vad som är viktigt att kunna, bestäms i andra sammanhang utanför klassrummet, av NO-lärarkollegiet, vid särskilda tidpunkter för konstruktion och revidering av kurskriterier.

Laborativt arbete i NO-undervisning har i tidigare forskning kritiserats för att elever inte utvecklar vare sig ett naturvetenskapligt skrivande (jfr Knain, 2005) eller naturvetenskapliga sätt att skapa teori och dra slutsatser av observationer (t.ex. Beach, 1999; Millar, 1998; Wickman & Östman, 2002). Resultaten av mina analyser är överensstämmande med dessa resultat men pekar samtidigt på att en annan slags naturvetenskaplig bildning faktiskt möjliggörs i laborationspraktiken. Genom arbetet i laborationspraktiken kan eleverna utveckla laborativ skicklighet och i viss mån introduceras till naturvetenskaplig kunskapsbildning. I laborationen lär sig eleverna bemästra olika tekniker och redskap (t.ex. filtrering, destillering och brännare). Eleverna lär sig också att hantera redskap som labbrapportinstruktionen och labbrapportalgoritmen. Att kunna bemästra dessa redskap kan vara väsentligt för elevernas fortsatta deltagande i naturvetenskapliga undervisningspraktiker.

Kurskriterier, labbrapportalgoritmen och labbinstruktionen är redskap som utvecklats för att strukturera elevers arbete i Granskolans NO-klassrum. Med kurskriterier som redskap blir det möjligt för elever att hantera ett annars svåröverskådligt och komplext kunskapsområde. Med labbredskapen blir det möjligt att strukturera ett laborativt arbete. Redskapen innebär också begränsningar, eller disciplinering, i den mening att olika handlingar blir olika möjliga. Visserligen bestäms inte användningen av de olika redskapen av redskapen i sig, eleverna kan delta i olika handlingar

med redskapen i både den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken. Men detta att eleverna i Granskolans NO-undervisning i stor utsträckning arbetar på egen hand med de olika redskapen, i kombination med idealet om den självständiga eleven (t.ex. att den elev som ville få MVG inte fick fråga om slutsatsen) får konsekvensen att arbete med produktion och reproduktion av ”rätta svar” framstår som en mindre riskfyllt och osäkert. I de undervisningspraktiker som utvecklats understöds således ett reproducerande arbete med de strukturerande redskapen.

NO-undervisningspraktiken som hybridpraktik

Inom det NO-didaktiska fältet har forskare beskrivit NO-klassrummet som ett rum för översättning och gränsöverskridande mellan naturvetenskap och vardagsliv (t.ex. Aikenhead, 1996; Cobern & Aikenhead, 1998; Costa, 1995; Krogh & Thomsen, 2005; Szybek, 2002; Waldrip, Timothy & Wilikai, 2007). Beskrivningarna av mötet mellan elevers personliga erfarenheter och naturvetenskapen har fördjupat vår förståelse av vad som pågår i NO-klassrummet. Däremot är beskrivningar av NO-undervisningspraktiken i termer av gränsöverskridanden eller översättning mellan vardagsliv och naturvetenskap inte tillräckliga för att göra arbetet i klassrummet begripligt. Undervisningspraktiken måste förstås som mer än ett sådant möte.

Elevernas arbete i Granskolans NO-undervisning är ett skolarbete. Arbetet med kurskriterier är en särskild slags skoluppgift. Kriterierna är formulerade med utgångspunkt i en NO-undervisningstradition och den målstyrning som skolan har att hantera snarare än utifrån naturvetenskapliga överväganden. Även arbetet i laborationspraktiken, med skrivandet labbrapporter utifrån en labbrapportalgorithm, blir begripligt som del av en skolpraktik snarare än i relation till naturvetenskapliga forskningspraktiker. I diskussioner kring naturvetenskaplig forskning framhålls ofta hypotetisk-deduktiv metod som ideal. Den hypotetisk-deduktiva metoden innebär att teori formuleras som falsifierbara hypoteser, som prövas genom deduktiva observationer (jfr Popper, 1963/2002). Att göra experiment fria från en teoretisk förförståelse, utan att vilja ta reda på något särskilt, tillsammans med idealet om att formulera slutsatser genom induktion utifrån procedurinriktade laborationer, blir märkligt i relation till en naturvetenskaplig forskningspraktik med ideal om hypotetisk-deduktion.

Ett tema i elevernas arbete med s.k. ”vardagsproblem” var svårigheter att urskilja det naturvetenskapligt intressanta i det vardagligt triviala. Det handlar om att urskilja vilka aspekter av de erfarenheter som görs, eller det

”vardagsproblem” som hanteras som är naturvetenskapligt intressanta. Samtidigt handlar det om att urskilja vad som är naturvetenskapligt intressant i ett skolperspektiv, i relation till det specifika kursmomentet där ”vardagsproblemet” ska hanteras (jfr uppgifterna att koka saft, tvätta kläder och pressa en blomma med en tegelsten i kapitel 7). Det ska påpekas att det inte är elevernas egna personliga erfarenheter som används i NO-undervisningens vardagsanknytning utan snarare en kanon, där en särskild ”vardag” används på särskilda sätt. Ett exempel som beskrevs i kapitel 6 var när läraren strävade efter att få eleverna att formulera att den stämgaffel som de drog förbi örat lät som en polisbil. Polisbilen ingår i ett tematiskt mönster i kursmomentet akustik och tillhör en kanon av vardagsexempel som används i NO-undervisningspraktiken.

Mycket av vad som görs i NO-klassrummet är sådant som människor inte ägnar sig åt i praktiker utanför skolan vare sig det handlar om naturvetenskapliga eller andra praktiker. Roth (2003) visar i en studie om grafitritning i ”fångenskap” (*in captivity* d.v.s. i utbildning) och i ”det fria” (*in the wild* d.v.s. naturvetenskapliga praktiker utanför skola och utbildning) att det som görs i naturvetenskaplig universitetsutbildning inte nödvändigtvis blir begripligt i naturvetenskapliga praktiker. Laves (1988) studier av matematiska resonemang i vardagen visar att människors matematiska resonerande struktureras i relation till de dilemman som de hanterar i exempelvis matlagning och bantning. I skolan ses aritmetik som en ideal modell för problemlösning. I vardagens storhandling eller matlagning däremot blir aritmetiska operationer aldrig bara aritmetiska utan de är också produkter av värden, föreställningar och sociala relationer och delar av särskilda verksamheter (a.a. s. 170ff.). Det blir inte främst matematiska algoritmer som bildar utgångspunkt för resonemangen (jfr även Saxe, 1991 s. 174ff.).

I Granskolans NO-undervisningspraktik produceras och reproduceras skoluppgifter av olika slag som eleverna arbetar med. Den särskilda analysen av vardagsanknytning som kunskapsretorik visade att vardagsanknytningspraktiken inte med nödvändighet blir begriplig i relation till ungas vardagsliv. ”Vardagsuppgifterna” blir i första hand skoluppgifter. Motiv som handlar om elevens enkulturering i en naturvetenskaplig kunskapsretorik kan göra vardagsanknytningen begriplig. Att analysera det som sker i NO-klassrummet som en översättning eller rörelse mellan olika kulturer: en naturvetenskaplig kultur och en elev/hem/ungdomskultur räcker inte för att förstå lärares och elevers arbete. Med utgångspunkt i *border-crossing* blir mycket av de vardagliga görandena i klassrummet obegripliga. Synliggörandet av NO-undervisningspraktiken som skolpraktik är alltså ett av avhandlingens bidrag till det NO-didaktiska forskningsfältet.

Klassrumspraktiken struktureras i relation till utbildning som verksamhet och inte bara i relation till vardagsliv och naturvetenskap. Det som är karaktäristiskt för klassrumspraktiken är inte så mycket gränsöverskridandet mellan kulturer som ”hybridisering”. Skolämnen kan beskrivas som hybridkulturer i den mening att de är skolkulturer samtidigt som NO-undervisningen är orienterad mot naturvetenskapliga kultur- och praktikgemenskaper utanför skolan.

Att förstå elevers deltagande i en NO-undervisningspraktik

I NO-undervisningen på Granskolan deltar eleverna i de olika handlingarna, att producera och reproducera ”rätta svar” samt att utveckla begreppslika relationer. Även om det är möjligt att visa på samband mellan elevens bakgrund och skolframgång så har jag också visat, genom en analys av Helenas förändrade deltagande i en laboration, att vi inte enbart kan förstå elevernas deltagande utifrån egenskaper som tillskrivs den enskilde eleven. I laborationspraktiken kan ett annat deltagande möjliggöras genom att arbetet tar en *oväntad vändning* – med andra ord, när praktikens betingelser förändras. I Helenas fall ledde det oväntade labbresultatet till att hon engagerade sig i en utveckling av begreppslika relationer.

Helenas arbete med tillverkning av salt var ett empiriskt exempel på omöjligheten att på förhand bestämma elever som olika slags elever t.ex. potentiella naturvetare och utanförstående (jfr Costa, 1995). En kategorisering av Helena som en *jag-vet-inte-elev* ger sken av att vara en beskrivning av Helenas möjligheter att delta i NO-undervisning. Snarare än att förstå Costas kategoriseringar som en kategorisering av elever kan vi förstå det som en kategorisering av olika sätt att delta i undervisning. Den huvudsakliga frågan blir då inte överensstämmelse mellan hemkultur och naturvetenskaplig kultur och skolkultur, eller stödstrukturer utanför skolan. Det är inte Helenas hemförhållanden som ändrades i saltlaborationen utan betingelserna för skolarbetet.

Elevernas deltagande i NO-undervisningen kan alltså förstås utifrån undervisningspraktikens betingelser. Å ena sidan handlar det om att eleverna ska bli engagerade i de uppgifter som ges. För barn i skolan kan tillägnandet av ett kunskapsobjekt handla om att utveckla en önskan att utveckla sitt naturvetenskapliga kunnande kring något fenomen. Å andra sidan handlar det om att eleverna i sitt arbete måste hantera den risk och osäkerhet som följer med en förestående bedömning. Interaktion med läraren, exempelvis i form av lotsning, kan bidra till att reducera risk och osäkerhet i en komplex uppgift.

Förståelse av utbildningsinnehåll

Jag inledde avhandlingen med att införa begreppet den levda läroplanen i syfte att vidga förståelsen av vari NO-undervisningens innehåll består. Ett av avhandlingens bidrag är synliggörandet av ett vidare utbildningsinnehåll innefattande, inte bara begrepp och fakta, utan också elevers appropriering av sätt att handla med naturvetenskapliga resurser, utveckling av perception, laborativ och skriftspråklig skicklighet samt appropriering av kulturella värden och normer. Den levda läroplan som produceras och reproduceras i Granskolans NO-undervisningspraktik är alltså betydligt mer omfattande än det stoff som tenderar att ses som undervisningens huvudsakliga innehåll.

