

Laborativt arbete i grundskolans senare år – lärares mål och hur de implementeras

Per Högström



Institutionen för matematik, teknik och naturvetenskap
901 87 Umeå
Umeå 2009

Copyright©Per Högström
ISBN: 978-91-7264-755-8
ISSN: 1652-5051
Omslagsbild: Ludwig Högström, December 2008
Tryck: Print & Media
Umeå, Sverige 2009

*Till mina barn:
Oskar, Isak, Johanna & Ludwig*

Abstract

Laboratory work is considered important for student achievements in science education. This thesis will contribute with increased knowledge about lab work in science education in Swedish secondary school. The main purposes are to describe secondary school science teachers' objectives for lab work and to describe how these objectives are implemented during laboratory exercises. The thesis shows and discusses, from a teacher perspective, the complexity involved in lab work.

The thesis is comprised of four papers based on empirical analysis of teacher interviews, laboratory manuals and laboratory exercises. Two interview studies identified which objectives the teachers consider important and compared these to international studies. Two case studies identified how the teachers' objectives are put forward during lab work and what factors are important for the implementation of objectives.

The results from the interview studies show that Swedish secondary school science teachers express general objectives including the development of students' understanding of concepts and phenomena, of their interest in science and ability to think and reflect upon labwork. This is to a large extent in accordance with objectives identified in international studies. However, when the teachers describe specific laboratory exercises they emphasize the activity and the laboratory skills. Some of the teachers describe lab work that includes scientific inquiry but not specifically, knowledge about the nature of science. Scientific inquiry was mostly used to develop interest in science and not to develop knowledge about how to systematically investigate phenomena in nature. The teachers express their objectives differently in different contexts. The laboratory manuals mostly put forward objectives to help students identify objects and phenomena and to learn facts, which is not always in accordance with the teachers objectives. Results from the case studies show that the teachers' objectives do not always correspond to the students' views of important things to learn. It is not obvious that lab work in itself make students understand a certain scientific content, they need help to "see what is intended to be seen". Interactions between the teacher and the students are important to help students perceive the teacher's objectives. Many interactions have a starting point in the laboratory manuals, and if the objectives in the manual correspond to the teacher's objectives it makes it easier for both the students and the teacher to reach the intentions for the laboratory exercise. Implications for science teaching are discussed.

Abstract (svensk version)

Att laborationer har en naturlig och central plats i naturvetenskaplig undervisning håller de flesta med om men hur stor vikt svenska grundskollärare lägger på det laborativa arbetet och dess betydelse för elevers lärande i naturvetenskap är inte klarlagt. Denna avhandling ska ge ytterligare kunskap om det laborativa arbetet i svensk grundskola. Avhandlingen har två huvudsyften. Det ena är att ge en beskrivning av de mål för laborativt arbete som lärare i den svenska grundskolans senare år anser viktiga. Det andra är att beskriva hur laborationer som genomförs i skolpraktiken förverkligar de uppsatta målen. Avhandlingen uppmärksammar och diskuterar det laborativa arbetets komplexitet utifrån ett lärarperspektiv.

De fyra delstudierna bygger på empiriska undersökningar av intervjuer med lärare, deras laborationsinstruktioner och av det laborativa arbetets genomförande. I två intervjustudier analyseras vilka mål som anses viktiga och hur dessa förhåller sig till internationell forskning om mål med laborationer. I två fallstudier analyseras hur lärarens mål framträder under det laborativa arbetet och vilka faktorer som har betydelse för hur målen implementeras.

Resultaten från intervjustudierna visar bland annat att lärare i den svenska grundskolan uttrycker generella mål för laborativt arbete som att eleverna ska utveckla sin förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen, sitt intresse för naturvetenskap, och sitt reflekterande över laborativt arbete. Detta överensstämmer i stor utsträckning med mål som framträder i internationella undersökningar. När lärarna talar om specifika laborationer betonar de istället själva aktiviteten och de laborativa färdigheterna. Lärarna uttrycker således sina mål olika i olika sammanhang. Lärarna erbjuder laborationer där undersökande arbete förekommer men de utnyttjar inte laborationerna till att skapa förståelse av naturvetenskapens karaktär. Det undersökande arbetet utnyttjas främst för att öka intresset för naturvetenskap och inte för att ge kunskap om metoder för naturvetenskapliga undersökningar. Laborationsinstruktionerna innehåller i stor utsträckning mål för att hjälpa elever att identifiera objekt och att lära sig fakta. Instruktionernas mål stämmer inte alltid överens med lärarnas mål med laborationerna. Resultaten från fallstudierna visar att lärarna ofta har fler mål med laborationerna än de som kommer fram under genomförandet och att lärarnas mål inte alltid överensstämmer med vad eleverna uppfattar som viktigt. Det är inte självklart att det laborativa arbetet i sig medför att eleverna förstår ett visst naturvetenskapligt innehåll, eleverna behöver hjälp att "se vad som är avsett att se". Interaktionerna mellan lärare och elever och mellan elever och elever är mycket viktiga för att eleverna ska uppfatta målen. Mycket av interaktionerna tar sin utgångspunkt i laborationsinstruktionen. Om målen i denna överensstämmer med de mål läraren vill eftersträva underlättar det både för läraren och för eleverna. I avhandlingen diskuteras konsekvenser för undervisningen.

Innehåll

Förord	9
Lista över publikationer	11
Kapitel 1. Inledning	12
Kapitel 2. Bakgrund	14
Mål med laborativt arbete	16
<i>Lärares mål</i>	20
<i>Mål för laborativt arbete i kursplaner</i>	21
Laborationsinstruktioner	23
Implementering av mål	24
Kapitel 3. Syfte och forskningsfrågor	25
Kapitel 4. Forskningsprojektets upplägg, metod och analys	27
Delstudiernas upplägg och empiriskt underlag	27
Intervjuer	28
Videodokumentation	31
<i>Videodokumentationens utförande</i>	31
Fallstudier	33
Analys	33
<i>Analys av intervjuer</i>	34
<i>Analys av laborationsinstruktioner</i>	35
<i>Analys av videomaterial</i>	36
<i>Sammanvägning av resultat från intervju- och videoanalys</i>	37
Kapitel 5. Resultat	39
Lärarnas mål	39
<i>Vilka mål uttrycktes av lärarna i studierna?</i>	39
<i>Mål för specifika laborationer jämfört med laborationsinstruktioner</i>	40
<i>Undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär</i>	41
Implementering av mål	41
<i>Laborationen i biologi</i>	42
<i>Laborationen i kemi</i>	43
<i>Laborationen i fysik</i>	45
<i>Laborationernas genomförande</i>	46
<i>Laborationsinstruktionernas betydelse</i>	47
<i>Elevs uppfattningar om mål</i>	48
Svårigheter med laborativt arbete och skillnader mellan ämnena	49
Kapitel 6. Diskussion	50
Lärarnas mål	50
Implementering av mål	53
Svårigheter med laborativt arbete och skillnader mellan ämnena	56
Konsekvenser för undervisning och vidare forskning	57
<i>Betydelsen av målen</i>	58

<i>Undersökande arbete</i>	58
<i>Naturvetenskapens karaktär</i>	59
Kapitel 7. Sammanfattning av artiklar	60
Artikel I. Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse	60
Artikel II. Implementation of Objectives for Laboratory Work in Secondary School Science.	61
Artikel III. Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction.	62
Artikel IV. Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv	63
Kapitel 8. Summary	65
Referenser	73

Förord

Efter mer än fem års arbete skriver jag nu de sista raderna i avhandlingen. Det har varit år som på många sätt varit lärorika, intressanta, utmanande, spännande och roliga. År som har inneburit hårt arbete och tankemöda och år som även utvecklat mig själv som person. Just möjligheten att träffa och lära känna nya människor, både inom och utom Sverige, att ta del av andras tankar och erfarenheter och att dela med mig av mina egna har varit särskilt betydelsefullt. Många olika känslor infinner sig men mest av allt tacksamhet till alla er som bidragit under vägen fram till denna bok.

Först av allt vill jag tacka mina handledare Christina Ottander och Sylvia Benckert för deras stöd under alla dessa år. Deras engagemang och intresse för mitt arbete har hela tiden känts genuint och de har stöttat mig då jag vilsen förirrat mig in på olika sidospår. Christina har ofta hjälpt mig att ”se vad jag sett” och Sylvia har ofta med precision tvingat mig att ”förklara hur jag menar”.

Jag vill tacka Forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik (FontD), där Helge Strömdahl och Anna Ericsson var de första bland många andra som jag kom i kontakt med. Förutom finansieringen av mitt projekt har de kurser och seminarier som genomförts bidragit till intressanta och stimulerande möten. Dessutom gav det möjlighet att för första gången träffa och samverka med andra doktorander inom mitt forskningsområde. Jag vill särskilt tacka Anders, Annette, Per, Niklas, Carl-Johan, Claes, Pernilla, Magnus, Anders, Roger, Karin, Helena, Gunnar, Anna, Maria och alla andra doktorander för intressanta diskussioner såväl som för de många gånger vi umgåtts och haft trevligt tillsammans.

Under de seminarier där jag lagt fram delar av mitt avhandlingsarbete har värdefull granskning genomförts vilket för varje gång har gett mig vägledning inför fortsättningen. Tack till Margareta Ekborg för ditt bidrag vid mitt 50%-seminarium och tack till Lena Tibell för dina synpunkter vid mitt 90%-seminarium.

Jag vill passa på att tacka mina nya kollegor och vänner på Institutionen för matematik, teknik och naturvetenskap vid Umeå universitet för en uppmuntrande atmosfär och för ert intresse för mitt arbete trots att jag under de senaste åren mestadels dykt upp som gubben i lådan. Jag utelämnar inte någon men jag vill särskilt tacka Helena Näs, som startade sina studier samtidigt som jag, för ditt alltid lika uppfriskande sätt och din ärlighet. Jag har lärt mig mycket av dig även om du kanske inte tror det.

Genom Anna Vikströms försorg drogs jag in i lärarutbildningen vid Luleå tekniska universitet. Det är jag tacksam för idag, eftersom det gav mig möjlighet att lära mig ännu mer i samarbetet mellan oss kollegor på lärarutbildningen. Jag tackar även ännu mer nya vänner vid Institutionen för tillämpad kemi och geovetenskap vid Luleå tekniska universitet för den vardagliga samvaron i lunchrummet, för sällskap under träningspass och för att jag fått möjlighet att uppleva ännu en forskningsmiljö.

Tack till alla mina tidigare kollegor på grundskolan utanför Luleå för att jag tillsammans med er fått erfarenheter från undervisning som haft stor betydelse för att jag över huvud taget startade med avhandlingsarbetet.

Utän alla de lärare och elever som ställt upp under avhandlingsarbetet hade det inte heller blivit någon forskning. Jag vill därför tacka för alla intressanta samtal och diskussioner som vi haft om undervisningen, för de laborationer som jag fått vara med vid och för att allt detta har gett värdefullt underlag till avhandlingsarbetet. Jag hoppas att ni, om ni läser detta, finner att jag har hanterat era bidrag respektfullt och på sätt som gynnar utvecklingen av kunskaper om laborativt arbete.

Det är en lycklig omständighet att både mina föräldrar, Ulla och Curt, och mina svärföräldrar, Ingalill och Sören, har bott så nära mig och min familj under dessa år. Ni har ställt upp med allt det som hör det vardagliga livet till, vilket jag är mycket tacksam för. Jag har fått hjälp att göra det arbete jag behövt göra i avhandlingsarbetet, även på mindre passande tider, jag har fått uppmuntran och stöttning när det känts arbetsamt och ni har alltid varit intresserade av få veta mer om mitt arbete.

Slutligen går mina tankar och min tacksamhet till min kära AnnCharlotte för allt stöd, för din uppmuntran, för tilltron till min förmåga och även för den uppoffring du ibland har gjort genom åren trots att du också har ett krävande arbete. Det är inte alltid jag har varit så närvarande som man kanske kan förvänta sig av en familjefar, varken fysiskt eller mentalt, men det finns möjligheter att detta kommer att förbättras. Jag tillägnar avhandlingen mina barn Oskar, Isak, Johanna och Ludwig. Mitt intresse för mitt arbete är stort, men mina barn kommer alltid att vara mitt hjärta närmast.

Södra Sunderbyn, mars 2009

Per Högström

Lista över publikationer

- Artikel I: Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (2005). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *Nordina*, 5, s. 54-66.
- Artikel II: Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (2008). Implementation of Objectives for Laboratory Work in Secondary School Science. (Paper presented at the 81st NARST Annual International Conference, 010408, Baltimore, MD, US)
- Artikel III: Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (Resubmitted to *Research in Science Education*). Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction.
- Artikel IV: Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (Insänd till *Nordina*). Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv.

Kapitel 1. Inledning

Min väg in i avhandlingsarbetet växte fram under i mitt arbete som NO-lärare för elever i grundskolans senare år. Jag hade möjligheten att under några år jobba på en kommunal grundskola som satsade särskilt på att elever skulle ha inflytande över sitt eget lärande i alla ämnen. Det innebar att mycket av skolarbetet lades upp utifrån gemensamma planeringar av arbetsområden mellan lärare och elever. Målen för skolarbetet formulerades i samförstånd, där hänsyn togs till vad lärarna ansåg viktigt att inkludera, elevernas tidigare erfarenheter, elevernas önskemål och till kursplanerna. I arbetsområdena ingick NO och min efterföljande planering av enskilda arbetspass, lektioner och laborationer skedde med bakgrund i arbetsområdets mål.

Jag hade uppfattningen att laborativt arbete var viktigt för att främja elevers lärande i och om naturvetenskap, och även att elevernas sätt att skaffa sig sådana kunskaper kunde utvecklas. Av den anledningen var det viktigt att laborationerna kunde motiveras i undervisningen, att de skulle ha särskilda mål, vilket inte alltid var så enkelt att åstadkomma. Laborationer som vanligtvis ”brukade fungera”, eller laborationer som ”alla gör”, passade inte alltid in i de sammanhang som avgränsade arbetsområdena. Att det laborativa arbetet innefattade så olika aspekter gjorde att jag emellanåt hade svårt att finna lösningar där det var tydligt hur de enskilda laborationerna hängde ihop med arbetsområdena. Det kunde ofta resultera i att det genomfördes laborationer med begränsade mål, som till exempel syftade till att eleverna skulle lära sig hantera viss utrustning eller observera ett visst fenomen. Det var inte lika lätt att förbereda laborationer som i högre utsträckning kombinerade mål för det laborativa arbetet med mål för arbetsområdet och på så vis motiverade varför laborationerna var viktiga att göra. Det handlade om att de idéer jag hade och de förväntningar som ställdes av mig på laborationerna inte alltid kunde formuleras så att de kom överens med elevernas föreställningar, förväntningar eller idéer. Detta var ett mönster som upprepades för varje nytt arbetsområde. Alltför många av de elever jag mött i mitt arbete som lärare i naturvetenskap ville oftare ta reda på vad de måste göra för att bli klara eller ha kul, istället för att fundera över hur de skulle kunna använda laborationerna för att utveckla sin egen kunskap. Men vad detta berodde på kunde jag inte förklara, bara anta och diskutera med andra NO-lärare. Trots mina ansträngningar att utveckla det laborativa arbetet var det svårt att förändra elevernas inställning till det laborativa arbetet och deras agerande under genomförandet. Hos mig väcktes ett intresse av att förstå på vilket sätt laborationer skulle kunna göras mer betydelsefulla i NO-undervisningen.