Ett bidrag till det läroplansteoretiska forskningsfältet är att jag visar på innehållsliga konsekvenser av en individorganiserad undervisningspraktik. Tidigare forskning kring dessa slags undervisningspraktiker fokuserar snarare på arbetsformer än utbildningsinnehåll. Visserligen skriver Eva Österlind (2005) att arbetsformer ses som del av undervisningens innehåll, som uttryck för vissa specifika värderingar och budskap. Men det handlar då om att sätta sig själv i arbete, planera sitt eget arbete, självdisciplin och så vidare som undervisningsinnehåll (jfr Bergqvist, 2005; Carlgren, 2005; E. Österlind, 2005). Denna avhandling visar att undervisningens innehåll i ”eget arbete” inte ”bara” handlar om självreglering utan att undervisningens organisering också får betydelse för vilken ämnesinnehållslig bildning som möjliggörs.

Inom svensk didaktisk forskning har två inriktningar avseende studier av utbildningsinnehåll urskiljts: utbildningsinnehåll som *lärandeinnehåll* och *undervisningsinnehåll* (Englund, 2000). Studier av lärandeinnehåll är sådana som studerar människors föreställningar, uppfattningar eller sätt att använda begrepp i olika sammanhang. Studier av undervisningsinnehåll har fokus på mening och utbildningsvärde i det som erbjuds elever i pedagogiska texter som läroböcker och kursplaner (jfr Englund, 1998). Gemensamt i detta sätt att betrakta utbildningsinnehåll är att innehållet betraktas som på förhand givet. Med en idé om den levda läroplanen får utbildningsinnehåll en delvis annorlunda innebörd. Utbildningsinnehållet blir öppet och oförutsägbart i den mening att det konstitueras i klassrumspraktiken i interaktion mellan lärare och elever och de resurser som de har till sitt förfogande. Men samtidigt är utbildningsinnehållet en produkt av en undervisningspraktik vilket innebär viss förutsägbarhet. Utbildningsinnehållet blir då på samma gång både oförutsägbart och förutsägbart. Med analysen av den kriteriebaserade undervisningspraktiken och laborationspraktiken

vet vi något mer om betingelser för konstitueringen av utbildningsinnehåll i just dessa praktiker.

Läraren som organisatör av NO-undervisning

Som forskare har jag kunnat analysera elevers och lärares arbete under enskilda lektioner i Granskolans NO-undervisning flera år efteråt. Det är en privilegierad position. Läraren måste däremot handla i relation till de situationer som uppkommer i klassrummet och utifrån betingelser som har att göra med skolan som institution i ett specifikt samhälle (jfr Carlgren & Marton, 2000 s. 71ff.). Med medvetenhet om min privilegierade position och utifrån ett snävt perspektiv på lärares arbete, som i huvudsak didaktiskt, formulerar jag nedan några problem med att organisera NO-undervisning.

Förutsättningar för lärande i individorganiserad undervisning

När elever lämnas att ta ansvar för sin egen kunskapsutveckling blir det svårt för en del elever att utveckla sätt att handla med naturvetenskapliga resurser. Särskilt svårt blir det när detta arbete kombineras med idealet om att den framgångsrike elevens självständighet handlar om att inte diskutera det naturvetenskapliga ämnesinnehållet med läraren.

I de två studerade undervisningspraktikerna på Granskolan ges olika möjligheter för elever till interaktion med läraren. I laborationspraktiken kan eleverna imitera läraren och det pågår samtal kring det laborativa arbetet, hur erfarenheterna bör struktureras i en rapport och hur slutsatserna kan formuleras (även om det strider mot idealbilden). Resultaten pekar på att lotsning är en strategi som gör det möjligt för elever att arbeta med att utveckla naturvetenskapliga relationer. I den kriteriebaserade undervisningen ska eleverna i större utsträckning tolka och bearbeta kurskriterier, omfattande grundskolans naturorienterande ämnesinnehåll från år 6 till 9, på egen hand. Men för att eleven ska kunna utveckla förmågor att resonera och urskilja omvärlden på kvalitativt nya sätt behövs läraren för att strukturera naturvetenskapliga resonemang och uppmärksamma elever på kritiska aspekter av olika fenomen.

För att möjliggöra elevers enkulturering i en naturvetenskaplig kulturgemenskap framstår en ämnesinnehållslig interaktion med en kompetent lärare som väsentlig. Vygotskij (1934/1999 s. 333) formulerar det som att ”det som barnet idag kan göra i samarbete kommer det imorgon att kunna göra självständigt”. För att skapa goda förutsättningar för att elever ska lära sig bemästra naturvetenskapliga resurser behövs NO-läraren, både för att

strukturera och utveckla naturvetenskapliga resonemang och för att motverka tendenser till trivialisering i elevers arbete med olika undervisningsuppgifter (bl.a. i form av reproducerande strategier, jfr Doyle & Carter, 1984).

Att förstå elevens deltagande

Det är problematiskt att se vissa elever som naturvetenskapligt ointresserade eller icke-naturvetenskapligt bildbara. Jag visar både teoretiskt och empiriskt att undervisningspraktikernas utformning är väsentlig för det kunnande och intresse för natur och naturvetenskap som elever kan utveckla.

Elevers deltagande i undervisningen kan förändras om praktikens betingelser förändras i något avseende. I laborationspraktiken kunde vi se hur en oväntad vändning gjorde det möjligt för Helena att byta avståndstagande och deltagande i reproducerande handling mot delaktighet och deltagande i utveckling av naturvetenskaplig kunskap. Exemplet kan användas för att som lärare arbeta med att skapa förutsättningar för att elever ska kunna bryta reproducerande strategier.

Nya frågor

Avslutningsvis formulerar jag några frågor för fortsatt forskning som handlar om vilken utbildningsverksamhet som är möjlig, om läraryrkets förändring och om några dimensioner av enkulturerings innehåll, som framstår som intressanta utifrån resultaten i denna avhandling, men som inte rymts inom ramen för den.

Vilken utbildningsverksamhet är möjlig?

Den första frågan handlar om vilken naturvetenskaplig bildning som möjliggörs genom lärares och elevers arbete i undervisningspraktiker med olika betingelser och redskap. Det vore intressant att jämföra mina resultat med en studie av vilka möjligheter till naturvetenskaplig bildning som skapas i en mer traditionell undervisningspraktik. Resultaten i denna avhandling pekar på behovet av en ämnesinnehållslig interaktion mellan elever och en kompetent andre för elevens möjligheter att utveckla begreppsliga relationer. Men risken är att vi förskönar en katederundervisningspraktik med lärarledda kollektivt klassrumssamtal. Denna form av samtal har andra begränsningar till exempel avseende möjligheter till likvärdig utbildning (jfr Sahlström, 1999; Sahlström & Lindblad, 1998).

Vi skulle också kunna jämföra den kriteriebaserade undervisningspraktiken med andra typer av ”elevaktiva” undervisningspraktiker, exempelvis problemorienterad undervisning med ”kontextrika” uppgifter eller undervisning där elever deltar i olika samhällsprojekt (t.ex. att tillsammans med miljöaktivister undersöka miljöföreningar i ett lokalt vattendrag jfr Roth m.fl., 2005 s. 175ff.). Det är inte självklart i vilka avseenden denna problemorienterade undervisning, eller andra typer av projektorganiserad undervisning (jfr Jakobsson, 2001; K. Österlind, 2006), möjliggör en annan naturvetenskaplig bildning än KBL. Möjligen handlar det bara om nya representationsformer, alltså nya sätt att illustrera ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll. Evald Ilyenkov (1974/2002) skriver att försök att ”visualisera” ett undervisningsinnehåll bara skapar en illusion av konkret kunskap: ”... at best it makes it easier for the person to learn formulas, to understand formulas, i.e. abstract schemas, for here the “visual aid” is just a particular case of “truth” enclosed in a formula or a word.” (s. 5). Oavsett representationsformer, eller sätt att visualisera objekt, i undervisningen så ska eleven ändå lära sig något om ett objekt som ligger utanför den verksamhet som eleven deltar i.

Såsom NO-undervisningens uppdrag formuleras i dagens nationella styrdokument handlar NO-ämnena inte bara om att eleverna ska förberedas för deltagande i naturvetenskapliga praktikgemenskaper, utan kanske än större vikt läggs vid förberedelsen för deltagande i samhället. Vi kan tala om en naturvetenskaplig medborgarbildning, att samhällsmedborgare behöver vissa kunskaper om naturvetenskap för att kunna delta i demokratiskt beslutsfattande (jfr Elam & Bertilsson, 2002; Sjöberg, 2000). Även om detta innehåll formuleras i Granskolans lokala kurskriterier, särskilt för biologi, så framstår det inte som ett innehåll i den levda läroplanen i Granskolans NO. En fråga handlar därför om huruvida naturvetenskaplig medborgarbildning är möjlig i en kriteriebaserad undervisningspraktik: Vad krävs för att lärares och elevers handling i undervisningspraktiken ska kunna svara mot ett motiv om medborgarbildning (som överskrider olika former av samhällsinformation)?

Vad är det att vara lärare i den individorganiserade skolan?

I den kriteriebaserade undervisningspraktiken strukturerar läraren elevens arbete med undervisningens ämnesinnehåll med andra redskap, och andra interaktioner, än i klassundervisning. Detta innebär att lärarens arbete förändras. I den individorganiserade undervisningspraktiken har flera av de uppgifter som tidigare var lärarens överförs till eleven (jfr Carlgren, 1994; Eriksson, 2006; Ståhle, 2006). I den kriteriebaserade undervisningsprakti-

ken blir lärarens uppgift att svara på elevers frågor kring osäkerheter och organisera bedömning av elevers kunskaper. Tidigare kunde lärares arbete definieras i termer av god undervisning där ett ämnesinnehåll omvandlas och bearbetas så att det blir tillgängligt för eleverna. I individorganiserade praktiker handlar det snarare om att skapa förutsättningar för att alla elever ska få betyget godkänd (Eriksson, 2006).

I den kriteriebaserade undervisningspraktiken var den innehållsliga interaktionen mellan elever och lärare sparsam. Det är möjligt att ställa frågan vilken betydelse lärarens ämnesmässiga kunskaper har i den kriteriebaserade undervisningspraktiken. Hon framstår, något tillspetsat, mera som en administratör av styrdokument. Däremot blev betydelsen av lärarens laborativa skicklighet synlig i laborationspraktiken. Vid varje laboration deltog läraren som en laborativ mästare och NO-lärarna på skolan underströk också den laborativa skicklighetens betydelse bland annat genom att beklaga en lärarstudents bristande laborativa hantverksskicklighet (jfr kapitel 6).

De motstridiga bilderna av NO-lärares arbete i den kriteriebaserade undervisningspraktiken och i laborationspraktiken väcker frågan om vad det innebär att vara lärare i individorganiserade undervisningspraktiker: Vilken betydelse får lärares ämnes- och ämnesdidaktiska kunskaper i arbetet med eleverna i olika individorganiserade undervisningspraktiker?

Frågor kring enkulturering i naturvetenskap som utveckling av smak, böjelser och intressen

Analysen av elevernas delaktighet i NO-undervisningen väcker frågor kring hur elever blir delaktiga. I det empiriska materialet blir det tydligt att naturvetenskap är något som berör. Elever och lärare uttrycker starka känslor som älska, hata, spännande, svårt, farligt, roligt och urtråkigt. Samtidigt ger eleverna en mer nyanserad bild av NO-ämnena i relation till skolans andra ämnen. NO är inte det tråkigaste ämnet och det finns fördelar med att laborera; eleverna får röra på sig i klassrummet i större utsträckning än i annan undervisning och de får leka forskare.

Läraren, Ann, berättar i intervjuerna att ett av hennes syften med undervisningen är att eleverna ska lära sig om de tycker fysik, kemi och biologi är tråkigt eller roligt: ”Om man tycker fysik är urtråkigt, då ska man veta det.” (Lärointervju 2). De potentiella naturvetarna ska lära sig att de tycker om, eller till och med som studie- och yrkesvägledaren hävdade krävdes av blivande elever på NV-programmet att de älskar naturvetenskap (F 2002-10-21, 7:an) medan andra ska lära sig att fysik är ”urtråkigt”.

Men vem kan ”älska” naturvetenskap? Vad krävs av en elev för att uttrycka så starka känslor kring naturvetenskap? Hur hanterar elever den po-

sitionering i relation till naturvetenskap som de avkrävs? De värden och normer som produceras och reproduceras i NO-undervisningspraktiken är inte oproblematiska. Det som i andra sammanhang betraktas som äckligt och omoraliskt blir i NO-undervisningen snyggt och illustrativt (jfr Szybek, 1999; Wickman, 2006). Ytterligare en fråga för fortsatta studier är alltså hur NO-undervisningspraktiken fungerar inne- och uteslutande av olika elever i en naturvetenskaplig kulturgemenskap.

English summary: The Lived Curriculum

Chapter 1: Introduction

For the past thirty years, science education has been evaluated and researched in terms of conceptual change. Many studies have concluded that schoolchildren do not learn what they supposedly should. The aim of this thesis is to develop knowledge about what students actually learn in lower secondary school science classroom practice, regardless of intentions and policies. This is conceptualized as a study of *the lived curriculum*.

Within the field of curriculum studies, educational content in practice has been analyzed with the concept of ‘the hidden curriculum’. Studies of the hidden curriculum have contributed to our knowledge of students’ learning of cultural norms and values as a result of their participation in a particular system of schooling (e.g. Jackson, 1968/1990; Miller & Parlett, 1974; Snyder, 1971). But norms and values are not just social norms in general but related to work with particular subject matters (e.g. Apple, 2004; Broady, 1981; Ensign, 1997; Gordon, 1984; Larson, 1995). The hidden curriculum is often used to refer to an unintended, unofficial, not preferred and difficult-to-change curriculum in contrast to the desired official curriculum. In an attempt to avoid the potential normativity of the hidden curriculum I use the concept of the ‘lived curriculum’. With the lived curriculum I refer to educational content constituted through teachers’ and students’ work in the classroom.

Chapter 2: A Cultural-Historical Activity Theoretical Perspective on Education as Enculturation

The theoretical framework is a cultural-historical activity-theoretical perspective on human learning. The object of knowledge within this theoretical tradition is human learning and development through human activity. The principle that human cognition is formed and developed through activity was formulated, within the Russian cultural-historical school early in the twentieth century by Lev Vygotsky, Alexander Luria and Aleksej Leontiev.

The central concept of activity theory is activity. Activity refers to a specific form of societal existence of humans consisting of purposeful changing of natural and social reality (Davydov, 1999 p. 39). The formation of human activity is also the beginning of personality (op cit). A constituting

characteristic of activity is its objectivity, i.e. the object of transformation (Leontiev, 1977/1986 p. 130). Education is a particular form of human activity.

The concept of enculturation is developed within a cultural-historical activity-theoretical framework. Enculturation refers to appropriation of socially evolved ways of using cultural resources, development of abilities to discern the world in ways previous unknown, and personality formation (in Swedish *personlighetsbildning*). Enculturation occurs as we engage in activity. Through activity, our ways of reasoning, experiencing, discerning and interpreting the world is developed. My approach is similar to the one developed by Wolff-Michael Roth and his colleagues (2005).

Chapter 3: Changing Conditions for Science Education in Sweden

Over the last decades, new ways of organizing classroom work have evolved in Sweden. There has been a shift in ways of organizing classroom work; from blackboard writing and teacher-led discussions, to students' working individually and in groups. Students are to a new degree expected to take responsibility for what, when, and how they learn (cf. Carlgren, 1994; Eriksson, Arvola Orlander & Jedemark, 2005; Ståhle, 2006; E. Österlind, 2005). The changes in ways of organizing classroom work are combined with a decentralization of the Swedish school system (cf. Carlgren, 1999a). Thus, much of what we know about schooling and the learning of science in traditional whole-class teaching practices may be outdated in a Swedish setting. In view of the changing conditions for education in Sweden, the aim of the study is delimited to the study of what lived curriculum is constituted in individually organized science classroom practice.

Chapter 4: Methods of Investigation

The research approach is ethnographic. Two science classes, grade six and seven, were studied in a Swedish midsized compulsory school during one school-year. Both classes were taught by the same science teacher. During fieldwork a variety of data was collected by me through participant observation. Data include field notes, audiotape recordings, teaching materials, and some student work.

The unit of analysis is *students' action with resources*. Students' ways of working with tools have been compared. Based on empirical data and theoretical standpoints, empirically grounded categories were developed, describing student action with classroom resources.

Chapter 5 to 8: Results

The main result is that two different practices are discerned in the studied science education. One is *a criteria-based practice*, where students work individually with local science criteria determining what students must be able to do in order to get a pass or a pass with distinction in the natural science subjects. The other is *a laboratory practice*, where students do laboratory experiments and write laboratory reports. Student work in the criteria-based practice is analyzed in chapter 5 and student work in the laboratory practice is analyzed in chapter 6.

In chapter 7 the use of ‘everyday-life’ is analyzed in terms of the motives realized. In chapter 8 student participation in classroom work is analyzed in relation to the system of assessment and involvement in the cultural community of school science.

Chapter 5: A Criterion-Based Classroom Practice

Students work, on a daily basis, with the local science criteria. Examples of criteria are “In order to receive a pass you are to describe the characteristics of a virus” and “In order to receive a pass you are to have an idea of the approximate speed of sound in air”.

Results show that students participate in two different kinds of action with criteria. First, students’ use criteria in an action of *producing correct answers*. Criteria are treated as things with correct answers and students’ use text books, friends and the teacher in order to produce the correct answers needed in order to pass a written test or to get a pass on a paper. Second, students’ use the criteria in an action of *developing conceptual relations*. This work includes restructuring of criteria and an understanding of criteria as representing different areas of scientific knowledge. These two ways of acting with criteria correspond to different goals and motives.

Chapter 6: Laboratory Practice

In Physics and Chemistry students do practical work in the school laboratory once a week. In Biology, however, students did not have any practical work in the school laboratory. In Biology, students’ work is limited to that of the criteria-based practice. A result of the study is that different laboratory cultures are constituted in the three school science subjects.

Through work in the school science laboratory students are introduced to laboratory practice; students will come to master laboratory equipment and relate different pieces of equipment to one another. Students appropriate ways of discerning colors, smells, tastes and other perceptions.

In laboratory practice, students work with the production of laboratory reports, in particular with the production of conclusions. Results show that students participate in two different kinds of actions in laboratory practice (cf. the criteria-based practice): First, students participate in the *production of correct conclusions*. Different strategies such as re-making, sampling and copying texts from books, friends and/or the teacher are used. Second, students participate in the *development of conceptual relations*. Even though student independence is highly valued in classroom practice, the development of conceptual relations is not accomplished by individual students without the use of tools. In order to be successful at the development of conceptual relations, students need to act with the cognitive resources of the teacher, or a detailed instruction structuring students reasoning.

Chapter 7: Ways of Using 'Everyday-Life' as a Tool in Classroom Practices

Connecting science to 'everyday life' experiences is an important theme in science education discourse. Linking science to something called 'everyday life' is also part of the studied classroom practices. In the studied practices, 'everyday life', as well as 'science', is brought into the science classroom and dealt with in certain ways in certain activities for certain purposes.

An analysis of ways of using 'everyday life' and the problems solved shows that two motives are met through the use of 'everyday life': The first motive is *enculturation into science*. When using 'everyday-life' as a mean for student enculturation into science, 'everyday life' does not necessarily function as contextual support. When 'everyday life' problems are dealt with, answers that are valid and relevant in 'everyday life' contexts may not be valid in the science classroom. The second motive is *education of scientifically literate citizens*. This motive is realized mainly in terms of citizen information; students are to be informed about risks and dangers that they may encounter in adult life.

Chapter 8: Student Participation in Science Classroom Practices

Student participation in the studied classroom practices is further analyzed in relation to the system of assessment and involvement in the cultural community of school science.

Student work in school science practices is embedded in an evaluation system. As a consequence students work with academic tasks under conditions of ambiguity and risk (cf. Doyle & Carter, 1984). The results show that the different actions, in the criteria-based classroom practice and the

school laboratory practice, involve different ambiguity and risk. The studied classroom practices are found to support student participation in the action of reproducing correct answers; while participation in the development of conceptual relations is a more risky and uncertain endeavour. The tools developed, in both classroom practices, function as structuring tools, reducing risk and ambiguity in students' work. Interaction with the teacher can also function as a way reducing risk and ambiguity (in particular the strategy of piloting/scaffolding, i.e. *lotsning* in Swedish).

Students' participation also involve dissociations/affiliations and desires. A case of three 'potential scientists' is analyzed in terms of involvement in a cultural community of science education. The results include signs of cultural involvement e.g. a certain playfulness, carelessness, esthetic appreciation, humor, and an interest in observation of changes in physical reality. In addition, a case of a girls changing participation is analyzed. In one laboratory task, the particular girl's participation changes from distant to committed. She happened to use the "wrong" acid in the task of producing crystals. The change in participation is understood in relation to the unexpected turn, which alters working conditions. A desire to know is developed and the act of surprise is possibly a way of understanding this.

Chapter 9: Contributions and Implications

Results show that *parallel lived curricula* are constituted in the studied classroom practices. Students are formed differently, as a consequence of participation in different actions, with different goals, in the two classroom practices. With the concept of the lived curriculum this thesis contributes to a broadened understanding of educational content; including, not only concepts, facts and theories, but also students' appropriation of school science resources, laboratory skill, abilities to read and write particular kinds of texts, formation of perception, and appropriation of cultural norms and values. A contribution to the field of curriculum studies of individually organized education is that I point to consequences for students' scientific formation – the changing conditions of schooling do not only impact the general formation of the student, but also the scientific formation.

A conclusion is that work in science classroom practice cannot, as suggested in previous research, be fully understood in terms of cultural border-crossings, between a culture of science and student cultures. Rather, work in science classroom practice must be conceptualized in terms of schooling. When e.g. 'everyday life' problems are brought into the science classroom, their context is inevitably transmuted; they become classroom tasks and part of school culture. Science classroom practice is structured also in rela-

tion to the activity of schooling. Therefore, it is not sufficient to describe the use of 'everyday life', or other work in science classroom practices, in terms of border-crossing experiences or translations between science and 'everyday life'.