Avhandlingens två huvudsyften är att undersöka och beskriva vilka mål NO-lärare i grundskolans senare år har för det laborativa arbetet och hur målen förverkligas i skolpraktiken. Jag hoppas att på det viset rikta uppmärksamhet mot det laborativa arbetet i grundskolans senare år och belysa hur det laborativa arbetet kan erbjuda möjligheter att utveckla elevers kunskaper i och om naturvetenskap.

I denna avhandling innefattar laborativt arbete en praktisk verksamhet som genomförs av elever och lärare tillsammans i klassrum eller motsvarande. Det laborativa arbetet har anknytning till biologi, fysik, kemi eller en kombination av dessa ämnen. Simuleringar med datorprogram innefattas inte i det laborativa arbete som undersöks i avhandlingens studier. Under laborationernas genomförande kan naturvetenskapliga begrepp och processer illustreras och diskuteras. Det kan göras genom att eleverna löser olika problem med hjälp av lärarens handledning och/eller av en laborationsinstruktion.

Min erfarenhet är att den enskilde läraren spelar en stor roll i den naturvetenskapliga undervisningen och i synnerhet för det laborativa arbete som genomförs. Detta har också har styrt datainsamlingsmetoderna för de fyra studier som ingår i avhandlingen. Jag anser att en viktig källa till information om vad laborativt arbete kan innebära och hur det kan uppfattas finns att hämta från intervjuer med både lärare och elever och videoinspelning av laborationer. Alla lärare som deltagit i studierna har erfarenhet från laborativt arbete i alla NO-ämnen och de har beskrivit och genomfört klassrumsbaserade laborationer.

Kapitel 2 ger en bakgrund till laborativt arbete i både svenskt och internationellt sammanhang. Där beskrivs mål med laborativt arbete ur olika perspektiv, såväl generellt som mer specifikt utifrån lärare, kursplaner, laborationsinstruktioner och hur mål kan förverkligas (implementeras) under genomförandet. I kapitel 3 beskrivs avhandlingens två huvudsyften och de forskningsfrågor som ligger till grund för delstudierna. Kapitel 4 beskriver de metoder som använts i delstudierna, hur delstudierna genomförts och hur informationen har analyserats. I kapitel 5 redovisas delstudiernas resultat och hur de besvarar avhandlingens övergripande frågor. Delstudiernas huvudresultat sammanfattas, diskuteras och relateras till tidigare forskning i kapitel 6, där också konsekvenser för undervisning beskrivs. I Kapitel 7 sammanfattas de fyra delstudierna och i kapitel 8 sammanfattas avhandlingen på engelska.

Kapitel 2. Bakgrund

Mycket kunskap om naturen och dess fenomen har uppkommit med hjälp av experiment och observationer. Undersökande arbete och laborativt arbete ses därför som en naturlig och betydande del av den naturvetenskapliga undervisningen. Laborationer uppskattas också för sin förmåga att illustrera fenomen, att entusiasmera elever och väcka intresse och nyfikenhet.

Under de senaste årtiondena har laborativt arbete fått mycket uppmärksamhet i forskning om skolans undervisning i naturvetenskap (Hofstin & Lunetta, 2004; Lazarowitz & Tamir, 1994; Lunetta, 1998; Millar, Tiberghien & Le Maréchal, 1999; Tiberghien et al., 2001; Welzel et al. 1998). Lazarowitz och Tamir (1994) har i en översikt sammanfattat 37 artiklar mellan åren 1954-1990. De beskriver att mycket forskning handlat om att försöka förstå på vilket sätt det laborativa arbetet är viktigt i undervisningen. I en översiktsartikel som kom ut tio år senare diskuterar Hofstein och Lunetta (2004) de 20 senaste årens forskning om laborativt arbete i skolpraktiken och sammanställer mål som de anser är viktiga. Det går, utifrån sammanställningen av Lazarowitz och Tamir (1994) och utifrån den senare gjorda översikten av Hofstein och Lunetta (2004), att se att det finns en pågående diskussion om vilka mål som är viktiga och hur de ska komma eleverna tillgodo i den laborativa undervisningen. Lunetta (1998) är inne på samma linje och diskuterar, utifrån ett historiskt perspektiv på laborationer i den naturvetenskapliga undervisningen, betydelsen av ett bättre sammanhang mellan målen och den laborativa praktiken än det som verkar vara rådande i undervisningen. Ett större Europeiskt projekt, Labwork in Science Education (LSE), startade under 90-talets senare hälft i samarbete mellan sex Europeiska länder. Avsikten var att genomföra ett flertal undersökningar på gymnasie- och universitetsnivå som kunde klargöra och särskilja viktiga mål för laborativt arbete, både vilka mål som anses viktiga av lärare och vilka mål som framträder i laborationsinstruktioner (eg. Millar et al., 1999; Tiberghien et al., 2001; Welzel et al. 1998).

I tidigare försök att definiera laborativt arbete i den naturvetenskapliga undervisningen var kopplingen stark till en särskild plats, laborationssalen, där traditionella föreläsningar av fenomen genomfördes och där de kokbokslänkande laborationerna fick stort utrymme (Lunetta, 1998). Till exempel använder Derek Hodson (1988) termen "Laboratory bench work" (ibid., s. 54) vilken har en uppenbar anknytning till laborationssalen när han beskriver vad som ingår i laborativt arbete. Hodson (1988) skiljer på praktiskt arbete, laborativt arbete och experiment och visar en hierarkisk åtskillnad där experimenten är en del av det laborativa arbetet som i sin tur

är en del av det praktiska arbetet och alltsammans är en del av naturvetenskapliga undervisnings- och inlärningsmetoder. Även Hegarty-Hazel (1990) anammar denna hierarkiska indelning och att laborationer har kopplingar till en för ändamålet anvisad plats. Laborativt arbete är:

”a form of practical work taking place in a purposely assigned environment where students engage in planned learning experiences, and interact with materials to observe and understand the phenomena. (Some other forms of practical work such as field trips are thus excluded)” (ibid. s. 4).

Under senare år påpekas å andra sidan att laborativt arbete kan innehålla en bred variation av sätt att arbeta med naturvetenskap som inte bara ska styras av att det finns en utrustad sal. Istället är det arbetets mål och kunskapsinnehållet som i högre grad ska beaktas när laborativt arbete genomförs av elever (Jenkins, 1999; Lunetta, 1998). Gyllenpalm et al. (2007) visar i en intervjustudie med NO-lärare i grundskolans senare år att det kan finnas osäkerhet om en laboration är ett experiment eller tvärtom, vilket i högre grad handlar om ordens betydelse för de enskilda NO-lärarna än vad orden i sig står för. I en avhandling om fysiklaborationer i grundskolan visar Gunnarsson (2008) att lärare och elever använder termerna experimentera och laborera synonymt. De gör ingen åtskillnad i det språk som används i klassrumssituationerna och det indikerar att den hierarkiska åtskillnaden mellan laboration och experiment är mindre viktig. Det är inte helt lätt (snarare svårt) att definiera vad en laboration är. I vissa fall kan en laboration, ett experiment och praktiskt arbete betyda samma sak. Två särskilt utmärkande aspekter kan uttydas då laborativt arbete i naturvetenskaplig undervisning diskuteras: det ska alltid ha ett utbildningssyfte; det ska alltid låta eleven vara aktiv.

För NO-lärare i grundskolan behöver det inte vara viktigt att få en definition av laborativt arbete. Det är viktigare vad som ska utföras och hur det ska utföras, vilket leder till själva genomförandet av laborationerna och vad eleverna kan lära sig av dessa. Under laborationer i grundskolans senare år är samtal och interaktioner mellan såväl lärare som elever vanliga och vad som händer under laborationerna har studerats tidigare (Eskilsson, 1999; 2008; Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist, 1997; Tobin; 1986; Wickman & Östman, 2002). Säljö och Bergqvist (1997) visade i en undersökning att eleverna hade svårt att förstå den fysiklaboration de genomförde. I en studie av Wickman och Östman (2004) konstaterades att eleverna, när de inte frågade läraren, resonerade i vardagliga termer då de i en laboration undersökte humlors anatomi. Elevernas undersökningar ledde inte automatiskt till att de lärde sig använda naturvetenskapliga termer. I diskussioner omkring det som genomförs, genom reflekterande över observationer och genom användande av olika sätt att kommunicera (t.ex. med tal, skrift, skisser och

gester) gynnas elevernas lärande av den naturvetenskap som behandlas under laborationerna (Säljö & Bergqvist, 1997). Att eleverna på egen hand lär sig naturvetenskapliga teorier och naturvetenskapligt tänkande genom att göra observationer under en laboration är inte rimligt att anta. Det är en intellektuell process som kräver hjälp och handledning av läraren (Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002). Detsamma påpekas också i översikter om vad som är betydelsefullt för att det laborativa arbetet ska hjälpa eleverna att lära sig naturvetenskap (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Duschl & Osborne, 2002).

I Säljö och Bergqvists (1997) studie framgick att eleverna saknade de nödvändiga kunskaperna och att eleverna inte heller lärde sig dessa genom det laborativa arbetet. Tobin (1986) påpekar, utifrån observationer av 15 lärares undervisning, att elever inte lär sig så mycket av det laborativa arbetet. En motsvarande bild ges av eleverna själva i en rapport om grundskolans naturvetenskap (Andersson, Bach, Olander & Zetterqvist, 2004). Författarna visar, med utgångspunkt i enkäter till elever, att dessa inte tycker att experiment är särskilt värdefulla när det gäller det egna lärandet. Eleverna ser helst att läraren berättar och förklarar. Även Lindahl (2003) visar, utifrån en stor mängd intervjuer med elever mellan skolår fem till nio, att elever emellanåt ifrågasätter om de lär sig så mycket. Likafullt uppskattar elever särskilt de laborativa delarna i den naturvetenskapliga undervisningen. Allra roligast är kemi, sen kommer fysik. En del elever klagar däremot på att de får göra för lite laborationer i biologi (Lindahl, 2003). Diskussioner mellan lärare och elever är viktiga för att eleverna ska lära sig av laborationerna (Eskilsson, 1999; Driver et al., 1994; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002). Under laborationerna ska eleverna sätta sig in i den uppgift de ska genomföra, den utrustning de ska använda och få fram resultat från de laborativa undersökningarna (White, 1996). Lärarna ska förbereda såväl mål för laborationerna som själva genomförandet, utifrån både finansiella och materiella förutsättningar (Tiberghien et al., 2001). Tidigare forskning visar att det finns många faktorer som medför att laborativt arbete tar tid att genomföra. Bristande tid kan således påverka både förberedelser, mål och genomförande av laborationer.

Mål med laborativt arbete

Utifrån den litteratur som beskriver viktiga mål med laborativt arbete kan konstateras att det genom åren har gjorts flertalet försök att lista dessa men man har aldrig varit fullständigt överens om vilka mål som anses viktiga, eller om vissa mål är viktigare än andra (Hofstein & Lunetta, 2004; Hult, 2000; Johnstone & Al-Shuaili, 2001; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Johnstone och Al-Shuaili (2001) visar till exempel, genom att jämföra

tidigare forskning, att en del mål kan vara viktiga för laborationer i fysik, medan samma mål inte alls är lika viktiga för laborationer i biologi eller kemi.

Wellington (1998) undersökte vad 48 nyblivna lärarstudenter angav för argument för det laborativa arbetet och Jenkins (1999) granskade tidigare forskning i försök att ge en generell bild över viktiga mål. Båda författarna delar upp generella mål med laborativt arbete på liknande sätt. Tre huvudsakliga områden med sinsemellan olika syften framträder. Det första anknyter till utveckling av *kunskap och förståelse*, det andra till *attityd och motivation* och det tredje till *laborativa färdigheter och arbetsätt*. I området kunskap och förståelse anses laborationer bidra till en ökad förståelse av naturvetenskapliga begrepp, fenomen och modeller. Mål med anknytning till attityd och motivation anses utveckla elevers intresse för naturvetenskap genom att eleverna får konkreta erfarenheter av det laborativa arbetet. Det handlar om mål för att skapa uppskattning och positiva attityder genom att skola in eleverna i den naturvetenskapliga kulturen. Det tredje området, laborativa färdigheter, handlar om att eleverna ska lära sig hantera laborativ utrustning som olika typer av mätinstrument. Dessutom handlar det om att eleverna ska utveckla sina förmågor att observera, väga, mäta, beskriva, argumentera, mm.

Hofstein och Lunetta (2004) konstaterar i sin översikt att det finns ett antal övergripande och viktiga mål för allt laborativt arbete men de kan ha olika betoning beroende vilket laborativt arbete som ska genomföras i den naturvetenskapliga undervisningen. Några av de mål som lyfts fram inkluderas i de tre tidigare beskrivna områdena. I området laborativa färdigheter och arbetsätt inkluderar Hofstein och Lunetta (2004) även att elevernas problemlösningsförmåga ska utvecklas. Förutom dessa mål beskrivs två ytterligare mål. Elever ska utveckla kunskap om metoder för naturvetenskapliga undersökningar som innebär att de ska lära sig hur fenomen i naturen systematiskt kan undersökas genom att föreslå och testa hypoteser och underbygga sina slutsatser med belägg från undersökningar, dvs. arbetsätt som kan liknas med forskares arbete. Detta beskrivs i engelskspråkig litteratur som "scientific inquiry" och benämns i fortsättningen *undersökande arbete*. Elever ska också utveckla förståelse av naturvetenskapens karaktär, som i engelsk litteratur beskrivs som "nature of science". En utförligare beskrivning av begreppen och deras betydelse för det laborativa arbetet ges nedan.

Det visar sig utifrån den forskning som redovisar, diskuterar, listar och definierar mål för laborativt arbete att det är en ständigt pågående process. Enligt den senaste översikten, som är genomförd av Lunetta et al. (2007),

har kunskapen om betydelsen av målen utvecklats märkbart under de senaste årtiondena. Den forskning som bedrivs har i allt större utsträckning lagts på aspekter som associeras till elevers lärande av laborativt arbete, dvs. mer forskning är inriktad på skolpraktiken och vad som händer under laborationens genomförande istället för att diskutera exempelvis definitioner av laborativt arbete. Detta ligger också i linje med den önskade utvecklingen som Lazarowitz och Tamir (1994) argumenterat för. Nedan utgår jag från de mål som presenteras i tidigare forskning för att summera och illustrera de mål som just nu anses viktiga att eftersträva. Laborativt arbete ska hjälpa eleverna utveckla:

- kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen
- praktiska laborativa färdigheter inklusive problemlösningsförmåga och argumentation
- förståelse av forskares vetenskapliga arbetssätt
- intresse och motivation
- förståelse av det undersökande arbetets metoder och av naturvetenskapens karaktär

Det undersökande arbetet är en metod som alltmer förespråkas i forskning om naturvetenskaplig undervisning i allmänhet (Abd-El-Khalick et al., 2004; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Abd-El-Khalick et al. (2004) visar att undersökande arbete har betydande utrymme i styrdokumentet för flera länders naturvetenskapliga undervisning, men vad som menas med undersökande arbete varierar i de olika länderna. Schwartz et al. (2004) följde 13 lärarstudenter och deras utveckling av förståelse för naturvetenskapens karaktär genom användning av undersökande arbete i autentiska forskningsmiljöer. Resultaten visade att undersökande arbete, om det genomfördes såsom det är tänkt, var gynnsamt för att lärarstudenterna skulle utveckla sin förståelse för naturvetenskapens karaktär. I två Europeiska rapporter om forskning i naturvetenskaplig undervisning argumenteras det för att undersökande arbetssätt är effektivt för att väcka elevernas intresse för naturvetenskap, eftersom det låter eleverna ställa egna frågor (EU, 2007; Osborne & Dillon, 2008).