Litteraturlista

- Aikenhead, Glen S. (1996). Science education: Border crossings into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.
- Agar, Michael. (1996). *The professional stranger. An informal introduction to ethnography. Second edition.* San Diego, CA: Academic Press.
- Aoki, Ted. (1993). Legitimizing lived curriculum: Toward a curricular landscape of multiplicity. *Journal of Curriculum and Supervision*, 8(3), 255-268.
- Almqvist, Jonas. (2005). *Learning and artefacts. On the use of information technology in educational settings.* Doktorsavhandling. (Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences, 3). Uppsala universitet, Uppsala. Hämtad 10 september på <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-5758>.
- Alton Lee, Adrienne, Nuthall, Graham & Patrick, John. (1993). Reframing classroom research: A lesson from the private world of children. *Harvard Educational Review*, 63(1), 50-84.
- Andersson, Björn. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer.* Stockholm: Skolverket/Liber.
- Andrée, Maria. (2002). *NO-ämnet i grundskolan. En explorativ pilotstudie av konstruktionen av innehåll i undervisningen.* Paper presenterat vid Nordisk förening för pedagogisk forsknings 30:e kongress, Tallinn, Estland.
- Andrée, Maria. (2005). Ways of using 'everyday life' in the science classroom. Ingår i K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, H. Eijkelhof (Red.), *Research and the quality of science education* (s. 107-116). Dordrecht: Springer.
- Anward, Jan. (2005). Textreproduktion – teori och praktik. Ingår i *Forskning av denna världen II – om teorins roll i praxisnära forskning* (s. 63-81). Vetenskapsrådets rapportserie. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Apple, Michael. (2004). *Ideology and curriculum. Third edition.* New York/London: RoutledgeFalmer.
- Beach, Dennis. (1999). Alienation and fetish in science education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 43(2), 157-172.
- Becker, Howard S. (1998). *Tricks of the trade. How to think about your research while you're doing it.* Chicago/London: The University of Chicago Press.
- Belenky, Mary F., Clinchy, Blythe M., Goldberger, Nancy R. & Tarule, Jill M. (1986). *Women's ways of knowing. The development of self, voice, and mind.* New York: Basic Books.
- Bellack, Arno, Kliebard, Herbert M., Hyman, Ronald T. & Smith, Frank L. Jr. (1966). *The language of the classroom.* New York: Teachers College Press.
- Berger, Peter & Luckmann, Thomas. (1971). *The social construction of reality. A treatise in the sociology of knowledge.* London: Penguin Books. (I original 1966).
- Bergqvist, Kerstin. (1990). *Doing schoolwork: task premisses and joint activity in the comprehensive classroom.* Doktorsavhandling. (Linköping studies in arts and science 55). Linköpings universitet, Linköping.

- Bergqvist, Kerstin. (2005). Planering av eget arbete – ett förändrat innehåll i undervisning. Ingår i E. Österlind (Red.), *Eget arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på ett arbetsätt från förskola till gymnasium* (s. 61-75). Lund: Studentlitteratur.
- Bergqvist, Kerstin & Säljö, Roger. (1994). Conceptually blindfolded in the optics lab. Dilemmas of inductive learning. *European Journal of Psychology of Education*, 9(2), 149-158.
- Bliss, Joan & Säljö, Roger. (1999). The Human-technological dialectic. Ingår i J. Bliss, R. Säljö & P. Light. (Red.), *Learning sites. Social and technological resources for learning* (s. 1-11). Amsterdam: Pergamon.
- Bossert, Steven. (1979). *Tasks and social relationships in classrooms. A study of instructional organization and its consequences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bourdieu, Pierre. (1984). *Distinction. A social critique of the judgement of taste*. London: Routledge. (I original 1979).
- Bourdieu, Pierre. (1993). *Kultursociologiska texter*. I urval av Donald Broady och Mikael Palme. Stockholm/Stehag: Brutus Östlings Bokförlag.
- Brickhouse, Nancy W., Lowery, Patricia & Schultz, Kathrine. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- Brickhouse, Nancy W. & Potter, Jennifer T. (2001). Young women formation in an urban context. *Journal of research in Science Teaching*. 38(8), 965-980.
- Broady, Donald. (1981). Den dolda läroplanen. Ingår i D. Broady *Den dolda läroplanen. KRUT-artiklar 1977-80* (s. 114-205). Stockholm: Symposium Bokförlag. (I original 1980).
- Broch, Hedvig, Enerstvedt, Regi, Fjell, Erik, Hammerlin, Yngve, Hope, Tore, Huserbråten, Kirsti, Høydalsvik, Erling, Nygren, Pär & Rolland, Arne. (1991). *Virksomhetsteorien. En innføring og eksempler*. Oslo: Falken Forlag.
- Brown, John S., Collins, Allan & Duguid, Paul. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32 - 42.
- Brown, John S, Collins, Allan & Duguid, Paul. (1995). Situated cognition and the culture of learning. Ingår i P. Murphy, M. Selinger, J. Bourne & M. Briggs *Subject learning in primary curriculum. Issues in English, science and mathematics* (s. 301-319). London/New York: Routledge/Open University.
- Campbell, Bob & Lubben, Fred. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.
- Caravita, Silvia & Halldén, Ola. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- Carlgrén, Ingrid. (1994). Från klassundervisning till ”eget arbete”. Den tröga skolan och pedagogiska modeflugor. *Praxis*, (2), 9-14.
- Carlgrén, Ingrid. (1997). Klassrummet som social praktik och meningsskapande kultur. *Nordisk pedagogik*, 17(1), 8- 27.
- Carlgrén, Ingrid. (1999a). Professionalism and teachers as designers. *Journal of Curriculum Studies*, 31(1), 43-56.

- Carlgren, Ingrid. (1999b). Pedagogiska verksamheter som miljöer för lärande. Ingår i I. Carlgren (Red.), *Miljöer för lärande* (s. 9-28). Lund: Studentlitteratur.
- Carlgren, Ingrid. (2005). Konsten att sätta sig själv i arbete. Ingår i E. Österlind (Red.), *Eget arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på ett arbetssätt från förskola till gymnasium* (s. 11-38). Lund: Studentlitteratur.
- Carlgren, Ingrid & Marton, Ference. (2000). *Lärare av i morgon*. (Pedagogiska magasinets skriftserie, 1). Stockholm: Lärarförbundets förlag.
- Chaiklin, Seth. (1999). Developmental teaching in upper-secondary school. Ingår i M. Hedegaard & J. Lompscher (Red.), *Learning activity and development* (s. 187-210). Aarhus: Aarhus University Press.
- Chaiklin, Seth. (2001). The category of ‘personality’ in cultural-historical psychology. Ingår i S. Chaiklin (Red.), *The theory and practice of cultural-historical psychology* (s. 238-259). Aarhus: Aarhus University Press.
- Cheung, Kwok-Cheung. (1990). Science curriculum reform for the changing future – An explication of a curriculum inquiry framework and the educational context of sixth form science education in Hong Kong. *CUHK Educational Journal*, 18(1), 79-87.
- Claxton, Guy. (1991). *Educating the inquiring mind. The challenge for school science*. Hertfordshire: Harvester Wheatsheaf.
- Cobern, William & Aikenhead, Glen S. (1998). Cultural aspects of learning science. Ingår i B.J. Fraser & K.G. Tobin (Red.), *The international handbook of science education. Part one* (s. 39-52). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Cole, Michael. (1983). Utan titel. (Redaktionell introduktion till V.V. Davydov & A.K. Markova. A Concept of Educational Activity for Schoolchildren). *Soviet Psychology*, XXI(2), 50-51.
- Corbin, Alain. (1986). *The foul and the fragrant. Odor and the French social imagination*. Cambridge/Massachusetts: Harvard University Press. (Översättning från franska, i original 1982).
- Costa, Victoria B. (1995). When science is “another world”: Relationships between worlds of family, friends, school, and science. *Science Education* 79(3), 313-333.
- Cuban, Larry. (1992). Curriculum stability and change. Ingår i P. Jackson (Red.), *Handbook of research on curriculum* (s. 216-247). New York: Macmillan Publishing Company.
- Davydov, V. V. (1988). Problems of developmental teaching. The experience of theoretical and experimental psychological research. *Soviet Education* 30 (8), 6-97. (Översättning från ryska, i original 1986).⁴²
- Davydov, Vassilii. (1990). Types of generalization in instruction. Logical and psychological problems in the structuring of school curricula. *Soviet studies in mathematics education*, 2. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. (Översättning från ryska, i original 1972).

⁴² Davydovs förnamn anges på olika sätt i olika källor. I litteraturlistan har jag angett den stavning eller de initialer som används i den refererade källan.

- Davydov, Vassily V. (1999). The content and unsolved problems of activity theory. Ingår i Y. Engeström, R. Miettinen & R-L. Punamäki (Red.), *Perspectives on activity theory*. (s. 39-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Davydov, V.V. & Markova, A.K. (1983). A concept of educational activity for schoolchildren. *Soviet Psychology XXI*(2), 50-76. (Översättning från ryska, i original 1981).
- Delamont, Sara, Benyon, John & Atkinson, Paul (1988). In the beginning was the Bunsen: the foundations of secondary school science. *Qualitative Studies in Education*, 1(4), 315-328.
- Dewey, John. (1980). Mitt pedagogiska credo. Ingår i S.G. Hartman & U.P. Lundgren (Red.), *Individ, skola och samhälle. Pedagogiska texter* (s. 38-49). Stockholm: Natur och kultur. (I original 1897).
- Dimenäs, Jörgen. (2001). *Innehåll och interaktion. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning*. Doktorsavhandling. (Göteborg Studies in Educational Sciences 154). Göteborgs universitet, Göteborg.
- Doyle, Walter & Carter, Kathy. (1984). Academic tasks in classrooms. *Curriculum Inquiry*, 14(2), 129-149.
- Duit, Reinders. (2006). *Bibliography student's and teacher's conceptions and science education*. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel. Hämtad 19 juni 2006 på <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Duit, Reinders & Treagust, David F. (1998). Learning in science – From behaviorism towards social constructivism and beyond. Ingår i B.J. Fraser & K.G. Tobin (Red.), *International handbook of science education. Part one* (s. 3-25). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Edwards, Derek & Mercer, Neil. (1987). *Common knowledge. The development of understanding in the classroom*. London/New York: Routledge.
- Elam, Mark & Bertilsson, Margareta. (2002). Consuming, engaging and confronting science: The emerging dimensions of scientific citizenship. Ingår i Bertilsson (Red.), *Scientific governance: Problems and prospects* (s.13-55). (Sociologisk Rapportserie. Nr. 6, 2002). Sociologisk institut, Københavns universitet, København.
- El'konin, Daniil B. (2000). *Toward the problem of stages in the mental development of children*. Marxists Internet Archive. Hämtad 18 oktober 2005 på <http://www.marxists.org/archive/elkonin/works/1971/stages.htm>. (Översättning från ryska, i original 1971).
- Englund, Tomas. (2000). Kommunikation och meningsskapande i fokus: ett sociopolitiskt perspektiv på det vi kallar undervisning och lärande. Ingår i C. A. Säfström & P. O. Svedner (Red.), *Didaktik* (s. 44-54). Studentlitteratur: Lund.
- Ensign, Jacqu. (1997). Ritualizing sacredness in Math: Profaneness in Language Arts and Social Studies. *Urban Review*, 29(4), 253-261.
- Eriksson, Inger. (2006). Decentralized teaching – a new division of labor between teachers and students. Paper presenterat vid Nordisk förening för pedagogisk forsknings 34:e kongress, Örebro.
- Eriksson, Inger, Arvola Orlander, Auli & Jedemark, Marie. (2005). *Att arbeta för godkänt: timplanens roll i ett förändrat uppdrag*. Centrum för studier av skolans kunskapsinnehåll i praktiken. Stockholm: HLS förlag.