Det undersökande arbetet ingår som en viktig del av det laborativa arbetet för att elever ska förstå och kunna använda sig av metoder som kännetecknar forskares vetenskapliga arbetssätt (Chinn & Malhotra, 2002; Hofstein & Lunetta, 2004; Lunetta et al., 2007). När det genomförs i form av laborativt arbete innefattar det att eleverna ställer egna frågor, föreslår hypoteser, söker information, observerar, föreslår förklaringar och förmedlar resultat (Chinn & Malhotra, 2002; Domin, 1999; Hofstein & Lunetta, 2004). Ett sådant arbetssätt ger eleverna mer kontroll över sitt eget laborativa

arbete, utvecklar deras tänkande och tränar deras förmåga att agera på ett sätt som kan liknas vid en vetenskaplig undersökning (Chinn & Malhotra, 2002; Hodson, 1996; Johnstone & Al-Shuaili, 2001). Det undersökande arbetet handlar således om att eleverna ska formulera och genomföra undersökningar inom områden där varken förfarande eller utfall är bestämt i förväg.

Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar och Duschl (2003) har genom en Delphi-studie kommit fram till att *naturvetenskapens karaktär* kan delas upp i tre huvudområden: vad naturvetenskaplig kunskap är; vilka naturvetenskapliga metoder som används; social praktik inom naturvetenskapen. Områdena inkluderar således (och sammanfattar) kunskap om hur naturvetenskaplig kunskap uppkommer och hur forskare arbetar. Lederman (1999; 2007) anser att det inte finns någon enhetlig överenskommelse om hur naturvetenskapens karaktär ska definieras. Det indikerar att diskussioner om naturvetenskapens karaktär möjligen är viktigare än att definiera den. I ett kapitel i *Handbook of research on science education* beskriver Norman Lederman (2007) de grundläggande aspekter som är återkommande då naturvetenskapens karaktär diskuteras. I naturvetenskapens karaktär innefattas, enligt Lederman (2007), en *social och kulturell kontext*, där naturvetenskap används och utvecklas under påverkan av omgivande faktorer samtidigt som dessa påverkas tillbaka. Naturvetenskapliga kunskaper är *subjektiva* eftersom naturvetenskapen delvis är en *produkt av mänskliga föreställningar och kreativitet*, såsom påhittade modeller över fenomen i naturen. Individens förkunskap, erfarenhet, förväntningar etc., visar sig då naturvetenskapliga problem ska undersökas. Hur en individ genomför sina undersökningar, vad denne observerar och hur observationer tolkas påverkas således av de föreställningar individen har innan. Naturvetenskaplig kunskap ska inte heller betraktas som absolut och/eller cementerad, istället har den *en benägenhet att förändras*, genom att nya teorier eller ny teknik gör utförligare tolkningar av tidigare observationer möjliga. Data och observationer är en annan viktig aspekt, då naturvetenskaplig kunskap ska vara *empiriskt baserad* för att kunna förändra en tidigare teori eller bygga upp nya generella sammanhang.

Lederman (1999) studerade fem biologilärares förståelse och användning av naturvetenskapens karaktär i undervisningen med hjälp av en fallstudie. Resultaten visade att naturvetenskapens karaktär sällan beaktades när lärarna planerade sina lektioner eller gav instruktioner till eleverna. I en studie av två lärares undervisning visar Schwartz och Lederman (2002) att lärarnas egna kunskaper i ämnet de undervisade i, påverkade deras förmåga att hjälpa elever utveckla kunskaper om naturvetenskapens karaktär. Det handlar således om att en mer utvecklad kunskap i naturvetenskap medför

en mer utvecklad förmåga att lyfta upp och bearbeta kunskaper om naturvetenskap. Lunetta et al. (2007) påpekar att både lärare och elever har en relativt begränsad kunskap om naturvetenskapens karaktär, vilket i sin tur kan komma i konflikt med lärande av just dessa kunskaper vid laborativt arbete. Begränsade kunskaper om naturvetenskapens karaktär, eller begränsad kunskap om hur dessa ska implementeras och förmedlas hos lärare medför ofta att laborativt arbete till stor del handlar om att illustrera fenomen eller att hjälpa elever förstå ett visst begrepp (Leach, 1998). Resultat från undersökningar om hur lärare använder sin nyvunna kunskap om naturvetenskapens karaktär visar att den undervisning som redan bedrivs är svår att byta ut (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Lederman, 2007).

Lärares mål

Jenkins (2006) anser att lärare ställer upp mer eller mindre medvetna mål hela tiden, så även för det laborativa arbetet. Lärares mål är utgångspunkten för den undervisning som bedrivs och påverkar lärarens val av laborationer. Vad eleverna har möjlighet att lära sig genom det laborativa arbetet är beroende av vilka mål som ska uppnås.

Det kan konstateras att det inte finns många studier som undersöker vilka generella mål med laborativt arbete lärare har och som beskriver dessa i förhållande till de mål som under senare år kommit att bli viktiga. I synnerhet finns det en begränsad mängd forskning som undersöker och visar hur lärare i grundskolans senare år beskriver målen med det laborativa arbetet. En av studierna i LSE-projektet utgick från enkätundersökningar med gymnasie- och universitetslärare och redovisade vilka mål lärarna ansåg viktiga (Welzel et al. 1998). En första enkät användes för att ge lärare möjlighet att beskriva sina mål för laborativt arbete. De mål som efterfrågades var avsedda att vara generella och således inte relaterade till en viss undervisningssituation eller en viss laboration. En andra enkät användes för att lärarna skulle få möjlighet att rangordna målen. Inför rangordningen hade fem kategorier av mål sammanställts utifrån resultaten från den första enkäten:

- A. länka teori till praktik
- B. experimentella färdigheter
- C. naturvetenskapligt tankesätt
- D. motivation, personlig utveckling och social kompetens
- E. utvärdering av kunskaper

Resultaten från studien av Welzel et al. (1998) visar att lärare anser att mål i kategori A – C är de viktigaste att eftersträva. Kategori A och dess innehåll motsvaras av det första viktiga målet som beskrivits ovan, att utveckla kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Kategori B och dess innehåll motsvaras av praktiska laborativa färdigheter inklusive problemlösningsförmåga och argumentation. Kategori C motsvaras av förståelse av de undersökande arbetets metoder. I en jämförelse är det så långt relativt god samstämmighet mellan lärarnas rangordning och de mål som just nu anses viktiga.

Kategori D är en sammanslagning av mål med olika aspekter: motivation, personlig utveckling och social kompetens. Här innefattas alltså intresse och motivation, men Welzel et al. (1998) anser att en uppdelning av denna kategori (D) skulle överskatta den sociala aspekten av mål med laborativt arbete. Sociala mål, som att bygga upp elevernas självförtroende och att utveckla deras samarbetsförmåga kan alltså finnas med i målen för laborationer. Millar och Osborne (1998) anser att det inte är fel att ha sociala mål, men att dessa inte kan användas för att rättfärdiga det laborativa arbetet. Sociala mål bör alltså inte vara det som motiverar vad som ska genomföras inom ett visst kunskapsområde, eftersom fokus då flyttas från inläring av exempelvis begrepp till personlig utveckling (ibid.). Det finns enligt White (1996) både bättre och billigare metoder än laborationer för att utveckla elevernas samarbetsförmåga och självförtroende, även om båda dessa kan vara pedagogiska sidovinst. Kategori E motsvaras inte av något av de mål som anses viktiga just nu. Detta visar att när lärare utfrågas om sina mål kan de uttrycka sådant som är förknippat med vad laborationerna kan användas till, inte bara vad de ska användas för. Laborativt arbete kan användas till att utvärdera elevernas kunskaper

Sammanfattningsvis är de mål som beskrivits tidigare inte fullt ut samstämmiga med de mål som uttrycks av lärare, även om det finns likheter.

Mål för laborativt arbete i kursplaner

I Lager-Nyqvists (2003) avhandling hur lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll, visas en genomgång av kursplaner för den Svenska grundskolan mellan åren 1962-2000. Utifrån denna redovisning konstaterar Lager-Nyqvist (2003) att kursplanernas formuleringar av mål för det laborativa arbetet i vissa avseenden har förändrats genom åren. Att laborationer ska öka elevers intresse för naturvetenskap står fast. Däremot beskrivs att målen med praktiskt arbete och laborationer har förändrats från att laborationerna ska ge eleverna möjligheter att förstå teoretiska begrepp och upptäcka samband (1962, 1969) till att de ska ge

insikter om naturvetenskapligt arbetssätt och förståelse av naturvetenskap som en mänsklig konstruktion (1994, 2000) (ibid., s. 43). Resultaten visar att ingen av lärarna som ingick i studien uttryckte mål för laborativt arbete med anknytning till att elever ska få kunskaper om "det naturvetenskapliga arbetssättet".

Den starkaste kopplingen till laborativt arbete i dagens kursplaner för naturorienterande ämnen finns i en av de tre centrala aspekterna i kursplanerna: *Kunskap om den naturvetenskapliga verksamheten*. Denna aspekt omfattar kunskap om naturvetenskap som en mänsklig företeelse med arbetsmetoder formade ur behovet att göra naturen och dess fenomen begripliga. Mål att uppnå i slutet av det nionde skolåret i naturorienterande ämnen gäller för all undervisning i naturvetenskap och beskriver de grundläggande förväntningarna på undervisningen. Det är tydligt att det laborativa arbetet är en viktig del av den naturvetenskapliga undervisningen. Beträffande den naturvetenskapliga verksamheten beskrivs att elever skall:

"- ha kunskap om det naturvetenskapliga arbetssättet samt kunna redovisa sina iakttagelser, slutsatser och kunskaper i skriftlig och muntlig form,

- ha insikt om växelspelet mellan utveckling av begrepp, modeller och teorier å den ena sidan och erfarenheter från undersökningar och experiment å den andra" (Skolverket, 2000, s. 49-50)

De i kursplanerna utformade målen handlar inte bara om att eleverna genom observationer, mätningar och experiment ska lära sig naturvetenskapliga fakta. Även andra mål lyfts fram, som att undervisningen ska sträva mot att eleverna utvecklar kunskap om hur experiment utformas utifrån naturvetenskapliga teorier och hur detta i sin tur leder till att teorierna förändras. Undervisningen ska ge naturvetenskaplig bildning och kunskap om de naturvetenskapliga ämnenas karaktär. Till målen som beskrivs ovan ska hänsyn tas vid bedömning av elevers kunskaper i naturvetenskap. I kursplanens betygskriterier för betyget väl godkänt står följande skrivet:

"Eleven deltar vid planering av en undersökning samt bidrar till dess utvärdering." (Skolverket, 2000, s. 63)

För mycket väl godkänt säger kriteriet att:

"Eleven planerar, genomför, utvärderar och dokumenterar en undersökning." (Skolverket, 2000, s. 63)

För mycket väl godkänt framskrivs således att eleverna ska utveckla färdigheter i att till exempel kunna planera och genomföra undersökningar

och att kritiskt analysera dessa. Alla dessa aspekter ingår i undersökande arbete som det beskrivits i denna avhandling.

Det är tydligt i kursplanernas målbeskrivningar att laborativt arbete ska vara en viktig del av den naturvetenskapliga undervisningen. Det är däremot inte lika tydligt att laborativt arbete även är en del av undervisningen som ska utveckla elevernas förståelse av naturvetenskapens karaktär eller undersökande arbete. Det tolkningsutrymme som kursplanen medger kan medföra att naturvetenskapens karaktär får litet utrymme i skolpraktiken. I en undersökning av lärares tolkningar av de Nya Zeeländska kursplanerna visas att naturvetenskapens karaktär behandlas i liten utsträckning (Hipkins, Barker & Bolstad, 2005). Det krävs både kunskap och erfarenhet för att planera och genomföra laborationer som följer alla anvisningar i kursplanerna (Lager-Nyqvist, 2003). Då laborativt arbete är en central del i kursplanerna är det en relevant fråga att studera hur tolkningar omsätts i praktiken.

Laborationsinstruktioner

I många laborativa aktiviteter som genomförs i skolan spelar instruktioner, manualer, arbetsböcker eller liknande en central roll för elevernas arbetssätt och lärande (Lunetta, 1998). De spelar även roll för hur lärare formulerar sina mål då det visats att läroböckernas förslag på laborationer och experiment är betydande i undervisningen (Lager-Nyqvist, 2003). Hofstein och Lunetta (2004) skriver att det eleverna ser och hur de agerar påverkas av hur laborationsinstruktionerna som används i undervisningen är upplagda:

“[S]tudents’ perceptions and behaviors in the science laboratory are greatly influenced by teachers’ expectations and assessment practices and by the orientation of the associated laboratory guide, worksheets, and electronic media.” (ibid., s. 49).

Millar et al (1999; 2002) har i LSE-projektet arbetat fram ett klassifikations-schema för att kvalitativt analysera ämnestypiska instruktioner för laborativt arbete. Författarna utgår från att laborationsinstruktionerna har betydelse och undersöker på vilket sätt dessa stämmer överens med lärarens mål och vad det får för betydelse för elevernas lärande. Resultaten visar bland annat att det eleverna lär sig *är* kopplat till vad laborationsinstruktionerna syftar till (Millar et al, 1999; 2002). En annan undersökning i LSE-projektet analyserade 165 laborationsinstruktioner som användes i undervisningen i kemi, fysik och biologi. Studien redovisade att det finns en tendens att laborationsinstruktioner som syftar till att eleverna ska använda föremål eller andra material, eller att de ska observera händelser är vanligast. En förklarande instruktion är alltså väldigt dominerande i de laborationsinstruktioner som vanligtvis förekommer i skolan (Tiberghien et al., 2001).

Implementering av mål

Berry, Mulhall, Gunstone och Loughran (1999) genomförde en studie med elever från senare år i Australien. Resultaten visade, utifrån klassrumsobservationer och intervjuer, att elever sällan förstod varför de skulle göra laborationer eller på vilket sätt laborationen var sammankopplad med den naturvetenskapliga undervisningen i övrigt. För att eleverna ska vara mer än bara "aktiva" är det enligt Berry et al. (1999) viktigt att lärare konsekvent kommunicerar laborationernas mål och hjälper eleverna se hur laborationerna utvecklar deras kunskaper.

Det finns studier som undersökt hur särskilda mål lyfts fram i undervisningen och på vilket sätt de implementeras. I en fallstudie av Hart, Mulhall, Berry, Loughran och Gunstone (2000) studerades en lärare, hennes 22 elever och den undervisning som genomfördes i ett sex veckor långt laborativt projekt. Läraren i studien hade ett mål som var explicit under hela projektet: att utveckla elevers förståelse av naturvetenskapligt sätt att arbeta för att fastställa naturvetenskapliga kunskaper. Projektet gav eleverna i grupp möjlighet att välja, planera och genomföra laborationer inom flera olika områden i kemi. Laborationernas resultat skulle också förmedlas mellan elevgrupperna, eleverna skulle argumentera för resultaten och de laborativa undersökningar som genomförts skulle kunna upprepas, med samma eller motsvarande resultat, av de andra elevgrupperna. Hart et al. (2000) visar att för tre av de fyra grupperna ökade elevernas förståelse, dvs. lärarens mål implementerades i hög grad. Dessutom konstaterade författarna att eleverna med detta sätt att arbeta även lärde sig naturvetenskapliga kunskaper, praktiska färdigheter och vikten av samarbete.

Abrahams och Millar (2008) observerade lärares och elevers arbete under 25 olika laborationer i biologi, kemi och fysik i åtta grundskolor i Storbritannien. Urvalet grundades på laborativt arbete representativt för undervisningen i naturvetenskap i dessa skolor. Målen för laborationerna uttryckte lärarna i intervjuer eller i samband med laborationerna. Resultaten visade att de laborationer som genomfördes hjälpte eleverna uppnå vissa mål, som att lära sig praktiska färdigheter. Mål som handlade om att eleverna skulle reflektera över de bakomliggande idéerna för laborationerna och hur de sammanföll med den övriga undervisningen uppnåddes däremot i liten utsträckning. Abrahams och Millar (2008) visar att lärarna, trots att det under flera av laborationerna fanns möjligheter till exempelvis reflektion över resultatens jämförbarhet med naturvetenskaplig teori, ofta missade att ta upp det med eleverna. Det "konsekventa kommunicerandet av målen" som lyfts fram av Berry et al. (1999) infann sig inte vilket visade sig få konsekvenser för vilka mål som implementeras.

Kapitel 3. Syfte och forskningsfrågor

Det finns idag undersökningar som beskriver vad lärare vill uppnå med det laborativa arbetet och forskning inriktad på att få kunskap om hur mål implementeras och vilken betydelse det laborativa arbetet har för elevers lärande i naturvetenskap. Det är dock främst studier från USA och övriga Europa som finns beskrivna i de internationella forskningsöversikterna. Det saknas sådana undersökningar som även inkluderar Sverige och hur förhållanden i Sverige kan relateras till den internationella forskningens resultat. Denna avhandling avser att uppmärksamma och belysa laborativt arbete i grundskolans senare år, särskilt med avseende på lärarnas mål och hur målen förverkligas i skolpraktiken. Jag undersöker därför vad lärarna vill uppnå med det laborativa arbetet och hur deras mål förhåller sig till internationell forskning om mål med laborativt arbete. I avhandlingen undersöks också hur lärarnas mål implementeras i laborationer, hur interaktionerna påverkar vad eleverna uppfattar som viktigt att lära sig och vilka lärandeefvenheter eleverna får från laborationer. Avhandlingen har således två huvudsyften. Det ena är att ge en beskrivning av de mål som lärare i den svenska grundskolans senare år anser viktiga. Det andra syftet är att genom illustrativa exempel beskriva hur laborationer som genomförs i skolpraktiken kan förverkliga de uppsatta målen.

Det första huvudsyftet innefattar undersökningar om vad lärarna vill uppnå, vilka svårigheter de ser och om det finns skillnader mellan de olika ämnena biologi, fysik och kemi. Dessutom innefattar undersökningarna om det framförs mål med anknytning till undersökande arbete och till naturvetenskapens karaktär. Det andra syftet är att undersöka i vilken utsträckning målen uppfylls i skolpraktiken. Det innefattar hur målen framträder i laborationsinstruktioner, i lärarnas introduktion av laborationen och i interaktioner med eleverna. Dessutom undersöks hur interaktioner under laborationerna bidrar till det eleverna kan lära sig och vad eleverna uppfattar som viktigt att lära sig.

Den första och den fjärde studien undersöker lärarnas mål med utgångspunkt i intervjuer med lärare. Den andra och tredje studien undersöker med hjälp av två fallstudier hur lärares mål implementeras. De fyra delstudier som ingår i avhandlingen behandlar följande specifika forskningsfrågor:

Artikel I:

- Vilka mål med laborativt arbete i allmänhet lyfts fram av lärare?
- Vilka mål framträder då lärarna beskriver konkreta laborationer som de använder i sin NO-undervisning?
- Hur framträder målen i de skrivna laborationsinstruktionerna?

Artikel II:

- Vilka var lärarens mål med laborationen och vilka mål framträdde i laborationsinstruktionen?
- Vilka mål blev synliga i lärarens introduktion till laborationen och vilka mål blev synliga i lärarens och elevers interaktioner under det laborativa arbetet?
- På vilket sätt sammanföll de mål läraren uttryckt med de mål som framträdde under lektionen?

Artikel III:

- Vilka är lärarens mål för laborationen?
- Hur bidrar interaktioner mellan lärare-elev respektive mellan elev-elev till lärande erfarenheter för eleverna?
- Vad uppfattar eleverna som viktigt att lära sig?
- I vilken utsträckning uppfylls lärarens mål?

Artikel IV:

- Vad vill lärarna uppnå med det laborativa arbetet i NO och hur är överensstämmelsen med de mål som förespråkas i internationell forskning?
- Finns mål med anknytning till undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär i lärarnas beskrivningar av vad de vill uppnå med laborationerna?
- Vilka svårigheter med det laborativa arbetet uppmärksammas av lärarna?
- Vilka likheter och skillnader mellan laborationer i ämnena biologi, fysik och kemi beskriver lärarna?

Kapitel 4. Forskningsprojektets upplägg, metod och analys

I detta kapitel ges en generell beskrivning av forskningsprojektets upplägg, metod och analys. De studier som ingår i avhandlingen är två intervjustudier och två fallstudier. Genom intervjustudierna undersöktes lärarnas mål med laborativt och fallstudierna genomfördes för att undersöka hur målen implementerades. Samtliga studier involverar NO-lärare i grundskolans senare år och i den tredje studien intervjuas också elever. Den första studien är en intervjustudie som ger en översikt över vilka mål lärare i den svenska grundskolan beskriver. Den andra och tredje studien är fallstudier som innehåller detaljerade undersökningar av det laborativa arbete som genomförs. Den fjärde studien är en uppföljande intervjustudie som undersöker vad lärarna vill uppnå med det laborativa arbetet, med speciellt intresse riktat mot undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär.

Delstudiernas upplägg och empiriskt underlag

I den första delstudien intervjuades 11 NO-lärare. De laborationsinstruktioner, som lärarna hänvisade till under intervjuerna, samlades in där det var möjligt (se tabell 1). Lärarna fick beskriva ett par laborationer som de ansåg gav inblick i det laborativa arbete som genomfördes i deras undervisning. I studien undersöktes först hur NO-lärarna beskrev sina generella mål med laborationer, hur dessa motiverades och hur de förklarades. Sedan undersöktes hur målen förhöll sig till de specifika laborationer som lärarna beskrev. Dessutom undersöktes hur lärarnas mål förhöll sig till de mål som lärare i andra länder anser är viktiga. Resultaten presenteras i artikel I.

Utifrån resultaten i den första delstudien fortsatte projektet med en fallstudie. I fallstudien genomfördes för- och efterintervjuer med tre NO-lärare från tre olika skolor samt videodokumentation av tre laborationer i tre olika ämnen (Tabell 2). Med detta upplägg undersöktes hur och om lärarnas mål med specifika laborationer synliggjordes, vilka interaktioner som medverkade till att de blev synliga. Resultaten presenteras i artikel II och i resultatkapitlet.

I delstudie tre har en av fallstudierna utnyttjats för att undersöka hur elever uppfattar lärarens mål med det laborativa arbetet, vad de anser att de lär sig av laborationen, vilka erfarenheter eleverna erbjuds och hur dessa stämmer överens med lärarens mål. Således är elevers uppfattningar och interaktioner mellan läraren och eleverna viktiga i artikel III. Utöver lärarintervjuer och videodokumentation genomfördes elevintervjuer direkt efter laborationen.

Den fjärde delstudien har sin utgångspunkt i intervjuer med sju NO-lärare. I studien undersöktes vad lärarna ville uppnå, om deras mål överensstämde med de mål som framhålls i forskningsresultat som visar lärares mål i andra länder och speciellt om de innehöll anknytningar till undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär. Lärarna tillfrågades också om de ansåg att den laborativa undervisningen hade olika mål beroende på ämne (biologi, fysik, kemi) och om de såg särskilda svårigheter med det laborativa arbetet.

Tabell 1. Lärarna i den första studien och ämnen som laborationerna ingick i. *En skriftlig laborationsinstruktion har samlats in (n=11). Lärarnas namn är fingerade.

Lärare	Yrkeserfarenhet (år)	Ämne Laboration 1	Ämne Laboration 2
Anna	35	Kemi	Kemi
Berit	4	Fysik*	Biologi
Cilla	4	Kemi	Kemi
Diana	11	Fysik	Fysik
Erika	3	Kemi*	Kemi*
Fred	33	Kemi	Kemi
Gustav	6	Fysik*	Fysik*
Hilda	35	Teknik	Fysik
Iris	11	Biologi*	Fysik/Teknik*
Julia	32	Kemi*	Kemi*
Kent	6	Fysik*	Fysik*

Tabell 2. Översikt över videofilmade laborationer.

Ämne	Benämning	Beskrivning
Kemi	Varför är polyvinylalkohol (PVA) en annorlunda plast?	Ett materials egenskaper och användningsområden.
Biologi	Kroppens inre organ.	Dissektion av hjärta, lungor, lever och njurar från gris.
Fysik	Hävstång	Vridmoment och jämvikt.

Intervjuer

I alla studier som ingår i avhandlingen har intervjuer använts. Den första och den fjärde studien är upplagd som intervjustudier. För den andra och den tredje studien ingick intervjuer som en del av datainsamlingen. Intervjuerna med lärarna genomfördes enskilt och eleverna intervjuades parvis. Med några av lärarna genomfördes också enskilda efterintervjuer i

anslutning till en genomförd laboration. Samtliga intervjuer spelades in och transkriberades i sin helhet.

Samtliga intervjuer var semistrukturerade och inspirerade av de modeller som beskrivs av Kvale (1997), Bogdan och Biklen (2003). I semistrukturerade intervjuer används å ena sidan förutbestämda frågor, men intervjun tillåter också att den som intervjuas kan göra utvecklingar från dessa frågor. Därför är de intervjufrågor som använts i studierna relativt breda i sin utformning. Modellen medför att intervjuerna får en samtalsliknande karaktär vilket möjliggör diskussioner som kan förtydliga vad den intervjuade menar. Intervjuaren kan ta upp samma fråga flera gånger, med något varierande formulering, om inte ett tillräckligt uttömmande svar getts initialt. På så sätt skapas och utvecklas mening under intervjun och det som dyker upp i intervjuerna styr således vad som kan utläsas av dem (Kvale, 1997).

För att komma så nära den laborativa undervisningen som möjligt utgick intervjuerna, i lärarnas fall, både från deras laborativa arbete generellt och från specifika laborationer, som de ombetts ta med till intervjuerna. I diskussionen med lärarna var mina egna undervisningserfarenheter viktiga för att kunna prata med dem på en mer jämbördig nivå om det laborativa arbetets innehåll och mål (Kvale, 1997).

I början av intervjuerna med lärarna informerades de om att studien främst handlade om laborativt arbete i grundskolans senare år och att målen med det laborativa arbetet skulle undersökas. Dessutom blev intervjupersonerna informerade om att de fick ångra sin medverkan när som helst om de så önskade. Avsikten med denna "uppvärmning" var att sakta närma sig intervjuens syfte och att uppmuntra intervjupersonerna att tala fritt. Intervjupersonerna gav tillåtelse att bli inspelade och att materialet skulle få användas i forskningen. Därefter diskuterades de intervjufrågor som förberetts inför intervjuerna.

I intervjuerna med eleverna (delstudie tre) informerades också de att deltagandet var frivilligt. Efter en kortfattad introduktion, om varför de intervjuades, diskuterades intervjufrågorna. Även här spelades intervjuerna in för att senare transkriberas. Eleverna beskrev sina uppfattningar om laborationens mål och vad de trodde var viktigt att lära sig. I intervjuerna med eleverna var det möjligt att ställa frågorna på flera olika sätt för att få en så rättvis bild som möjligt av deras tankar om laborationen. Till exempel kunde eleverna, då en fråga ställdes första gången, säga att de inte hade något svar. När frågan omformulerades en aning kunde eleven ge en beskrivning. Mina egna erfarenheter av samtal med elever, och det faktum

att jag till viss del var känd av eleverna i och med mina tidigare besök i elevgruppen, bidrog till att eleverna kunde beskriva sina uppfattningar om den laboration de nyss deltagit i. Således kunde elevernas utsagor åtminstone delvis belägga om lärarens mål med laborationen uppfattades av eleverna eller om eleverna uppfattade andra saker som viktiga.

I de efterintervjuer som genomfördes med lärarna i delstudie två och tre användes videodokumentation från laborationen för att hjälpa lärarna att komma ihåg och att kommentera vad som hände under genomförandet. Dessutom användes en sammanställning av de mål som kommit fram under förintervjuerna med respektive lärare. Detta sätt, att använda extra stimuli i intervjuerna, kallas också för *stimulated recall* (Calderhead, 1981; Haglund, 2003) och syftet var att få tillgång till information om lärarnas perspektiv på de händelser som utspelade sig under laborationerna. Under efterintervjuerna användes inga förutbestämda frågor, annat än i inledningen där läraren ombads kommentera det hon/han såg. Under intervjun ombads läraren att också reflektera över de mål denne haft inför laborationen. Efterintervjuerna var väldigt flexibla och läraren gavs möjlighet att diskutera det han/hon ville ta upp. Calderhead (1981) menar dock att fullständiga *stimulated recall* intervjuer ger en begränsad information eftersom det som kommenteras är det läraren vill kommentera. Det innebär att andra metoder bör användas som kompletterar den information som kan utläsas. Dessa efterintervjuer ingick som en del av informationsinsamlingen i de båda fallstudierna.

Den transkriptionsnotation som ligger till grund för transkriberingarna är inspirerad av den notation som används i konversationsanalys (Atkinson & Heritage, 1984; Linell, 1994). Konversationsanalysen utgår från att det i ett samtal inte bara finns ord, utan även att de som samtalar kan gestikulera, rynka ögonbrynen, hosta, tveka, betona eller på annat sätt markera sina uttalanden både medvetet och omedvetet och sådana detaljer kan därför föras in i transkriberingarna (Atkinson & Heritage, 1984). I den första och andra delstudien har delar av denna metod utnyttjats för att finna detaljer i lärarnas och elevernas uttalanden och använda dessa i analysen. Citattecken har använts för att inrama en del av ett yttrande som uttalas markerat annorlunda. Inom dubbel parentes har olika handlingar som utfördes under samtalet beskrivits. Pauser representerades av det antal sekunder pausen bestod inom enkel parentes (där (.) indikerar en kort men märkbar paus). Betoningar indikerades med kursiv stil, utdragna ljud markerades med dubbla kolon (t.ex. M::) och klammer markerade när tal överlappade (se Linell, 1994). Flera exempel på denna notation återfinns i artikel I.

Videodokumentation

Att filma elever i den Svenska grundskolan ställer krav på att samtliga aktörer är informerade om syftet, att målsmän till elever skriftligen godkänner sitt barns medverkan i studien och att de när de så vill har möjlighet att bryta sin medverkan (Vetenskapsrådet, 2002). Elevernas målsmän och läraren har i de studier där videodokumentering ingått medgett sin medverkan.