- Evaldsson, Ann-Carita, Lindblad, Sverker, Sahlström, Fritjof & Bergqvist, Kerstin. (2001). Introduktion och forskningsöversikt. Ingår i S. Lindblad & F. Sahlström (Red.), *Interaktion i pedagogiska sammanhang* (s. 9-35). Stockholm: Liber.
- Fairbrother, Robert & Hackling, Mark. (1997). Is this the right answer? *International Journal of Science Education*, 19(8), 887-894.
- Fensham, Peter. (1988). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. Ingår i P. Fensham (Red.), *Development and dilemmas in science education*. (s. 1-26). London: Falmer.
- Geertz, Clifford. (1991). Tjock beskrivning. För en tolkande kulturteori. *Häften för Kritiska Studier* 24(3), 13 – 33. (Översättning från engelska, i original 1973).
- af Geijerstam, Åsa. (2006). *Att skriva i naturorienterade ämnen i skolan*. Doktorsavhandling. (Studia Linguistica Upsaliensia 3). Uppsala universitet, Uppsala.
- Giachardi, David. (1994). Relevance and the accessibility: the role of science education. *School Science Review*, 75(273), 7-14.
- Gisselberg, Kjell. (1990). *Vilka frågor ställer elever och vilka elever ställer frågor. En studie av elevers frågor i naturorienterade ämnen i och utanför klassrummet*. Doktorsavhandling. (Pedagogiska institutionen, 31). Umeå universitet, Umeå.
- Glaser, Barney G. & Strauss, Alselm L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: Aldine De Gruyter.
- Goodlad, John I., Klein, M. Frances & Tye, Kenneth A. (1979). The domains of curriculum and their study. Ingår i J. Goodlad (Red.), *Curriculum inquiry. The study of curriculum practice* (s.43-76). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Goodwin, Charles. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.
- Goodwin, Charles. (1997). The blackness of black: Color categories as situated practice. Ingår i L. Resnick, R. Säljö, C. Pontecorvo & B. Burge (Red.), *Discourse, tools and reasoning: Essays on situated cognition* (s. 111-140). Berlin/Heidelberg/New York: Springer.
- Goodwin, Charles. (2003). The semiotic body in its environment. Ingår i J. Coupland & R. Gwyn (Red.), *Discourses of the body* (s. 19-42). New York: Palgrave/Maximillian.
- Gordon, David. (1984). The image of science, Technological consciousness, and the hidden curriculum. *Curriculum Inquiry*, 14(4), 367-400.
- Gougoulakis, Petros. (2006). *Bildning och lärande. Om folkbildningens pedagogik*. Klippan: ABF.
- Granström, Kjell. (1992). *Dominans och underkastelse hos tonårspojkar. En studie av icke-verbala kommunikationsmönster*. (SIC-rapport). Institutionen för Tema. Tema Kommunikation. Linköpings universitet, Linköping.
- Granström, Kjell & Einarsson, Charlotta (1995). *Forskning om liv och arbete i svenska klassrum: en översikt*. Stockholm: Statens skolverk/Liber distribution.

- Grundskolans kursplaner och betygskriterier.* (2000). Stockholm: Skolverket/Fritzes.
- Gustafsson, Bertil, Stigebrandt, Eva & Ljungvall, Roger (1981). *"Den dolda läroplanen": En bok om hur samhällets ordning överförs till barnen genom skolans dagliga verksamhet.* Stockholm: Liber Förlag.
- Gustavsson, Bernt. (1996). *Bildning i vår tid. Om bildningens möjligheter och villkor i det moderna samhället.* Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- Gyberg, Per. (2003). *Energi som kunskapsområde – om praktik och diskurser i skolan.* Doktorsavhandling. (Linköping Studies in Arts and Science, 277). Linköpings universitet, Linköping.
- Halldén, Ola. (1982). *Elevernas tolkning av skoluppgiften. En beskrivning av elevers förhållningssätt till lärares frågor.* Doktorsavhandling. Pedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.
- Hammersley, Martyn & Atkinson, Paul. (1995). *Ethnography. Principles in practice. Second edition.* London/New York: Routledge.
- Hannerz, Ulf. (1992). *Cultural complexity. Studies in the social organization of meaning.* New York: Columbia University Press.
- Harlen, Wynne. (2002). Links to everyday life: the roots of scientific literacy. *Primary Science Review*, 71, 8-10.
- Hayes, Michael T. & Deyhle, Donna. (2001). Constructing difference: A comparative study of elementary science curriculum differentiation. *Science Education*, 85(3), 239-262.
- Hazlett, J. Stephen. (1979). Conceptions of curriculum history. *Curriculum Inquiry*, 9(2), 129-135.
- Heath, Shirley B. (1983). *Ways with words. Language, life, and work in communities and classrooms.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedegaard, Mariane. (1988). *Skolebørns personlighedsudvikling set gennem orienteringsfagene.* Aarhus: Aarhus universitetsforlag.
- Hedegaard, Mariane. (1999). The influence of societal knowledge traditions on children's thinking and conceptual development. Ingår i M. Hedegaard & J. Lompscher (Red.), *Learning activity and development* (s. 22-50). Aarhus: Aarhus University Press.
- Hedegaard, Mariane & Chaiklin, Seth. (2005). *Radical-local teaching and learning. A cultural-historical approach.* Aarhus: Aarhus University Press.
- Helldén, Gustav, Lindahl, Britt & Redfors, Andreas. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt.* Vetenskapsrådets rapportserie. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Hirst, Paul. (1974). *Knowledge and the curriculum. A collection of philosophical papers.* London: Routledge.
- Hultén, Magnus. (2006). Framtidsskaparen som blev naturälskare. Förändrade ideal i läromedelsannonser för naturvetenskapliga ämnen. *LOCUS* 06(1), 48-59.

- Ilyenkov, Evald V. (2002). *Activity and knowledge*. Marxists Internet Archive. Hämtad 11 november 2005 på www.marxists.org/archive/ilyenkov/works/activity/index.htm. (Översatt från ryska, i original 1974).
- Jackson, Philip. (1990). *Life in classrooms*. New York/London: Teachers College Press. (I original 1968).
- Jakobsson, Anders. (2001). *Elevens interaktiva lärande vid problemlösning i grupp. En processstudie*. Doktorsavhandling. (Studia psychological et paedagogica – series altera 156). Institutionen för pedagogik, Lärarhögskolan i Malmö, Malmö.
- Jenkins, Edgar W. (2001). Research in science education in Europe: Retrospect and prospect. Ingår i H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komokrek, A. Kross & P. Reiska (Red.), *Research in science education – Past, present, and future* (s. 17-26). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Jewitt, Carey & Scott, Philip. (2002). *Meaning making in science classrooms: a joint perspective drawing on multimodal and sociocultural theoretical approaches*. Symposium vid International Society for Cultural Research and Activity Theory:s femte congress, Amsterdam, Holland.
- Kaiserfeld, Thomas. (1999). Laboratoriets didaktik: Fysiken på läroverken i början av 1900-talet. Ingår i S. Widmalm (Red.), *Vetenskapsbärarna. Naturvetenskapen i det svenska samhället, 1880-1950* (s. 188-231). Hedemora: Gidlunds förlag.
- Keller, Evelyn F. (1983). *A Feeling for the organism. The life and work of Barbara McClintock*. New York/San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Knain, Erik. (2001). *Naturfagets tause stemme. Diskursanalyse av lærebøker i Natur- og miljøfag*. Doktorsavhandling. (Norsk sakprosa nr 4). Universitetet i Oslo, Oslo.
- Knain, Erik. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *NorDiNa*, 1, 70-80.
- Knorr Cetina, Karin. (1997). Sociality with objects. Social relations in postsocial knowledge societies. *Theory, Culture & Society*, 14(4), 1-30.
- Knorr Cetina, Karin. (1999). *Epistemic cultures. How the sciences make knowledge*. Cambridge, MA/London: Harvard University Press.
- Knutagård, Hans. (2003). *Introduktion till verksamhetsteori*. Lund: Studentlitteratur.
- Krogh, Lars & Thomsen, Poul. (2005). Studying students' attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: border crossing into the physics classroom. *International Journal of Science Education*, 27(3), 281-302.
- Kurth, Lori, Anderson, Charles & Palinscar, Annemarie. (2002). The case of Carla: Dilemmas of helping all students to understand science. *Science Education*, 86(3), 287-313.
- Landahl, Joakim. (2006). *Auktoritet och ansvar. Lärares fostrans- och omsorgsarbete i historisk belysning*. Doktorsavhandling. (Arbetsliv i omvandling 2006:12). Arbetslivsinstitutet, Stockholm.

- Larson, Jane O. (1995). *Fatima's rules and other elements of an unintended chemistry curriculum*. Paper presenterat vid American Educational Research Associations årliga kongress, San Francisco, CA.
- Latour, Bruno. (1993). *On technical mediation: the messenger lectures on the evolution of civilization*. Institutet för ekonomisk forskning. Lunds universitet, Lund.
- Lave, Jean. (1988). *Cognition in practice. Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, Jean & Wenger, Etienne. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee, Sunny, Fraser, Barry & Fisher, Darrel. (2003). Teacher-student interactions in Korean high school science classrooms. *International Journal of Science and Math Education*, 1(1), 67-85.
- Leinhardt, Gaea. (1994). History: a time to be mindful. Ingår i G. Leinhardt, I.L. Beck & C. Stainton (Red.), *Teaching and learning in History* (s. 209-256). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lemke, Jay L. (1990). *Talking science. Language, learning and values*. Westport, CT/London: Ablex Publishing.
- Lemke, Jay L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Leontiev, Aleksej. (1986). *Verksamhet, medvetande personlighet*. Moskva/Göteborg: Progress/Fram. (Översättning från ryska, i original 1977).
- Lidar, Malena, Lundqvist, Eva & Östman, Leif. (2005). Teaching and learning in the science classroom. The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163.
- Liedman, Sven-Eric. (2006). Bildning. Ingår i *Nationalencyklopedin*. Hämtad 2 november 2006 på http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=128851.
- Liedman, Sven-Eric. (2001). *Ett oändligt äventyr. Om människans kunskaper*. Stockholm: Albert Bonniers förlag.
- Liljestrand, Johan. (2002). *Klassrummet som diskussionsarena*. Doktorsavhandling. (Örebro Studies in Education, 6). Örebro universitet, Örebro.
- Linell, Per. (1994). *Transkription av tal och samtal: teori och praktik*. (Arbetsrapporter från Tema K 1994:9). Tema Kommunikation, Linköpings universitet, Linköping.
- Lindensjö, Bo & Lundgren, Ulf P. (2000). *Utbildningsreformer och politisk styrning*. Stockholm: HLS förlag.
- Lomov, Boris F. (1982). The problem of activity in psychology. *Soviet Psychology*, 21(1), 55-91. (Översättning från ryska, i original 1981).
- Lompscher, Joachim. (1984). Problems and results of experimental research on the formation of theoretical thinking through instruction. Ingår i M. Hedegaard, P. Hakkarainen & Y. Engeström (Red.), *Learning and teaching on a scientific basis* (s. 293-357). Psykologisk Institut, Aarhus universitet, Aarhus.
- López, Asbel (2000). Science teaching's quantum leap. *The UNESCO Courier*, May 2000, 13-15.

- Losee, John. (2001). *A historical introduction to the philosophy of science. Fourth edition.* Oxford: Oxford University Press.
- Lundgren, Ulf P. (1977). *Model analysis of pedagogical processes.* Lund: Liber-Läromedel/Gleerup.
- Lundgren, Ulf P. (1983). Utbildning och arbete. Ett försök att bestämma utbildningens förhållande till den samhälleliga produktionen. Ingår i B. Bernstein & U.P. Lundgren (Red.), *Makt, kontroll och pedagogik* (s. 9-21). Lund: Liber förlag.
- Luria, Alexander R. (1976). *Cognitive development. Its cultural and social foundations.* Cambridge: Harvard University Press. (I original 1974).
- Lybeck, Leif. (1986). *Arkimedes i klassen. En ämnespedagogisk berättelse.* Doktorsavhandling. (Göteborg studies in educational sciences, 37). Göteborgs universitet, Göteborg.
- Löfdahl, Stellan. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola. Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel.* Doktorsavhandling. (Uppsala Studies in Education 28). Uppsala universitet, Uppsala.
- Läroplan för grundskolan.* (1962). Kungl. Skolöverstyrelsens skriftserie 60. Stockholm: Kungl. Skolöverstyrelsen.
- Marton, Ference. (2006). Sameness and difference in transfer. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(4), 501-537.
- Marton, Ference & Booth, Shirley. (2000). *Om lärande.* Lund: Studentlitteratur.
- Marton, Ference, Säljö, Roger, Svensson, Lennart & Dahlgren, Lars Owe. (1977). *Inläring och omvärldsuppfattning. En bok om den studerande människan.* Stockholm: Almqvist & Wiksell Förlag.
- Mayoh, Kathryn & Knutton, Stephen. (1997). Using out-of-school experiences in science lessons: Reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19(7), 849-867.
- McLaren, Peter. (1999) *Schooling as a ritual performance. Toward a political economy of educational symbols and gestures. Third edition.* Lanham/Boulder/New York/Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.
- Mehan, Hugh. (1979), *Learning lessons. Social organization in the classroom.* Cambridge/London: Harvard University Press.
- Mercer, Derek. (2000). *Words and minds. How we use language to think together.* London: Routledge.
- Millar, Robin. (1998). Rhetoric and reality. What practical work in science education is really for. Ingår i J.J. Wellington (Red.), *Practical work in school science: Which way now?* (s. 16-31). London: RoutledgeFalmer.
- Miller, Caroline & Parlett, Malcolm. (1974). *Up to the mark. A study of the examination game.* Soc. for research into higher education, London.
- Miller, George & Gildea, Patricia. (1987). How children learn words. *Scientific American*, 257(3), 94-99.
- Molander, Bengt-Olov. (1997). *Joint discourses or disjoint courses. A study on learning in upper secondary school.* Doktorsavhandling. (Studies in Educational Sciences 8). Stockholm: HLS Förlag.

- Mortimer, Eduardo & Scott, Phil. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Nilsson, Nils-Erik. (2002). *Skriva med egna ord. En studie av lärprocesser när elever i grundskolans senare år skriver "forskningsrapporter"*. Doktorsavhandling. (Avhandlingar från Lärarutbildningen vid Malmö högskola 3). Malmö högskola, Malmö.
- Nordänger, Ulla-Karin. (2002). *Lärares raster. Innehåll i mellanrum*. Doktorsavhandling. (Studia Psychologica et paedagogica – series altera 164). Malmö högskola, Malmö.
- Nott, Mick & Wellington, Jerry. (1997). Producing the evidence: Science teachers' initiations into practical work. *Research in Science Education*, 27(3), 395-409.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2003). *Learners for life. Students approaches to learning. Results from PISA 2000*. OECD. Hämtad 10 oktober 2006 på <http://www.pisa.oecd.org>.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2004). *Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. OECD. Hämtad 10 oktober 2006 på <http://www.pisa.oecd.org>.
- Ogborn, Jon, Kress, Gunther, Martins, Isabel & McGillicuddy, Kieran. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham/Philadelphia: Open University Press.
- Olofsson, Susanne. (1998). *OÄ/NO – lärares attityder och arbetssätt. Resultat av lärarenkäten i TIMSS*. (PM NR 136 Institutionen för beteendevetenskapliga mätningar). Umeå Universitet, Umeå. Hämtad 25 april 2006 på <http://www.umu.se/edmeas/publikationer/pdf/Scisec.pdf>.
- Packer, Martin. (2001). The problem of transfer, and the sociocultural critique of schooling. *The Journal of the Learning Sciences*, 10(4), 493-514.
- Pedro, Emilia. (1983). Klassrumsspråket. En sociolingvistisk studie. I U.P. Lundgren & B. Bernstein (Red.), *Makt, kontroll och pedagogik* (s. 126-150). Lund: Liber förlag.
- Popper, Karl. (2002). *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*. London/New York: Routledge Classics. (I original 1963).
- Portelli, John. (1993). Exposing the hidden curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 25(4), 343-358.
- Postman, Neil. (1997). *När skolans klocka klämtar. Om behovet av meningsskapande berättelser*. Göteborg: Daidalos. (Översättning från engelska, i original 1995).
- Redish, Edward. (under utgivning). *Changing student ways of knowing: What should our students learn in a physics class?* Under utgivning i proceedings från konferensen World View on Physics Education 2005, Delhi, Indien.
- Resnick, Lauren B. (1987). Learning in school and out. The 1987 presidential address. *Educational Researcher*, Dec 1987, 13-20.
- Riesbeck, Eva, Säljö, Roger & Wyndhamn, Jan. (1999). Matematisering i en mångtydig verklighet. En studie av elevers förståelse av relationen mellan modell och omvärld. Ingår i I. Carlgren (Red.), *Miljöer för lärande* (s. 206-228). Lund: Studentlitteratur.

- Roberts, Douglas. (1982). Developing the concept of “curriculum emphases” in science education. *Science Education*, 66(2), 243-260.
- Roberts, Douglas. (1998). Analyzing school science courses: The concept of companion meaning. Ingår i D. Roberts & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 5-12). New York: Teachers College Press.
- Rolf, Bertil. (1995). *Profession, tradition och tyst kunskap*. Nora: Nya Doxa.
- Rosenthal, Dorothy B. & Bybee, Rodger W. (1987). Emergence of the Biology curriculum: A science of life or a science of living? Ingår i T. Popkewitz (Red.), *The formation of the school subjects. The struggle for creating an American institution* (s. 123 – 144). New York/Philadelphia/London: The Falmer Press.
- Roth, Wolff-Michael. (1998). *Designing communities*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Roth, Wolff-Michael. (2003). *Toward an anthropology of graphing. Semiotic and activity-theoretic perspectives*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Roth, Wolff-Michael. (2005). *Talking science. Language and learning in science classrooms*. Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.
- Roth, Wolff-Michael, Hwang, SungWon, Goulart, Maria I. M. & Lee, Yew J. (2005). *Participation, learning, and identity. Dialectical perspectives*. (International Cultural-historical Human Sciences, volume 14). Berlin: Lehmanns Media.
- Runesson, Ulla. (1999). *Variationens pedagogik. Skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll*. Doktorsavhandling. (Göteborg studies in educational sciences 129). Göteborgs universitet, Göteborg.
- Sahlström, Fritjof. (1999). *Up the hill backwards. On interactional constraints and affordances for equity-constitution in the classrooms of the Swedish comprehensive school*. Doktorsavhandling. (Uppsala studies in education 85). Uppsala universitet, Uppsala.
- Sahlström, Fritjof. (2004). På återbesök hos klassrumsforskningens klassiker. Ingår i A-L. Østern & R. Heilä-Ylikallio (Red.), *Språk som kultur - brytningar i tid och rum* (s. 177-192). (Rapport från Pedagogiska Fakulteten vid Åbo Akademi nr 11). Åbo Akademi, Åbo.
- Sahlström, Fritjof & Lindblad, Sverker. (1998). Subtexts in the science classroom – an exploration of the social construction of science lessons and school careers. *Learning and Instruction*. 8(3), 195-214.
- Saxe, Geoffrey B. (1991). *Culture and cognitive development. Studies in mathematical understanding*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Schoultz, Jan. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap: kommunikation, kontext och artefakt*. Doktorsavhandling. (Linköping studies in education and psychology 67). Linköpings universitet, Linköping.
- Schoultz, Jan, Säljö, Roger & Wyndhamn, Jan. (2001). Conceptual knowledge in talk and text: What does it take to understand a science question? *Instructional Science*, 29, 213-236.

- Shapiro, Bonnie. (1998). Reading the furniture: the semiotic interpretation of science learning environments. Ingår i B.J. Fraser & K.G. Tobin (Red.), *International handbook of science education, Part one* (s. 609-621). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Shapiro, Bonnie & Kirby, David. (1998). An approach to consider the semiotic messages of school science learning culture. *Journal of Science Teacher Education*, 9(3), 221 – 240.
- Sinclair, John M. & Coulthard, R. Malcolm. (1975). *Towards an analysis of discourse. The English used by teachers and pupils*. London: Oxford University Press.
- Sjøberg, Svein. (1997). *Science education: Critical perspectives from current research*. Paper presenterat vid Organization for Economic Co-operation and Developments seminarium i Oslo, Norge.
- Sjøberg, Svein. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket. (1998). *Vägar till lokal arbetsplan*. Stockholm: Liber. Hämtad 17 december 2006 på www.skolverket.se.
- Skolverket. (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Huvudrapport – naturorienterande ämnen, samhällsorienterande ämnen och problemlösning i årskurs 9*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2006). *En beskrivning av slutbetygen i grundskolan 2006*. PM Avdelningen för utbildningsfrågor. Publicerad 2006-12-06. Hämtad 7 december 2006 på www.skolverket.se.
- Snyder, Benson R. (1971). *The hidden curriculum*. New York: A Borzoi book.
- Solomon, Joan. (1992a). *Teaching science, technology and society*. Buckingham/Philadelphia: Open University Press.
- Solomon, Joan. (1992b). *Getting to know about energy – in school and society*. Oxon: Routledge Falmer.
- Solomon, Joan. (2003). Home-school learning of science: The culture of homes, and pupils' difficult border crossing. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 219-233.
- Staberg, Else-Marie. (1992). *Olika världar, skilda värderingar. Hur flickor och pojkar möter högstadiets fysik, kemi och teknik*. Doktorsavhandling. (Pedagogiska institutionen, 32). Umeå universitet, Umeå.
- Staberg, Else-Marie. (1997). Att gå den naturvetenskapliga vägen. Röster från gymnasieskolan. Ingår i G. Nordborg (red). *Makt och kön. Tretton bidrag till feministisk kunskap* (s. 33 – 52). Stockholm/Stehag: Brutus Östlings Bokförlag Symposium.
- Strömdahl, Helge. (2002). Avgränsa, idealisera, modellera – Naturen i naturvetenskapens dräkt. Ingår i H. Strömdahl red. *Kommunicera naturvetenskap i skolan. Några forskningsresultat* (s. 139-147). Lund: Studentlitteratur.
- Ståhle, Ylva. (2006). *Pedagogiken i tiden. Om framväxten av nya undervisningsformer - exemplet Kunskapsskolan i Sverige AB*. Doktorsavhandling. (Studies in Educational Sciences 84). Stockholm: HLS förlag.