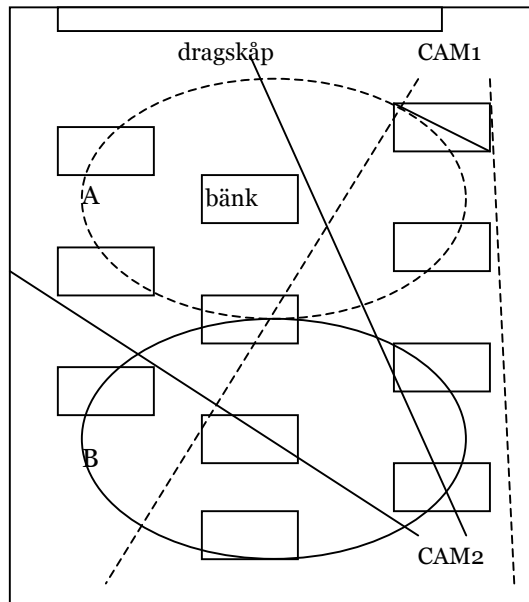
Videofilmning av de laborationer som dokumenterades skedde med två digitala videokameror på stativ och externa mikrofoner. Stationära videokameror användes för att eleverna och läraren skulle känna så lite påverkan som möjligt på sitt eget arbete (Plowman, 1998). Videokamerorna placerades i två olika positioner för att täcka upp större delen av klassrummet, för att få in så bra ljud som möjligt och för att kunna studera interaktioner från två olika håll. Uppställningen har inspirerats av metoder hämtade från interaktionsanalys (Jordan & Henderson, 1995; Plowman, 1998). Ett motsvarande sätt att dokumentera med videokameror har använts i PISA+, ett projekt i Norge om lärande- och undervisningsstrategier i skolan (Ødegaard, 2006).

Som ett tillägg vid videoinspelningen antecknades olika observationer (Jordan & Henderson, 1995). Dessa utgick från en bild av respektive klassrumsuppställning som också angav var de olika elevgrupperna satt och var läraren hade placerat laborationens materiel och utrustning. I anteckningarna, i fortsättningen kallade noteringar, angavs vilken tidpunkt en viss händelse utspelade sig, vilka som var inblandade och mycket översiktligt vad händelsen handlade om. Alla händelser skrevs inte ner, utan noteringarna var i första hand inriktade på att fånga det som i en första anblick kunde handla om lärarens mål. Avsikten var att dessa noteringar skulle vägleda analysen av videomaterialet och på så sätt var de noteringar som skrevs ner också ett första steg i analysen.

Videodokumentationens utförande

Inför utförandet av den videodokumentation som genomfördes i delstudie II och III provades uppställningen ut för att få erfarenheter inför de specifika laborationer som ingår i delstudierna och för att kontrollera kvaliteten på video- och ljudupptagningen. Den utprovade uppställningen (Figur 1) har utnyttjats som grund i all videodokumentation även om mindre justeringar, till exempel av kamerans exakta placering, har genomförts för varje videofilmad laboration.

Det visade sig vid utprovnigen att stationära videokameror var användbara då läraren hade genomgång och då eleverna aktivt arbetade med laborationens uppgifter. Videokamerorna, som placerades i varsitt hörn av klassrummet, kunde vara stilla i önskad position eller vridas för att filma interaktioner från andra positioner. Kamerorna placerades vända från fönstren vilket medförde att ljus utifrån inte störde bilden. Den ena kameran (CAM1) placerades så att det var möjligt att manövrera dess bildupptagningsområde inom område A och den andra kameran (CAM2) inom område B (markerade med ellipser i figur 1). Till en videokamera användes en extern trådlös mikrofon (mygga) som fästes på läraren för att få bättre ljudupptagning av dennes tal. Myggan fångade även upp elevernas tal då läraren samtalande med enskilda elevgrupper. Med denna uppställning kunde videodokumentationen fånga elevernas arbete innan de tar kontakt med läraren, när de tar kontakt med läraren, hur det samtalet fortskrider och hur gruppen agerar och samtalar när läraren gått till en annan grupp. På detta sätt möjliggjorde uppställningen även att en eller ett par elevgrupper kunde studeras mer ingående.



Figur 1. Kamerornas placering och ungefärliga täckningsområden vid utprovnigen inför videodokumentationen. CAM1 kunde ta upp film mellan de streckade linjerna och i område A. CAM2 mellan de heldragna linjerna och i område B. Initialt visar CAM1 läraren framifrån och CAM2 visar eleverna framifrån.

Fallstudier

Avhandlingens andra och tredje studie är upplagda som fallstudier. I fallstudier är man generellt ute efter att fånga och studera komplexiteten inom ett särskilt intressant område. Fallstudien ger dessutom möjligheter att studera ett intresseområde utifrån ett specifikt och avgränsat helhets-sammanhang. Det studerade intresseområdet är ett unikt och komplext system där sammanvägning av information är viktigt för att förstå det som ska studeras (Yin, 2003). Från ett fall går det att lyfta tolkningar och ställa dessa i relation till andra fall. Däremot är det svårt (för att inte säga omöjligt) att uttala sig om andra fall i statistisk jämförelse (ibid.). Stake (1995) beskriver fallstudien metaforiskt som en palett av metoder och menar att styrkan med fallstudien ligger i dess förmåga att hantera flera olika typer av empiriskt material såväl som både kvalitativa och kvantitativa data. Just användandet av flera sammanlänkade och ibland även överbryggande källor i en fallstudie medför att triangulering av fallet kan erhållas (Stake, 1995; Yin, 2003). Fallstudier förekommer i tidigare studier av laborativt arbete där laborationens mål eller en specifik intervention varit i fokus (se till exempel Bécu-Robinault, 2002; Berry et al., 1999; Hart et al., 2000; Lewis, 2002).

I fallstudierna har information från flera olika datainsamlingar sammanvägts. I både den andra och den tredje delstudien användes flertalet metoder för datainsamling. Intervjuer genomfördes före och efter de videofilmade laborationerna, laborationsinstruktioner samlades in och observationer noterades. Avhandlingens andra artikel inriktas på att undersöka lärarens specifika mål för en laboration, målen i laborationsinstruktionen och interaktionerna mellan läraren och eleverna. Studien utgick från tre laborationer i ämnena biologi, kemi och fysik för att ta reda på vilket sätt de mål lärarna uttryckte sammanföll med de mål som framträdde i laborationsinstruktionen och under laborationen. Fokus i den tredje artikeln lades på det laborativa arbetets genomförande under en lektion och på vilket sätt händelser under laborationens gång påverkade de deltagande eleverna och läraren. Studiens analys är inriktad på hur lärarens mål implementeras.

Analys

Det empiriska materialet utgörs av intervjuer med lärare och elever, videodokumentation med tillhörande noteringar och insamlade laborationsinstruktioner. I detta avsnitt beskrivs analysen av materialet och hur sammanvägningen av den analysen genomförts.

Analys av intervjuer

I alla delstudier har intervjupersonerna beskrivit sina tankar om frågor som de kanske inte funderat på tidigare. Det som är gemensamt för analysen av alla intervjuer är att jag försökt åstadkomma en rättvis och respektfull tolkning av lärarnas och elevernas uttalanden genom att inte peka på brister utan istället belysa olika individers sätt att besvara mina frågor.

Analysen genomfördes i flera steg där både jag och mina handledare varit delaktiga. I den inledande analysen identifierade jag hur lärarna och eleverna hade svarat på intervjufrågorna för att se vilka uttalanden som förekom och vilken typ av uttalanden som var vanligt förekommande. Därefter genomfördes parallellt en översiktsanalys för att se på vilket sätt lärarnas och elevernas uttalanden förhöll sig till forskningsfrågorna. Efter detta analyserade jag detaljer i lärarnas och elevernas beskrivningar för att få fram kärnan i deras uttalanden. Slutligen genomfördes en sortering av de olika beskrivningarna i form av teman i den första delstudien inspirerat av en modell av Bogdan och Biklen (2003), i form av tabeller över uttalade mål från tre av lärarna i den andra delstudien och i form av berättelser som beskriver lärarnas resonemang så ordagrant som möjligt i den tredje delstudien efter en modell av Hansson och Redfors (2006).

Intervjufrågorna är centrala i alla intervjuer och med hjälp av detaljer som noterats i transkriberingarna, som till exempel betoningar av vissa ord eller pauser som indikerade tvekan, kunde jag identifiera om vissa uttalanden var viktigare än andra. Till exempel betonade informanterna i flera intervjuer i den första delstudien de två-tre första målen som beskrevs. Därefter infann sig en viss tvekan hos dem som ledde till en diskussion om olika laborationer då ytterligare mål nämndes.

I analysen var det viktigt att sätta lärarnas och elevernas uttalanden i relation till det sammanhang som frågorna behandlade. När jag frågade lärarna om deras generella mål med laborativt arbete (artikel I) beskrev de laborationer från sin undervisning för att motivera eller ge exempel på när målen kunde vara tillämpliga. Jag jämförde mål som betonats med sådana som nämndes mer i förbigående för att få en så rättvisande helhetsbild som möjligt av lärarnas mål. De laborationer som beskrevs av lärarna utnyttjades vid tolkningen av lärarnas svar på exempelvis frågan om de svårigheter de uppmärksammade i den fjärde studien. När eleverna intervjuades handlade frågorna om vad de tyckte var viktigt att lära sig utifrån den laboration de just genomfört (artikel III). Då var deras svar begränsade till den specifika laborationen och svaren tolkades i just det sammanhanget och inte i förhållande till laborativt arbete i allmänhet.

Analys av laborationsinstruktioner

Alla laborationsinstruktioner analyserades initialt av mig och en av mina handledare oberoende av varandra. Efter den första analysen jämfördes resultaten och i de fall där tolkningarna skilde sig åt diskuterade vi oss fram till en gemensam tolkning.

Vid analysen utnyttjades en klassificering av olika förväntade lärandeaspekter som inspirerats av de klassifikationsmodeller som presenterats av Millar et al. (2002) och av Ottander och Grelsson (2006). Genom klassificeringen graderades olika typer av *inhåll* som laborationsinstruktionen skulle hjälpa eleverna att utveckla. Till exempel i vilken grad eleverna skulle lära sig fakta och begrepp (se tabell 3). Hur väl framskrivna de olika aspekterna av förväntat lärande var, antogs motsvara hur viktiga målen ansågs vara. För graderingen användes en tregradig skala. Det högsta värdet tre (3) gavs om aspekten ansågs vara mycket viktig och målet var väl framskrivet i laborationsinstruktionen. Värdet ett (1) gavs för mindre viktiga aspekter. Om aspekten inte alls var framskriven gavs värdet noll (0). Samma gradering genomfördes för de olika typer av *processer*, till exempel om laborationen/laborationsinstruktionen skulle hjälpa eleverna att utveckla kunskap om hur man planerar en undersökning. I tabell 3 visas den mall som användes för klassifikationen av laborationsinstruktionerna.

Tabell 3. Mall för klassificering av målen i laborationsinstruktionerna. Förväntade mål för lärande beskrivs med en tregradig skala (1 = inte viktigt och 3 = mycket viktigt).

Att hjälpa elever att		Värde		
		1	2	3
<i>Innehåll</i>	<i>a) identifiera objekt och fenomen</i>			
	<i>b) lära sig fakta och begrepp</i>			
	<i>c) hitta mönster och relationer. Lära sig sammanhang.</i>			
	<i>d) lära sig en teori eller en modell</i>			
<i>Process</i>	<i>e) lära sig hur man använder laborativ utrustning</i>			
	<i>f) lära sig hur man genomför en standardprocedur</i>			
	<i>g) lära sig hur man planerar en undersökning</i>			
	<i>h) lära sig hur man bearbetar resultat</i>			
	<i>i) lära sig hur man använder resultat för att bekräfta en slutsats</i>			
	<i>j) lära sig hur man delger det laborativa arbetets resultat</i>			

Analys av videomaterial

I avhandlingens artiklar II och III undersöks hur lärarens mål med det laborativa arbetet framträder i praktiken genom analys av videomaterial. Laborationer är komplexa i flera avseenden och därför har det i studierna lagts särskild vikt vid att analysera hur lärarnas mål framträder i de olika situationer som uppstår under laborationerna. Analysen, som bygger på detaljer i interaktionen mellan läraren och eleverna, har influerats av interaktionsanalys (Heath & Hindmarsh, 2002; Jordan & Henderson, 1995) och genomförts i flera steg. De noteringar av bland annat intressanta tidpunkter som skrivits av mig under laborationerna användes för att hjälpa till vid en första "grov" transkribering av videomaterialet från båda videokamerorna. I den analysen har jag också utnyttjat mina erfarenheter som lärare för att identifiera intressanta händelser under laborationerna. Den grova transkriberingen syftade till att skapa en översiktlig tidslinje över samtal och händelser: vilka som pratade; vad de pratade om; vad de gjorde. Det andra var att närmare studera de olika faserna av laborationen som lärarens introduktion, lärarens genomgång och annan interaktion mellan läraren och eleverna. Allt som skedde i klassrummen under laborationerna handlade inte om interaktion mellan olika personer. Till exempel kunde läraren vara upptagen med att plocka fram ytterligare utrustning eller eleverna kunde vara upptagna med att läsa eller skriva. Interaktiva episoder infördes för att avgränsa sammanhang under laborationen där lärare och elever interagerar om en viss del av laborationens genomförande, t.ex. hur eleverna ska förstå en instruktion de läst i laborationsinstruktionen. En motsvarande indelning av händelser under videofilmade lektioner har använts av von Aufschnaiter och Duit (2004) fast i deras studie var fokus på de inblandades samtalstid och deras "lines of thought" (ibid., s. 4), dvs. vad samtalen handlade om.

Analysen av interaktionen har fokus på hur lärarnas och elevernas diskussioner och handlingar gestaltar sig under laborationens genomförande. Den bygger på att samtalen mellan de olika personerna är lika betydelsefulla som i vilket sammanhang samtalet framträder (Jordan & Henderson, 1995). Det har medfört att tolkningar av det som sägs av lärare och elever har satts in i och jämförts med vad dessa personer hållit på med för tillfället, vad de gjorde tidigare och vad de gjorde efteråt. Detta sätt att analysera har varit givande, eftersom det laborativa arbete som analyserats inte alltid innehöll utförliga samtal. Istället var det vanligt att både eleverna och lärarna gestikulerade eller på andra sätt visade varandra med handlingar vad de menade. Möjligheterna att studera laborationerna från två olika håll utifrån dokumentation med två videokameror medförde att interaktiva episoder som uppstod gavs en klarare bild, till exempel genom att fler gester

kunde observeras, då den alternativa inspelningen studerades. Nedan följer ett exempel på ett uttalande från det första fallet i artikel II som, utan att se att läraren samtidigt lyfter upp det struphuvud från en gris eleverna har framför sig, kan syfta på många olika saker:

”Du måste kanske öppna den här. Har du försökt det?” (Sophie, fall 1, som uppmuntran till en av elevgrupperna att leta efter stämbanden)

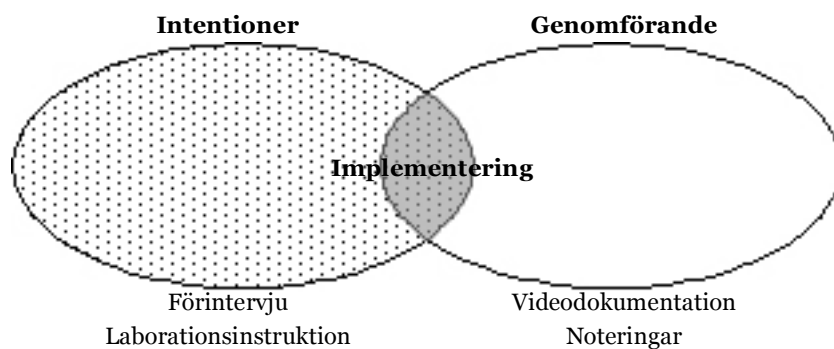
I analysen ingår det att tolka interaktionerna mellan lärarna och eleverna och mellan eleverna och att tolka vad det är som gör att de handlar och samtalar på det sätt de gör. Till exempel kunde vissa interaktioner börja med att läraren ställde en fråga till eleverna om något de för tillfället håll på med, vilket i sin tur ledde till kortare eller längre diskussioner. Vid dessa tillfällen identifierades vad interaktionen handlade om, dvs. orsaken till interaktionen. I den tredje delstudien analyserades särskilt dessa orsaker och om det var samma orsaker som engagerade elev-elev-interaktioner som lärare-elev-interaktioner. För att identifiera vilka mål som framträdde under genomförandet av laborationerna i den andra studien analyserades särskilt lärarens introduktion, lärarens genomgång då en sådan fanns och de interaktiva episoder som uppstod mellan lärare och elever. Utifrån exemplet med läraren Sofie ovan identifierades ett av hennes mål: att identifiera särskilda inre organ (se tabell 4, kapitel 5).

Sammanvägning av resultat från intervju- och videoanalys

Som grund för den andra artikeln ingick, förutom analys av data från intervjuer, laborationsinstruktioner och videofilm för sig, också att jämföra och väga samman informationen för att på så sätt kunna beskriva och illustrera implementeringen av lärarens mål. Den resulterande tolkningen är ett uttryck av upprepade diskussioner mellan mig och mina handledare och upprepad granskning av datamaterialet.

Lärarens *intentioner* med det laborativa arbetet erhöles från analys av förintervjun med läraren och utifrån en analys av hur målen framställdes i den laborationsinstruktion som skulle användas. Laborationens *genomförande* beskrevs utifrån analysen av videodokumentationen som till viss del genomförts med hjälp av de noteringar som nedtecknats under laborationen. Lärarens introduktion, lärarens genomgångar och interaktiva episoder där elever var delaktiga i interaktionen beskrevs. Den tredje delen av sammanvägningen utgjordes av analysen av efterintervjun med läraren där lärarens reflektioner över genomförandet identifierats.

De mål som framträdde i intentionerna och de mål som framträdde i genomförandet jämfördes för att identifiera om målen sammanföll och i vilken grad det skedde. Denna jämförelse, identifieringen av hur väl lärarens mål korrelerade med laborationsinstruktionen, identifieringen av elevernas fokus och lärarens agerande och lärarens reflektioner vägdes samman vilket resulterade i ett tolkningsintryck av målens implementering (Figur 2).



Figur 2: Illustration av vilka metoder som ingått i datainsamlingen och hur implementeringen av lärarnas mål presenteras i resultaten. Sammanvägningen mellan intentionerna och genomförandet illustreras i överlappningen.

Kapitel 5. Resultat

Ett genomgående intresse i alla avhandlingens studier om laborativt arbete i grundskolans senare år är att få kunskap om vad lärarna vill uppnå med det laborativa arbetet och hur lärarnas mål implementeras i undervisningen. Undersökningarna belyser också angränsande aspekter och resultat om mål i laborationsinstruktioner, elevers uppfattningar av mål, svårigheter med laborativt arbete och skillnader mellan ämnena är viktiga för att försöka förstå varför lärarna uttrycker vissa mål och hur implementeringen av dessa påverkas.

Lärarnas mål

Genom den första och fjärde delstudien besvarades i huvudsak den första huvudfrågan om vilka mål med laborativt arbete som lyfts fram av lärarna.

Vilka mål uttrycktes av lärarna i studierna?

Den första studien visar att NO-lärare i den svenska grundskolan framförallt beskriver mål som handlar om att eleverna ska utveckla sina kunskaper i naturvetenskap, som till exempel att de ska utveckla *förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen*. Det naturvetenskapliga kunskapsinnehållet i laborationerna anses viktigt vilket kunde identifieras genom att de flesta lärarna uttalande den typen av mål mest. De kunde till exempel säga att "laborativt arbete är ett sätt att praktiskt visa det som talas om i teorin" eller använda formuleringar som syftade till att eleverna skulle förstå det naturvetenskapliga faktainnehållet i laborationen. I intervjuerna beskrev några av lärarna att det var viktigt att utveckla elevers *tänkande och reflekterande*. Det som lärarna då talade om var att eleverna inte bara skulle få fram resultat, utan även fundera om resultaten var rimliga och på så sätt kritiskt granska sina egna undersökningar. Mål med anknytning till utveckling av elevernas *intresse* var också vanliga. Flera av lärarna sade att experimenten skulle vara roliga att genomföra, till och med underhållande vilket kunde åstadkommas genom till exempel överraskande kemiska reaktioner. Mål som syftade till att laborationerna skulle anknytas till *vardag och verklighet* beskrevs också av flera lärare eftersom de ansåg att naturvetenskap är något som "finns runt omkring oss hela tiden". Det var därför viktigt att laborationerna sattes in i ett sammanhang som kunde jämföras med praktiska tillämpningar eller vardagliga fenomen. Mål med anknytning till utveckling av *laborativa färdigheter* beskrevs också, men de var mindre tydligt framträdande. Några av lärarna talade om att eleverna

skulle få labvana, lära sig följa instruktioner och ”vänja sig vid att jobba med laborationer”.

Liknande mål, som de tidigare nämnda, framförs även i den fjärde studien där lärare fick beskriva vad de ville uppnå med det laborativa arbetet. Nästan alla lärare vill att laborationerna ska öka elevernas förståelse i naturvetenskap och de vill att laborationerna ska vara intressanta och därmed väcka intresse. Mellan studierna fanns skillnader i hur lärarna betonade målen. I den fjärde studien framgick till exempel att laborativa färdigheter (eller *labvana*) var något som eleverna fick ”på köpet” och inte något som särskilt eftersträvades och anknytningar till vardag och verklighet uttrycktes bara av ett fåtal lärare. Resultaten från både den första och den fjärde studien visar att lärarna beskriver mål som kan innefattas i huvudområdena utveckling av *kunskap och förståelse*, utveckling av *attityd och motivation* och utveckling av *laborativa färdigheter och arbetssätt*, dvs. i de områden som formulerats av Jenkins (1999) och Wellington (1998). De mål lärarna anser vara viktigast handlar om att utveckla förståelse och väcka intresse.

Mål för specifika laborationer jämfört med laborationsinstruktioner

När lärarna i den första studien talade om målen för några specifika laborationer från deras undervisning som de förberett inför intervjuerna fanns en tydlig skillnad mot målen som beskrevs i allmänhet. De mål som framträdde i lärarnas beskrivningar visade att affektiva aspekter och utveckling av laborativa färdigheter blev viktigare än de varit för laborativt arbete i allmänhet. Många av de mål som handlar om utveckling av naturvetenskapliga kunskaper beskrevs också men flera av lärarna lade stor vikt vid att eleverna ska vara aktiva och att de genom laborationerna ska få olika ”aha-upplevelser”.

I den första delstudien jämfördes lärarnas mål för de specifika laborationerna med laborationsinstruktionerna de tagit med. Lärarnas mål och målen i laborationernas instruktioner överensstämde inte alltid. I analysen av instruktionerna framkom att dessa hade en tyngdpunkt i lärandet av naturvetenskapliga begrepp, samtidigt fanns inte mycket stöd för att eleverna skulle tänka och reflektera. Laborationsinstruktionerna innehöll ofta förklarande beskrivningar av tillvägagångssätt, som eleverna kunde följa för att få fram de resultat som efterfrågades. Detta indikerar att laborativt arbete utifrån elevers egna idéer får litet utrymme.

Undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär

I den fjärde studien uppmanades inte lärarna att förbereda sig för att tala om specifika laborationer inför intervjun. Om laborationer exemplifierades under intervjuerna var det något som uttrycktes spontant. Istället för att jämföra lärarnas mål med laborationsinstruktioner jämfördes lärarnas mål med mål i internationella studier där även aspekter av undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär ingår. Analysen av intervjuerna visade att laborationer som bygger på ett undersökande arbetssätt finns med i flera av lärarnas repertoar av laborationer även om det inte är vanligt förekommande.

Fyra av lärarna i den fjärde studien gav exempel på laborationer där elever gavs möjligheter att planera åtminstone delar av laborationen. En av lärarna uttryckte att det var sällan han nådde så långt som han skulle vilja i fråga om att utveckla elevers förmåga att planera och lägga upp egna experiment. Även om lärarna tyckte att det är svårt, så vill de och försöker uppnå, att eleverna ställer egna frågor, föreslår hypoteser, söker information, observerar, reflekterar och föreslår förklaringar.

I resultaten från både den första och den fjärde studien framgår att mål för att utveckla elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär inte finns nämnda när lärarna talar om laborativt arbete. Det är endast i den fjärde studien som en lärare beskriver ett experiment där aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär visas indirekt. Utifrån dessa resultat anser jag att mål för att utveckla elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär är något som lärare i den svenska grundskolan inte förknippar med mål för laborativt arbete.

Implementering av mål

Genom resultaten från de två fallstudierna om laborativt arbete i klassrumssituationer (artikel II och III) kunde den andra huvudfrågan om hur lärarnas mål framträder och implementeras i undervisningen besvaras. I den andra artikeln, refereebehandlad inför en internationell konferens, är resultaten framförallt gällande laborationerna i kemi och fysik kortfattat beskrivna. I följande avsnitt beskrivs resultaten utförligare. Från de tre fallen presenteras lärarnas mål och vilka mål som framträder under genomförandet (Tabell 4-6). Tolkningen av sammanvägningen av laborationernas intentioner och genomförande visas i figur 3-5.

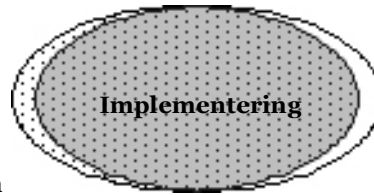
Laborationen i biologi

Läraren uttryckte sex mål under intervjun inför laborationen i biologi. I tabell 4 visas att alla dessa mål framkom i interaktiva episoder under genomförandet. Ett av målen, att identifiera särskilda inre organ, framträdde även i instruktionen och i lärarens introduktion. Det målet var således särskilt tydligt och som också förverkligades.

Lärarens mål och de mål som framgick ur analysen av laborationens instruktion sammanföll väl. Instruktionen inkluderade de viktigaste begreppen och procedurerna som eleverna skulle ställas inför. Lärarnas mål var särskilt orienterade mot elevernas arbete med det biologiska materialet i laborationen (hjärta mm från gris). Läraren presenterade elevernas uppgift tydligt i en kort introduktion. Eleverna var under laborationen engagerade i att exempelvis frilägga bronker, att observera och identifiera de olika delar som efterfrågades och att försöka förklara sin förståelse av de olika organens funktion. De diskuterade till exempel vilken väg blod transporteras genom hjärtat och hur det sker genom kontraktioner av hjärtmuskeln. Eleverna arbetade således med det läraren hade som mål att de skulle göra. De mål som uttryckts under förintervjun framträdde återkommande under det laborativa arbetet, dels uttalade och dels i interaktioner med elever med utgångspunkt i deras observationer och frågor. Lärarens agerande visade på en medvetenhet om vilka mål som hon strävade efter. Dessvärre kunde ingen efterintervju genomföras. Intentionerna sammanföll väl med genomförandet och därför anser jag att implementeringen av målen var god (se figur 3).

Tabell 4: Laborationen i biologi. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, introduktion till uppgift (III); Lektion, interaktiva episoder (IV). *Hjärta, andningsorgan och njurar från gris.]

<i>Identifierade mål</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
a) att uppleva med flera sinnen	X			X
b) att bekanta sig med biologiska material	X			X
c) att våga hantera "paketet"	X			X
d) att identifiera särskilda inre organ	X	X	X	X
e) att hjälpa elever utveckla förståelse om organens funktioner	X			X
f) att uppmärksamma likheter med människors organ	X	X		X
g) att genomföra specifika procedurer		X	X	
h) att använda och följa instruktionen				X

Intentioner (I och II)**Genomförande (III och IV)**

God korrelation mellan instruktionen och lärarens mål

- Instruktionen inkluderade viktiga begrepp och procedurer
- Lärarens mål var särskilt orienterade mot den aktuella laborationen

Elevernas engagemang:

- Material, procedurer, fakta, begrepp

Läraren:

- Explicit i introduktionen
- Mål repeterades

Figur 3: Illustration av god implementering av lärarens mål och sammanfattning av intentioner och genomförande för laborationen i biologi. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, introduktion till uppgift (III); Lektion, interaktiva episoder (IV)]

Laborationen i kemi

För laborationen i kemi var flera av lärarens mål inte framträdande under genomförandet. Det läraren diskuterade med eleverna var sambandet mellan olika lösningsmedel och det material (en plastliknande polymer) som undersöktes under laborationen. Hon diskuterade laborationsinstruktionens användande och resonerade med eleverna omkring deras observationer. Ett nytt mål framträdde under själva laborationen: att det var viktigt att eleverna tog hänsyn till risker såsom brandfara eller giftighet (se tabell 5).

Instruktionen beskrev hur eleverna skulle gå tillväga för att uppnå ett visst resultat. Läraren diskuterade instruktionens beskrivningar med de flesta elevgrupperna och hur instruktionen kunde användas för att hjälpa dem att upptäcka egenskaper hos polymeren. Den teoretiska bakgrund som presenterades i instruktionen utnyttjades däremot inte under genomförandet. Lärarens huvudsakliga mål med laborationen, att förstå "lika löser lika", var inte explicit uttalat under genomförandet. Detsamma gällde de flesta av lärarens andra mål. Å andra sidan var läraren konsekvent i sitt interagerande med elevgrupperna. Läraren uppmuntrade eleverna att själva upptäcka till exempel hur egenskaper för polymeren förändrades med olika lösningsmedel. Men eleverna var väldigt inriktade på att följa instruktionen och få fram resultat för att kunna skriva en rapport. Under den uppföljande intervjun sade läraren att den inledande genomgången och introduktion var avsedda att inspirera och motivera eleverna och att hon ville uppmuntra

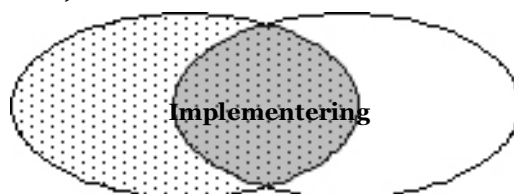
eleverna att ”komma till rätt slutsats”. Laborationens intentioner sammanföll till viss del med genomförandet och således implementerades en del av laborationens mål (Figur 4).