- Sutton, Clive. (1992). *Words, science and learning*. Buckingham/Philadelphia: Open University Press.
- Svennbeck, Margareta. (2004). *Omsorg om naturen. Om NO-utbildningens selektiva traditioner med fokus på miljöfostran och genus*. Doktorsavhandling. (Uppsala Studies in Education 104). Uppsala universitet, Uppsala.
- Szybek, Piotr. (1999). *Staging science. Some aspects of the production and distribution of science knowledge*. Doktorsavhandling. Department of Education, Lund University, Lund.
- Szybek, Piotr. (2002). Science education – An event staged on two stages simultaneously. *Science & Education*, 11, 525-555.
- Szybek, Piotr. (2005). *Learning, experiencing and praxis. An attempt to draw on the resources of activity theory and transcendental phenomenology* (Department of Education, Pedagogical reports nr 22). Lund University, Lund.
- Säljö, Roger. (1995). Begreppsbyggnad som pedagogisk drog. *Utbildning och demokrati*, 4(1), 5-22.
- Säljö, Roger. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, Roger. (2005). *Lärande och kulturella redskap. Om läroprocesser och det kollektiva minnet*. Falun: Norstedts akademiska förlag.
- Säljö, Roger & Wyndhamn, Jan. (1993). Solving everyday problems in the formal setting. An empirical study of the school as context for thought. Ingår i S. Chaiklin & J. Lave (Red.), *Understanding practice. Perspectives on activity and context* (s. 327-342). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tapper, J. (1999). Topics and manner of talk in undergraduate practical laboratories. *International Journal of Science Education*, 21(4), 447-464.
- Uhrmacher, Bruce. (1997). The curriculum shadow. *Curriculum Inquiry*, 27(3), 317-329.
- Uljens, Michael. (2004). Den pedagogiska paradoxens utmaningar - element till en teori. Ingår i J. Bengtsson (Red.), *Variationer – utmaningar i pedagogisk filosofi* (s. 41-68). Lund: Studentlitteratur.
- van Oers, Bert. (1999). Teaching opportunities in play. Ingår i M. Hedegaard & J. Lompscher (Red.), *Learning activity and development* (s. 268-289). Aarhus: Aarhus University Press.
- van Oers, Bert. (2001). Educational forms of initiation in mathematical culture. *Educational Studies in Mathematics*, 46, 59-85.
- Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Vetenskapsrådet.
- Vikström, Anna. (2005). *Ett frö för lärande: en variationsteoretisk studie av undervisning och lärande i grundskolans biologi*. Doktorsavhandling. (Luleå tekniska universitet, 2005:14). Luleå tekniska universitet, Luleå.
- von Wright, Moira. (1999). *Genus och text. När kan man tala om jämställdhet i fysikläromedel*. Skolverkets monografiserie. Stockholm: Liber.
- von Wright, Moira. (2000). *Vad eller vem? En pedagogisk rekonstruktion av G. H. Meads teori om människors intersubjektivitet*. Göteborg: Daidalos.

- Vygotskij, Lev S. (1999). *Tänkande och språk*. Göteborg: Daidalos. (Översatt från ryska, i original 1934).
- Waldrip, Bruce, Timothy, Joe & Wilikai, Wilson. (2007). Pedagogical principles in negotiating cultural conflict: A Melanesian example. *International Journal of Science Education*, 29(1), 101-122.
- Wellington, Jerry J. (1998). Practical work in science. Time for a re-appraisal. Ingår i J. Wellington (Red.), *Practical work in school science. Which way now?* (s. 3-15) London: RoutledgeFalmer.
- Wells, Gordon. (1993). Reevaluating the IRF sequence: A Proposal for the articulation of theories of activity and discourse for the analysis of teaching and learning in the classroom. *Linguistics and Education*, 5, 1-37.
- Wenger, Etienne. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wertsch, James V. (1998). *Mind as action*. New York/Oxford: Oxford University Press.
- Wickman, Per-Olof. (2006). *Aesthetic experience in science education. Learning and meaning-making as situated talk and action*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wickman, Per-Olof & Östman, Leif. (2002). Induction as an empirical problem: how students generalize during practical work. *International Journal of Science Education*, 24(5), 465-486.
- Wistedt, Inger, Brattström, Gudrun & Jacobsson, Calle. (1992). *Att vardagsanknyta matematikundervisningen. Slutrapport från projektet Vardagskunskaper och skolmatematik*. Pedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.
- Wolcott, Harry F. (1999). *Ethnography. A way of seeing*. Walnut Creek, CA: Alta Mira Press.
- Wolpert, Lewis. (1993). *The unnatural nature of science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Öhman, Johan. (2006). *Den etiska tendensen i utbildning för hållbar utveckling: Meningsskapande i ett genomlevandeperspektiv*. Doktorsavhandling. (Örebro studies in education 13). Örebro universitet, Örebro.
- Österberg, Jonas. (2004). Arbetsplanen som del i utvecklingsprocessen. Ingår i *Vägar till lokal arbetsplan*. (s. 73-83). Stockholm: Liber. Hämtad 24 oktober 2006 på <http://www.skolverket.se/publikationer?id=483>.
- Österlind, Eva. (2005). Inledning. Ingår i E. Österlind (Red.), *Eget arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på ett arbetssätt från förskola till gymnasium* (s. 5-9). Lund: Studentlitteratur.
- Österlind, Eva. (Red.). (2005). *Eget arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på ett arbetssätt från förskola till gymnasium*. Lund: Studentlitteratur.
- Österlind, Karolina. (2005). Concept formation in environmental education: 14-year olds' work on the intensified greenhouse effect and the depletion of the ozone layer. *International Journal of Science Education*, 27(8), 891-908.

- Österlind, Karolina. (2006). *Begreppsbildning i ämnesövergripande och undersökande arbetsätt. Studier av elevers arbete med miljöfrågor*. Doktorsavhandling. (Doktorsavhandlingar från Pedagogiska institutionen 138). Stockholms universitet, Stockholm.
- Östman, Leif. (1995). *Socialisation och mening. No-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Doktorsavhandling. (Uppsala Studies in Education No. 61). Uppsala universitet, Uppsala.
- Östman, Leif. (1998). How companion meanings are expressed by science education discourse. Ingår i D. Roberts & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 5-12). New York: Teachers College Press.

Bilagor

Bilaga 1: Förteckning över empiriskt material

Lärarintervjuer med Ann (bandinspelade och transkriberade)	Datum för intervjuens genomförande	Tid
L1: Lärarintervju 1	23/10 2002	30 min
L2: Lärarintervju 2	4/6 2003	45 min
<i>Sammanlagt:</i>	2 formella intervjuer (23 s transkriberad intervjutext)	1 h 15 min
Elevintervjuer (bandinspelade och transkriberade)	Datum för intervjuens genomförande	Tid
F1: Sara, Moa och Dhara	Maj 2003	36 min
F2: Tova, Åsa och Line	Maj 2003	41 min
F3: Lisa, Nora, Ellinor och Sofia	Maj 2003	21 min
F4: Hannah och Jessica	Maj 2003	32 min
P1: Robert och Michel	Februari 2004	27 min
P2: Emil och Pontus	Februari 2004	24 min
<i>Sammanlagt:</i>	6 formella intervjuer med 16 elever varav 12 flickor och 4 pojkar (70 s transkriberad intervjutext).	3 h 1 min
Fältanteckningar från besök på skolan	Datum för fältanteckningar	
I samband med lektioner	8/10, 14/10, 15/10, 16/10, 21/10, 22/10, 23/10, 25/10, 6/11, 8/11, 11/11, 12/11, 13/11, 15/11, 18/11, 19/11, 20/11, 25/11, 2/12, 3/12, 6/12, 10/12, 11/12, 16/12, 17/12, 7/2, 11/2, 18/2, 7/3, 10/3, 14/3, 21/3, 24/3, 28/3, 5/4, 7/4, 8/4, 11/4, 25/4, 5/5, 6/5, 13/5, 19/5, 3/6	
I samband med andra besök	2/10 (första träff med Ann), 3/10 (deltagande i NO-lärlarlagsmöte), 29/11 (samtal med lärare i lärarrummet vid inställd lektion).	
<i>Sammanlagt:</i>	224 sidor renskrivna fältanteckningar från 47 dagar på skolan	
Bandinspelade lektioner	Datum	
År 7	<i>Helklasslektioner:</i> 14/10, 11/11, 15/11, 25/11, 6/12, 16/12, 7/2, 7/3, 10/3, 14/3, 24/3, 28/3, 4/3, 7/3, 11/4, 25/4, 5/5, 3/6. <i>Halvklasslektioner/laborationstillfällen:</i> 15/10 (2 lektioner), 22/10 (2 lektioner), 12/11 (2 lektioner),	Sammanlagt 27 minidiscar om max 80 min.

	19/11 (1 lektion), 3/12 (2 lektioner), 10/12 (2 lektioner), 17/12 (1 lektion), 11/2 (2 lektioner), 18/2 (1 lektion), 25/3 (2 lektioner), 8/4 (1 lektion), 6/5 (2 lektioner), 13/5 (2 lektioner).	
År 6	<i>Helklasslektioner:</i> 21/10, 25/10, 8/11, 11/11, 15/11, 18/11, 2/12, 6/12, 16/12 <i>Halvklasslektioner/laborationstillfällen:</i> 16/10 (2 lektioner), 23/10 (2 lektioner), 13/11 (2 lektioner), 20/11 (1 lektion), 11/12 (1 lektion).	Sammanlagt 11 minidiscar om max 80 min.
<i>Sammanlagt:</i>	40 bandinspelade lektioner i sjuan och 17 bandinspelade lektioner i sexan. En lektion är ca. 50-70 minuter.	
Övrigt materiel		Antal sidor
<i>Läroböcker</i>	Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (1996). <i>Kemi Lpo. För grundskolans senare del. Bok 1.</i> TEFY: Helsingborg. Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (1996). <i>Fysik Lpo. För grundskolans senare del. Bok 1.</i> TEFY: Helsingborg. Andréasson, B., Bondeson, L., Gedda, S., Johansson, B. & Zachrisson, I. (1995). <i>Puls Biologi. För grundskolans senare del.</i> Natur och kultur: Stockholm.	81 s. 113 s. 360 s. Totalt: 554 s.
<i>Lokala styrdokument</i>	Kursplaner för kemi, fysik och biologi år 6-9. Kursmoment för kemi, fysik och biologi år 6-9. Kravnivåer för kemi, fysik och biologi år 6-9. Lärarschema för Ann.	12 s. 12 s. 47 s. 1 s. Totalt: 72 s.
<i>Utdelat arbetsmateriel i samband med lektioner</i>	<i>År 7:</i> Inlämningsuppgift ”primitiva djur och växter” (ej daterat), instuderingsfrågor 1 tryck 02-10-14, instuderingsfrågor 3 tryck 02-10-25, instuderingsfrågor 2 tryck 02-10-25, svar instuderingsfrågor 2 och 3 02-10-25, fysikprov tryck 02-11-11, instruktion för grupparbete kring djur med kravnivåer för kursmomentet djur 02-11-12, instruktion laboration 1 ”Syror och baser” 02-12-03, prov djur 02-12-16, läxförhör 1 salter 03-02-07, prov i kemi delkurs salter 03-03-07, läxförhör 1 ellära 03-03-14, häfte ellära med kravnivåer, instuderingsuppgifter och utdrag ur läromedel (ej daterat), olika sätt att skydda sig mot farlig ström 03-03-21, teori till kravnivåer i kursmomentet ellära 03-03-24, prov i ellära 1 version A och version B 03-04-01, instruktion arbete ”näringsskedjor och kretslopp” 03-04-05, häfte med utdrag ur läromedel om akustik 03-05-05, uppgifter 2 akustik 03-05-05, facit uppgifter 1 akustik 03-05-13, facit uppgifter 2 akustik 03-05-13, facit uppgifter 4 akustik 03-05-13, prov på delkursen akustik 03-05-19, kravnivåer kursmomentet ”växter och svampar” (ej daterat), planering växter med kravnivåer för växter (ej daterat), läxförhör 2 växter 03-06-03. <i>År 6:</i> Studieblad organismens stamträd 02-10-14, Läs mer om Linné 02-10-16, Testa dig själv 02-10-16, kravnivåer kursen ”biologisk grundkurs” (ej daterat), Kemi – skriv rätt ord vid bilderna 02-10-21, biologi-	Totalt: 84 s.