Tabell 5. Laborationen i kemi. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, inledande genomgång (III); Lektion, introduktion till uppgift (IV); Lektion, interaktiva episoder (V)]

Identifierade mål	I	II	III	IV	V
a) att förstå ”lika löser lika” – samband mellan lösningsmedel och polymeren	X	X		X	X
b) att lära sig kemiska egenskaper hos polymeren	X	X	X		
c) att känna igen och förstå anknytningar till vardagen	X	X		X	
d) att ha roligt (väcka intresse och nyfikenhet)	X			X	
e) att hjälpa elever utveckla resonemang kring observationer	X				X
f) att använda och följa instruktionen	X	X		X	X
g) att skriva en rapport	X		X		X
h) att genomföra standardprocedurer		X			X
i) att ta hänsyn till risker			X	X	X

Intentioner (I och II)

Genomförande (III, IV och V)



Inte särskilt god korrelation mellan instruktionen och lärarens mål

- Instruktionen beskrev ”svår” teori och standardprocedurer
- Flera av lärarens mål sammanföll inte med instruktionen

Elevernas engagemang:

- Följa instruktion och skriva rapport (Inte lärarens huvudmål)

Läraren:

- Enstaka explicita mål
- Lät elever upptäcka
- Anknöt till instruktionen

Figur 4: Illustration av delvis implementering av lärarens mål och sammanfattning av intentioner och genomförande för laborationen i kemi. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, inledande genomgång (III); Lektion, introduktion till uppgift (IV); Lektion, interaktiva episoder (V)]

Laborationen i fysik

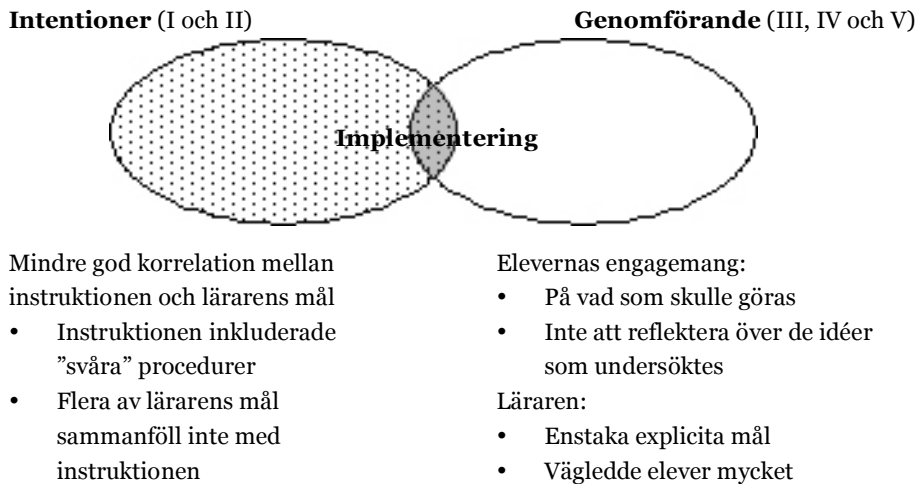
Läraren för fysiklaborationen framhöll att det var viktigt att eleverna skulle kunna läsa och följa instruktionen. Det målet var också tydligt framträdande under arbetets gång och diskuterades med eleverna i lektionens avslutande genomgång. Ett annat mål som var explicit under laborationen var att eleverna skulle lära sig vad som menas med vridmoment. Förutom lärarens uttalade mål framträdde ytterligare mål i instruktionen: beräkning av vridmoment och hantering av laborativ utrustning (Tabell 6).

Tabell 6. Laborationen i fysik. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, introduktion till uppgift (III); Lektion, interaktiva episoder (IV); Lektion, avslutande genomgång (V)]

Identifierade mål	I	II	III	IV	V
a) att läsa och följa instruktionen	X	X	X	X	X
b) att arbeta med teori praktiskt	X				
c) att känna igen och förstå anknytningar till vardagen	X			X	
d) att hjälpa elever utveckla förståelse för vridmoment – hur kraft och hävarm är relaterat i teorin	X	X	X	X	X
e) att samarbeta, fundera och lösa problem	X				
f) att lära sig hur vridmoment beräknas		X		X	
g) att lära sig sätta ihop laborativ utrustning		X	X	X	

Flera av de problem som uppstod under arbetets gång kunde härledas till att instruktionen inte verkade vara anpassad till elevernas kunskaper om den utrustning som användes, till de beräkningar som behövde genomföras och till elevernas kunskaper om de olika begrepp som användes såsom tyngd, kraft (i olika riktningar) samt hävstång. Även om lärarens intentioner var att eleverna skulle läsa och följa instruktionen var detta svårt att uppnå eftersom instruktionen innehöll många svårigheter för eleverna. Istället för att utnyttja laborationen för att eleverna skulle förstå de olika ingående begreppen försökte eleverna förstå vad de skulle göra för att bli klara. För att eleverna skulle kunna bli klara i tid behövde läraren hjälpa dem ingående. På så sätt leddes elevernas laborativa undersökningar framåt genom att de fyllde i resultat i luckor i instruktionen på de sätt läraren anvisade dem. Läraren upplevde, vilket han berättade under efterintervjun, att de många problem som uppstod var stressande och inte gav honom tid att hjälpa eleverna att reflektera över observationer och resultat. Läraren sade också att han kände sig stressad när många grupper behövde hjälp och att det då fanns otillräckligt med tid att uppmuntra problemlösning. Lärarens mål korrelerade mindre bra med instruktionen, intentionerna blev otydliga och

implementeringen av lärarens mål under genomförandet blev därför begränsad (Figur 5).



Figur 5. Illustration av mindre god implementering av lärarens mål och sammanfattning av intentioner och genomförande för laborationen i fysik. [Förintervju (I); Laborationsinstruktion (II); Lektion, introduktion till uppgift (III); Lektion, interaktiva episoder (IV); Lektion, avslutande genomgång (V)]

Laborationernas genomförande

I delstudie två och tre visar det sig att de mål läraren har med de studerade laborationerna på olika sätt framgår under det laborativa arbetet. I den andra studien visas, i vardera av de tre fallen, att en del av lärarens mål uttrycks för eleverna i introduktionen inför det laborativa arbetet. Resultaten visar att lärarens mål kan uttryckas explicit för eleverna i introduktionen, men de kan också uttryckas implicit genom att läraren i introduktionen går igenom sådant som denna anser är relevant. Resultaten från den andra studien visar också att lärarna, då det laborativa arbetet genomförs av eleverna, återkommer i olika hög grad till de mål som de uttryckte i början av laborationen eller till mål som de hade inför laborationen. Det innebär att även om lärarna har ett flertal olika mål med laborationerna är lärarna inte konsekventa i sina återkopplingar till målen, vilket bidrar till att en del av deras mål inte implementeras under genomförandet. De mål som lärarna var tydligare med verkade i högre grad implementeras under genomförandet av laborationerna eftersom eleverna försökte följa lärarnas anvisningar. Resultaten visar att det, oavsett tillvägagångssätt, är viktigt att lärare medvetet väljer vilka mål som ska lyftas fram under det laborativa arbetet för att de ska förverkligas.

Den tredje studien, som är en fördjupad undersökning av kemilaborationen, visade att interaktionerna mellan läraren och eleverna var betydelsefulla. I samarbetet med eleverna, dvs. i de interaktioner som uppstod under laborationen, hade läraren möjlighet att framföra till eleverna vad de skulle rikta uppmärksamheten mot. När så skedde hjälpte det eleverna att förstå både vilka observationer som var viktiga och att deras observationer verkligen visade det resultat som efterfrågades i elevernas uppgift. Utifrån den tredje studiens resultat anser jag att lärarna inte kan ta för givet att det laborativa arbetet *per se* medför att eleverna lär sig om ett avsett naturvetenskapligt kunskapsinnehåll, eller om ett naturvetenskapligt sätt att tänka och arbeta. Jag anser också att det är fördelaktigt om lärarna har förtroende för sina egna mål och att de litar på att det laborativa arbetet som ska genomföras har de förutsättningar som krävs för att hjälpa eleverna att uppnå just de målen.

Laborationsinstruktionernas betydelse

Oavsett på vilket sätt laborationsinstruktionen används under laborationerna så visar resultaten från fallstudierna att den har betydelse för elevernas sätt att genomföra laborationen där instruktionens upplägg ofta påverkar vad eleverna fokuserar på under laborationen. Eleverna ställer ofta frågor som relaterar till instruktionen och läraren utgår ofta från instruktionen då denne försöker identifiera vad eleverna har problem med under genomförandet och för att ge eleverna upplysningar så att de kan komma vidare i sitt arbete. Den tredje delstudien indikerar också att elever som är vana vid att få instruktioner försöker följa anvisningarna. Denna iakttagelse är viktig. Om laborationsinstruktionen är betydelsefull för elevernas arbete, så borde det vara viktigt hur denna är utformad för att uppnå de mål som läraren har.

Resultaten från den andra delstudien visar att god korrelation mellan laborationsinstruktionens upplägg och lärarens mål är gynnsamt för att implementera målen. I biologilaborationen anpassades instruktionen efter undervisningens mål genom att vissa ord (t.ex. namn på inre organ) från denna som sammanföll med lärarens mål plockades ut och framställdes för eleverna, vilket var gynnsamt. I fysiklaborationen anpassades undervisningen efter laborationsinstruktionen, vilket visade sig vara mindre gynnsamt. Istället för att diskutera det naturvetenskapliga innehållet i det laborativa arbetet försökte läraren hjälpa eleverna att fylla i luckorna i laborationsinstruktionen. Den tredje delstudien visade att läraren ville att eleverna skulle arbeta självständigt i så stor utsträckning som möjligt. De skulle använda den information som fanns i laborationsinstruktionen för att få fram och reflektera över resultaten. Det som stod beskrivet i instruktionen

blev viktigt för eleverna. Resultaten indikerar att lärare som lägger mer tid på att förstå vilket eller vilka mål laborationsinstruktionen lyfter fram förbättrar möjligheterna att de egna målen implementeras.

Elevers uppfattningar om mål

I den tredje studien redovisas analysen av elevintervjuer. De genomfördes direkt efter den kemilaboration som beskrivits ovan, för att undersöka hur eleverna uppfattade målen och vad de ansåg var viktigt att lära sig av laborationen. Det visade sig att nästan alla elever tyckte det var viktigast att lära sig om säker hantering och att ta hänsyn till risker. Utdraget nedan visar hur ett par av eleverna uttryckte sig:

Intervjuare: Vad upplevde ni själva var viktigast att lära sig?

Alice: Hm

Bea: Ja, det var väl att inte få någonting i ögat. För jag vill inte bli blind. Det skulle inte vara så kul.

Alice: Inte slicka på fingrarna!

Att lära sig ta hänsyn till risker var inte ett mål som läraren hade uttryckt i förintervjun, men det behandlades under laborationsintroduktionen och framträdde för eleverna genom interaktioner med läraren under genomförandet (se i, tabell 5). De naturvetenskapliga begrepp som läraren tänkte att det laborativa arbetet skulle behandla ansågs av eleverna som mindre viktiga, även om hälften av eleverna gav exempel som visade att de också tänkte på det. En av eleverna svarade enligt nedan på frågan om vad de trodde läraren tyckte var viktigast:

”Det var väl att tänka på hur den reagerade mot de olika ämnena. Plasten alltså. Eller egentligen varför den reagerade som den gjorde.” (Anders)

Under intervjuerna framkom ingenting om att det var viktigt att lära sig om laborativa färdigheter. Däremot var det tydligt under laborationen att mycket diskussioner, såväl mellan läraren och eleverna som mellan eleverna, handlade just om hur eleverna skulle gå tillväga för att få fram resultat från laborerandet. Undersökningen visade att elevernas uppfattningar i hög grad påverkades av det läraren betonade under laborationerna. Laborationer är komplexa i många avseenden och det är inte alltid så lätt att tydliggöra målen för eleverna.

Svårigheter med laborativt arbete och skillnader mellan ämnena

I den fjärde studien efterfrågades svårigheter med laborativt arbete och analysen visade att vissa svårigheter var mer framträdande än andra genom att de beskrevs av flera lärare. Tidigare har jag beskrivit att flera av lärarna såg svårigheter med att utveckla eleverns förmåga att *planera laborationer*. Andra svårigheter som beskrevs av flera lärare var *att hantera omgivande faktorer* och att ge laborationerna *tillräckligt med tid*. Omgivande faktorer påverkade det laborativa arbetets förutsättningar: lärarna behövde ibland tillgång till vissa material och viss utrustning; lokalerna de behövde fanns inte eller var inte tillräckligt säkra för vissa experiment och elevgruppernas storlek begränsade vilka typer av laborationer som kunde genomföras. Bristen på tid var enligt lärarna särskilt påtaglig under laborationernas genomförande, eftersom det påverkade hur mycket (eller lite) de kunde prata med eleverna om exempelvis de observationer eleverna gjorde och om laborationens idéer.

I den fjärde delstudien frågar jag lärarna om vilka skillnader de uppfattar mellan laborativt arbete i de olika ämnena. De resultat som undersökningen ger är att kemilaborationer av flera lärare ses som relativt problematiska då många abstrakta begrepp, särskilt de med anknytning till materia och partikeltänkande, är svåra för eleverna att förstå. Det medför, enligt lärarna, att eleverna ofta har svårt att förstå hur en viss kemisk förening uppkommer från en viss kemisk process. Eleverna har också svårt att förstå att det som sker har samband med teori som diskuteras eller att de kemikalier de använder har olika kemiska egenskaper och uppbyggnad och inte bara olika färg eller namn. Diana, en av de intervjuade lärarna i den fjärde delstudien, säger till exempel:

”Vi pratar om små bokstäver och laddningar hit och dit. Det är svårt att få ihop med det som står framför dom på bordet. En pulverburk med salter, som kopparkloridpulver, vad är det?” (Diana, delstudie fyra)

Fysiklaborationerna ses å andra sidan av flera lärare som enkla, eller åtminstone att det finns stora möjligheter att arbeta laborativt i fysik. Utan alltför stora ansträngningar eller komplicerad utrustning går det till exempel att illustrera fenomen och få fram resultat som kan jämföras med sammanhang i verkliga livet. Motsvarande illustrationer och resultat går också att få fram med laborationer i biologi. Den stora skillnaden mellan laborationer i fysik och biologi ligger i att laborationerna i biologi ofta tar mer tid i anspråk. Några av lärarna beskriver att det är en anledning till att laborationer genomförs mer sällan i biologi än i de andra ämnena.

Kapitel 6. Diskussion

Avhandlingens delstudier har undersökt laborativt arbete i den svenska grundskolans senare år, särskilt med avseende på lärarens mål och hur dessa förverkligas i undervisningen. Resultaten medverkar på det sättet till att utveckla kunskap om betydelsen av det laborativa arbetet i den naturvetenskapliga undervisningen.

Lärarnas mål

Den finns mycket forskning om det laborativa arbetets betydelse för undervisningen i naturvetenskap. Det handlar om allt från historiska beskrivningar av laborationens plats och roll i undervisningen till undersökningar av elevers lärande under specifika laborationer (Lunetta, 1998). Det är främst forskning med anknytning till förhållanden i USA och Storbritannien som genomförts, men många andra länder bidrar också till forskningen (e.g. Abd-El-Khalick et al. 2004; Lazarowitz & Tamir, 1994). Framförallt under senare år har forskningen inriktats mot mål med laborativt arbete, där en stor del behandlar undervisning på gymnasienivå och universitet (e.g. Johnstone & Al-Shuaili, 2001, Welzel, et al. 1998). Den stora mängden forskning medför att det finns många översiktsartiklar som bidrar till att klarlägga huvuddragen i de mål som anses viktiga att uppnå med laborativt arbete (Hofstein & Lunetta, 2004; Jenkins, 1999; Lazarowitz & Tamir, 1994; Wellington, 1998). Enligt internationell forskning finns en del mål för laborativt arbete som anses särskilt viktiga. Jenkins (1999) och Wellington (1998) lyfter fram tre huvudområden: *kunskap och förståelse; attityd och motivation; laborativa färdigheter och arbetssätt*. Hofstein och Lunetta (2004) anser att laborativt arbete även ska ge eleverna *förståelse av naturvetenskapens karaktär och kunskap om forskares arbetssätt*.

De studier som gjorts i denna avhandling visar att alla deltagande lärare uttrycker att det finns viktiga mål att uppnå med det laborativa arbetet. Det är främst den första och den fjärde studien som visar hur lärarna beskriver sina mål. Jag ser fem huvudresultat om lärarnas mål:

- I. Lärare i den svenska grundskolan uttrycker mål som i stor utsträckning överensstämmer med mål som framträder i internationella undersökningar.
- II. När lärare beskriver mål för specifika laborationer från sin egen undervisning överensstämmer inte dessa med deras generella mål för laborativt arbete. Lärarna uttrycker således sina mål olika i olika sammanhang.