	prov "grundkurs i biologi" 02-10-25, läxförhör kemi 02-11-08, instuderingsuppgifter 1 i kursen "ämnen omkring oss" 02-11-11, kravnivåer för kursmomentet "ämnen omkring oss" 02-11-18, instuderingsuppgifter "Världen är en härlig blandning!" 02-11-18, instuderingsfrågor 2 kemi 02-11-18, fortsättning instuderingsuppgifter 1 i kursen "ämnen omkring oss" 02-11-18, laborationsinstruktion destillering 02-11-20, kemiprov ämnen omkring oss 02-12-02, uppgifter kemiska reaktioner 1 02-12-06.	
<i>Elevtexter</i>	Grupparbeten år 7, häfte med klassens informationstexter om djur. Labbrapport neutralisation av Line, 03-02-18. Labbrapporter metalloxid i syra samt metall i syra av Helena, 03-02-11.	14 s. 1 s. 1 s. Totalt: 16 s.
<i>Internetkällor</i>	<i>Skolans</i> hemsida besökt 2002-11-26, 2004-07-01. Hemsida om <i>Skolans</i> historia 1954-1962 besökt 2004-05-06. Skolhandbok läsåret 2003/2004. Besökt 2004-07-14. Om skolan på kommunens hemsida, besökt 2004-07-14.	2 s + 3 s. 6 s. 22 s. 1 s. Totalt: 34 s.
<i>Information från rektors vecko-/månadsbrev</i>	Oktober 2002.	1 s.
<i>Fotografier av skolmiljö</i>	35 digitala bilder, juni 2003.	
<i>SIRIS, Skolverkets Internetbaserade resultat- och kvalitetsinformationssystem. Se www.skolverket.se.</i>	Grundskolan – Slutbetyg per ämne i år 9 för 2002 för Granskolan, kommunen och riket. <i>Statistik för 2002 är hämtad 2003-11-10. Statistik för 2005 och 2006 är hämtad 2006-12-14.</i>	12 s.

Bilaga 2: Kursmoment i NO-undervisningen vid Granskolan

	Fysik	Kemi	Biologi
År 6	Materia Astronomi I (Jorden och planeterna)	Ämnen och kemiska reaktioner	Biologisk grundkurs (laborationskunskap och ämnesstruktur)
År 7	Mekanik I (Kraft och rörelse) Tryck Ellära I (Ström och spänning) Akustik	Syror och Baser Salter	Primitiva djur och växter (mikroorganismer och svampar) Växter Djur Näringskedjor och kretslopp
År 8	Mekanik II (Arbete-energi-effekt) Värmelära och meteorologi Ellära-Magnetism Optik	Organkemi Alkoholer, syror och estrar Vardagens kemi Viktiga material	Människan (översikt kurs inkl huden, skelettet, muskler och blodcirkulation) Matspjälkning Andning Utsöndring
År 9	Mekanik III (Sammansatta krafter och rörelser) Elektronik Atom och kärnfysik Astronomi II (Solen-stjärnor-galaxer) Energi	Analys och beräkningar Eld och brand Elektrokemi Kemiska bindningar Malm till metall Vår livsmiljö	Kroppens signalsystem Sinnesorganen Sex och samlevnad Droger – hälsa Genetik och cellbiologi (livsprocesserna) Evolution och etologi

Bilaga 3: Betygskriterier för kursmomentet "Akustik" i ämnet Fysik år 7.

För att erhålla omdömet **GODKÄND** skall du klara följande:

- Ha en ungefärlig uppfattning om ljudets hastighet i luft.
- Förklara hur ljud utbreder sig runt en ljudkälla.
- Förklara sambanden mellan frekvens-tonhöjd och amplitud-ljudnivå.
- Redogöra för människans förmåga att uppfatta ljud
- Känna till Decibelskalan.
- Veta vad skadlig ljudnivå är.
- Genomföra de obligatoriska laborationerna med omdömet Godkänd.

För att arbeta mot **STRÄVANSMÅLEN** skall du klara följande:

- Förklara resonansbegreppet.
- Förklara hur våra vanligaste instrument fungerar akustiskt.
- Göra enkla beräkningar på eko i luft.
- Förklara vad som utmärker buller.
- Kunna redogöra för begreppen ultra och infraljud och vilka effekter de har.
- Göra beräkningar på ljudnivåer.
- Förklara Dopplereffekten.
- Göra beräkningar på eko i olika medier.
- Ha god kännedom hur ljud kan lagras och distribueras.
- Genomföra de obligatoriska laborationerna med omdömen mer än Godkänd.

Bilaga 4: Kravnivåer för kursmomentet "Ämnen och Kemiska reaktioner" i ämnet Kemi år 6.

För att uppnå nivån **GODKÄND** skall du klara följande:

- Redogöra för de olika former ämnen kan förekomma i.
- Beskriva de olika blandningarna lösning, slamning, emulsion och legering
- Ge exempel på olika lösningsmedel.
- Ge två exempel på olika sätt att skilja ämnen.
- Redogöra för vad ett grundämne är.
- Beskriva vad som är utmärkande för en kemisk förening.
- Veta vad syrets föreningar heter.
- Kunna de kemiska beteckningarna för syre, väte, kol, järn och svavel.
- Skriva en enkel kemisk reaktionsformel. T.ex. när järn reagerar med svavel.
- Ha genomfört de obligatoriska laborationerna med **GODKÄNT** resultat.
- Laborera på ett säkert sätt.

För att arbeta mot **STRÄVANSMÅLEN** för kursen skall du klara följande:

- Beskriva skillnaden mellan mättad och omättad lösning.
- Ge exempel ur vardagen på de olika blandningstyperna.
- Beskriva två vanliga legeringar.
- Beskriva villkoren för god löslighet av gaser i vätska.
- Redogöra för skillnaden mellan fysikalisk och kemisk förändring.
- Skriva mer komplicerade reaktionsformler, dvs med molekyler inblandade.
- Ge exempel ur vardagen på förstörande respektive skyddande oxidation.
- Beskriva en atoms delar och dessas elektriska laddningar.
- Redogöra för vad en jon är.
- Ha genomfört samtliga obligatoriska laborationer med ett resultat **MER ÄN GODKÄND**.

Bilaga 5: Kravnivåer för kursmomentet "Primitiva djur och växter" i ämnet Biologi år 7.

För att uppnå nivån **GODKÄND** på kursen skall du klara följande:

- Beskriva vad som är typiskt för virus.
- Kunna redogöra för de tre typer av bakterier som finns och kunna beskriva dem.
- Ge exempel på hur bakterier kan vara till nytta och till skada.
- Beskriva vad plankton är.
- Beskriva en svamp och dess huvuddelar.
- Redogöra för de tre olika sätt som svampar skaffar sig näring.
- Kunna namnge och säkert identifiera minst tre matsvampar.
- Redogöra för begreppet mykorrhiza.
- Beskriva hur en lav är uppbyggd.
- Ha genomfört de obligatoriska laborationerna med **Godkänt** resultat.

För att arbeta mot **STRÄVANSMÅLEN** för kursen skall du klara följande:

- Ge exempel på sjukdomar hos människor orsakade av virus och hur de uppstår.
- Noga redogöra för begreppen **saprofytt, parasit och symbios**.
- Redogöra för olika metoder att skydda våra livsmedel mot skadliga bakterier.
- Beskriva skillnaden mellan djur och växtplankton.
- Känna igen och beskriva några vanliga plankton i ett mikroskopiskt preparat.
- Ge praktiska exempel på hur bioteknik kan användas.
- Redogöra för svamparnas roll i ekosystemet.
- Veta vilka typer av gifter som svampar kan bära med sig och hur man hanterar en svampförgiftning.
- Redogöra för de miljöhot som svamparna är utsatta för.
- Redogöra för lavarnas funktionssätt och där ur kunna förklara deras känslighet för miljöpåverkan.
- Ha genomfört de obligatoriska laborationerna med resultat **Mer än Godkänd**.

Studies in Educational Sciences

Utges och distribueras av HLS Förlag. ISSN 1400-478X

Detta är de senaste titlarna i serien. En fullständig lista över avhandlingar från Lärarhögskolan i Stockholm finns på www.hlsforlag.se under rubriken Doktorsavhandlingar.

85. Christina Rodell Olgaç: Den romska minoriteten i majoritetssamhällets skola. Från hot till möjlighet. Stockholm 2006.
86. Fredrik Lindstrand: Att göra skillnad. Representation, identitet och lärande i ungdomars arbete och berättande med film. Stockholm 2006.
87. Sara Irisdotter: Mellan tradition, demokrati och marknad. En analys av lärares identitetskonstruktion, i samtal kring etiska frågor i läraryrket. Stockholm 2006.
88. Gunilla Höjlund: Vocational skills formation in communities of practice. Experiences from primary school and the informal economy in Tanzania. Stockholm 2006.
89. Cecilia Olsson: The kaleidoscope of communication. Different perspectives on communication involving children with severe multiple disabilities. Stockholm 2006.
90. Agneta Boström: Sharing lived experience. How upper secondary school chemistry teachers and students use narratives to make chemistry more meaningful. Stockholm 2006.
91. Niclas Rönström: Kommunikativ naturalism. Om den pedagogiska kommunikationens villkor. Stockholm 2006.
92. Ulf Sivertun: (Special)pedagogik och social utslagning. Perspektivisering – möjligheter och dilemman. Stockholm 2006.
93. Gun Mollberger Hedqvist: Samtal för förståelse. Hur utvecklas yrkeskunnande genom samtal? Stockholm 2006.
94. Cecilia Andersson: Rådjur och raketer. Gatukonst som estetisk produktion och kreativ praktik i det offentliga rummet. Stockholm 2006.
95. Gun-Marie Wetso: Lekprocessen – specialpedagogisk intervention i (för)skola. När aktivt handlande stimulerar lärande, social integration och reducerar utslagning. Stockholm 2006.
96. Arja Paulin: Första tiden i yrket – från student till lärare. En studie av de svårigheter nyblivna lärare möter under sin första tid i yrket. Stockholm 2007.
97. Maria Andrée: Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan. Stockholm 2007.