- III. De laborationsinstruktioner som används av lärarna innehåller i stor utsträckning mål för att hjälpa elever att identifiera objekt och att lära sig fakta. Relativt många mål handlar om laborativa procedurer och utrustning medan mål inriktade mot tänkande och reflekterande är ovanliga. Målen stämmer inte alltid överens med vad lärarna vill uppnå med laborationen.
- IV. Undersökande arbetssätt förordas i internationell forskning. Lärarna i studierna beskriver i några fall laborativt arbete som innehåller inslag av undersökande arbete, men det framgår samtidigt att lärarna inte riktar särskild uppmärksamhet mot det.
- V. Att det laborativa arbetet ska hjälpa elever att utveckla sin förståelse av naturvetenskapens karaktär uttrycks inte explicit av någon av lärarna som deltar i studierna och endast implicit av en av lärarna i den fjärde delstudien.

I. När lärarna diskuterar laborativt arbete generellt säger de att eleverna främst ska utveckla förståelse av naturvetenskapliga fenomen, fakta och begrepp. Det är även viktigt att eleverna ges möjlighet att tänka och reflektera och att det laborativa arbetet bidrar till att eleverna blir mer intresserade av naturvetenskap. Till viss del beskrivs också att eleverna bör få labvana, dvs. utveckla laborativa färdigheter. Genom de genomförda undersökningarna kan jag se att lärarna har beskrivit mål inom områden som överensstämmer med de viktiga områden som Jenkins (1999) och Wellington (1998) har beskrivit. I LSE-projektet genomfördes en kartläggning av lärares mål med hjälp av enkäter. Där ombads lärare på gymnasium och universitet att formulera mål som var viktiga att eftersträva och sedan rangordna dessa (Welzel et al., 1998). Sverige var inte ett av de deltagande länderna i LSE-projektet och i nationell forskning om laborativt arbete saknades en motsvarande kartläggning där lärare får beskriva sina mål. Om mina resultat jämförs med resultaten från studien i LSE-projektet som genomfördes av Welzel et al. (1998) framkommer likheter. Resultat från båda studierna lyfter fram att förståelse är viktigt att eftersträva. Elevers tänkande beskrivs av lärare i båda studierna, men lärare i LSE-projektet som undervisar äldre elever (och studenter) betonar att det handlar om ett *vetenskapligt* tänkande. Enligt mina resultat får laborativa färdigheter något mindre utrymme i grundskolan än vad resultaten för gymnasiet visar (ibid.), medan det omvända gäller för mål att väcka intresse.

II. I den första studien jämfördes lärarnas generella mål med mål för de specifika laborationer som lärarna tagit med till intervjun. I analysen av de generella målen identifierades fem teman: att utveckla elevers förståelse för begrepp och fenomen; att tänka och reflektera kring det laborativa arbetet; att anknyta till vardag och verklighet; att utveckla praktiska och manipulativa färdigheter; att intressera och roa. I analysen av de specifika målen

framträdde ytterligare ett tema förutom de ovan nämnda: att stimulera aktivitet och upplevelse. De mål som lärarna beskrev för specifika laborationer tillhörde framförallt detta tema, temat att utveckla elevers förståelse för begrepp och fenomen och temat att utveckla praktiska och manipulativa färdigheter. När lärarna talade om de specifika laborationerna lade de mer betoning på aktiviteten i sig och på laborativa färdigheter än när de beskrev sina generella mål. Beroende på vilket sammanhang (generella mål eller mål för specifika laborationer) som diskuterades hade lärarna något olika mål för laborationerna, vilket visar att det inte är så lätt att rangordna och överföra viktiga generella mål till specifika laborationer direkt. Resultaten indikerar att lärarnas val av specifika laborationer inte alltid utgår från de generella målen.

III. Laborationsinstruktioner som lärarna använde i sin undervisning analyserades i den första studien. Det var vanligast att dessa var formulerade för att hjälpa eleven att identifiera objekt och fenomen. Även i en mer omfattande studie, LSE-projektet, visar det sig att det var det vanligaste målet (Tiberghien et al., 2001). De av lärarnas mål som handlar om att utveckla förståelse av begrepp och fenomen sammanfaller med laborationsinstruktionernas mål. Mål för att utveckla laborativa färdigheter finns med i laborationsinstruktionerna, men inte lika tydligt framskrivna som mål för att utveckla förståelse och begrepp. Mål för att utveckla laborativa färdigheter handlar framförallt om att lära sig specifika procedurer som t.ex. hur eleverna ska göra för att överföra provlösningar försiktigt med pipett. I de laborationsinstruktioner som analyserats i avhandlingen framträder att lärarnas mål *att utveckla elevers tänkande och reflekterande* sällan stöds. Detta visas i den första delstudien där t.ex. endast fyra av elva laborationsinstruktioner vagt framskrev målet att lära eleverna hur man bearbetar resultat.

IV. Ett viktigt resultat från den fjärde studien belyser att det finns möjligheter till undersökande arbete i det laborativa arbete som bedrivs i grundskolans naturvetenskapliga undervisning. Chinn och Malhotra (2002) kritiserar skolans laborativa arbete för att eleverna i alltför stor utsträckning får lära sig en förenklad version av hur vetenskapliga undersökningar bedrivs. De får inte genomföra laborationer som lär dem hela processen i det undersökande arbetssättet. Till exempel är ofta frågan för det som ska undersökas formulerad inför laborationen, medan det i autentiska vetenskapliga undersökningar är forskaren själv som ställer frågan. För att elever ska lära sig undersökande arbetssätt är det viktigt att lärarna ger eleverna möjligheter att ställa frågor, att planera experiment, att lära sig observera, att granska resultat kritiskt och att ta egna beslut (Chinn & Malhotra, 2002). För lärare i grundskolans senare år är detta inte en enkel uppgift. Elever

behöver få erfarenhet av laborativt arbete som till exempel visar hur frågor kan ställas, att olika sätt kan användas för att få fram resultat och att laborationer kan hjälpa dem att förstå och förklara olika begrepp. Att det finns inslag av undersökande arbete i lärarnas beskrivningar är positivt, men ingen av lärarna uppvisar en särskild strategi eller uttalar särskilda mål för att eleverna ska lära sig detta. Inte heller laborationsinstruktionerna riktar särskild uppmärksamhet mot undersökande arbete.

V. I de mål för laborativt arbete, som beskrivs av de intervjuade lärarna, finns inte utveckling av förståelse av naturvetenskapens karaktär tydligt uttryckt. Det indikerar att naturvetenskapens karaktär inte är något som belyses genom laborativt arbete. Många studier påpekar att just laborativt arbete kan vara betydelsefullt för undervisning om naturvetenskapens karaktär (Hofstein & Lunetta, 2004; Leach, 1998; 2002; Osborne, et al., 2003; Schwartz et al., 2004). Leach (2002) anser att det är viktigt att utveckling av förståelse av naturvetenskapens karaktär ingår samtidigt som eleverna gör laborationer, till exempel genom att uppmärksamma att det är viktigt att kritiskt granska experimentens resultat och därmed inte ta dessa för givna. Det handlar, enligt Leach (2002), om att ha utveckling av förståelse av naturvetenskapens karaktär som ett övergripande mål för det laborativa arbetet. Schwartz et al. (2004) menar att läraren behöver ha en aktiv roll under arbetets gång, förtydliga sambanden mellan målen för eleverna och lyfta fram att det laborativa arbetet har en större plats än "här och nu" för elevernas utveckling av kunskap om naturen och dess fenomen. Leach (1998) påpekar att begränsade kunskaper om naturvetenskapens karaktär, eller begränsad kunskap om hur dessa ska förmedlas, påverkar vilket laborativt arbete som genomförs. Resultaten från den fjärde studien indikerar ett motsvarande samband, dvs. att lärarna har en begränsad kunskap om naturvetenskapens karaktär, eller en begränsad kunskap om hur det ska förmedlas, eftersom endast en av lärarna beskriver aspekter av det laborativa arbetet som anknyter till utveckling av elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär. Det kan däremot inte uteslutas att lärarna arbetar med utveckling av elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär på andra sätt än genom laborativt arbete.

Implementering av mål

I mycket forskning som beskriver lärares och elevers arbete under laborationer finns det inslag av diskussioner kring lärarnas mål, såväl internationellt (Berry et al., 1999; Hart et al., 2000, Lewis, 2002) som nationellt (Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002). Lärarens mål ger en inblick i vad som kan förväntas av det laborativa arbetet och påverkar vad eleverna har möjlighet att lära sig. Kännedom om

lärarens mål bidrar till att förstå de händelser som sker under laborationerna som t.ex. varför läraren och eleverna agerar och interagerar på ett visst sätt. Säljö och Bergqvist (1997) visade att det laborativa arbetet inte alltid hjälper eleverna att förstå det naturvetenskapliga innehållet som läraren vill att de ska förstå. Studien visade att lärarens och elevernas diskussioner inte alltid befinner sig på samma nivå, dvs. läraren pratade om att se hur ljuset bryts medan eleverna undrade vilket ljus de skulle se. Wickman och Östman (2002) visade att elever behöver diskutera sina erfarenheter från laborativa undersökningar med läraren för att utveckla sin användning av naturvetenskapliga begrepp.

Den andra och tredje studien visar att det finns samband mellan lärarnas mål och lärarnas och elevernas interaktioner i den laborativa undervisningen. Jag ser följande huvudresultat när det gäller implementeringen av lärarnas mål:

- VI. Lärarna beskriver ofta fler mål än de som kommer fram under genomförandet. Dessutom framkommer andra mål än de som beskrivs explicit. Lärarnas mål överensstämmer inte alltid med vad eleverna uppfattar som viktigt.
- VII. Interaktioner mellan lärare och elever under genomförandet av laborationerna kan tydliggöra målen för eleverna. Eleverna behöver hjälp att "se vad som är avsett att se". Det är inte självklart att det laborativa arbetet i sig medför att de förstår ett visst naturvetenskapligt innehåll eller förstår att de lär sig en viss laborativ färdighet.
- VIII. Laborationsinstruktionen är betydelsefull. Mycket samtal under laborationer förs omkring denna. Om målen i laborationsinstruktionen överensstämmer med de mål läraren vill eftersträva underlättar detta både för läraren och för eleverna att bearbeta de avsedda målen.

VI. Resultat från analysen av både laborationen i kemi och i fysik som genomfördes i den andra delstudien visar att de mål som läraren uttryckte under förintervjun omfattade fler mål än de som framkom under genomförandet av laborationen (se tabell 6 och 7). Lärarnas mål gjordes inte explicita för eleverna under den inledande introduktionen eller i andra interaktiva episoder. Resultaten från analysen av laborationen i biologi uppvisar god implementering av lärarens mål då denna tydligt framförde målen och återkopplade till dessa under hela laborationen.

I avhandlingens tredje studie ingick intervjuer med elever där de gavs möjlighet att ge sin syn på vad som var viktigt att lära sig av laborationen. Där framkom att eleverna uppfattade andra mål än de mål läraren betonat och beskrivit i förintervjun. Eleverna beskrev att det var viktigt att agera

säkert och att vara försiktig med lösningsmedlen, vilket var tydligt framträdande under lärarens introduktion till elevernas arbete med laborationens uppgifter. Resultaten från den andra och tredje delstudien visar att de mål läraren har inför laborationen inte alltid är de som eleverna uppfattar som viktiga. Eleverna påverkas i stor utsträckning av det som händer och det som diskuteras under laborationen. Utan att ange vilket antal mål en laboration ska ha indikerar resultaten att för många mål kan öka komplexiteten i laborationen. En ökad komplexitet medför att läraren måste vara ännu tydligare för att öka möjligheterna att implementera målen.

VII. Analysen av laborationen i biologi visade att flera av lärarens mål gjordes explicita genom lärarens interaktioner med eleverna. I den tredje delstudien visades utförligt att interaktioner mellan läraren och eleverna var viktiga under laborationen. Genom dessa fick eleverna stöd och hjälp att t.ex. förstå att en viss observation var något de skulle lägga märke till och på vilket sätt just den observationen visade ett resultat av deras undersökningar. Hart et al. (2000) undersökte i en fallstudie ett av lärarens uppsatta och för eleverna explicita mål, *att utveckla elevers förståelse av naturvetenskapligt sätt att arbeta*, och fann att målet implementerades i tre av fyra grupper. Resultaten i den tredje delstudien visar att tydliggörandet av målen inte, som ett tillägg till slutsatser av Hart et al. (2000), behöver vara genom att explicit uttala dessa. Viktiga mål framträder även för eleverna genom sättet läraren agerar under laborationen.

Sammantaget indikerar resultaten från den andra och tredje delstudien att kopplingar mellan vad läraren vill göra, vad läraren säger till eleverna, hur läraren agerar och vad läraren tar för givet påverkar hur eleverna genomför laborationen och vad de uppfattar som viktigt att lära sig. För en specifik laboration är det således viktigt att läraren är säker på vad denna vill uppnå med laborationen, att läraren kommunicerar detta till eleverna och agerar i enlighet med sina uppsatta mål. Detta är inte så enkelt som det kanske låter, eftersom det finns många anledningar till att en lärare agerar eller uttrycker sig på ett visst sätt under en laboration. Ett exempel från den andra studien är att en av lärarna i efterintervjun beskrev att han kände sig stressad av alla problem som uppstod med procedurer vilket medförde att tiden inte räckte till att diskutera det naturvetenskapliga innehållet med eleverna. Jag anser att noggrannhet avseende vilka mål som laborationen ska sträva efter att uppnå och medvetenhet om betydelsen av målen, kan underlätta lärarens ansträngningar att få genomförandet av laborationen att styras mot dessa mål. Det handlar om att läraren inte bör ta målen för givna, utan i sin interaktion med eleverna hjälpa dem uppfatta meningen med det laborativa arbetet.

VIII. Laborationsinstruktioner kan utnyttjas för att öka noggrannheten i elevernas undersökningar under laborationen, t.ex. genom att ange att eleverna ska genomföra olika procedurer innan de summerar resultaten (Tiberghien et al., 2001). Amerine och Bilmes (1990) visar i en studie av årskurs 3-elevs laborativa arbete att laborationsinstruktionens utformning och innehåll kan göra att eleverna lär sig sådant som skiljer sig en hel del från det läraren har som mål. Millar et al. (2002) visar å andra sidan att laborationsinstruktionen var nära relaterad till lärarens mål med laborationen om det är läraren som väljer vilken laboration som ska genomföras. I avhandlingens båda fallstudier valde lärarna laborationsinstruktionerna. Dessa användes mycket av både lärarna och eleverna under laborationerna, vilket kunde identifieras i de interaktiva episoder som uppstod. Även Gunnarsson (2008) har funnit motsvarande resultat i sin analys av årskurs 7-elevs interaktioner under laborationer i ellära. För laborationen i biologi överensstämde målen i laborationsinstruktionen med lärarens mål. De andra två laborationsinstruktionerna uppvisade inte samma koherens med lärarens mål. För laborationen i kemi var till exempel olika procedurer tydligt framskrivna i laborationsinstruktionen medan läraren inte hade som mål att eleverna skulle lära sig procedurer. För laborationen i fysik var laborationsinstruktionen inte anpassad till elevernas erfarenheter av laborativt arbete och många problem, relaterade till laborativa färdigheter, uppstod och överskuggade lärarens mål med laborationen. Eleverna gjorde inte det läraren hade tänkt att de skulle göra, utan försökte istället agera efter de anvisningar som laborationsinstruktionen beskrev.

Svårigheter med laborativt arbete och skillnader mellan ämnena

Lärarna i den fjärde studien uttrycker att det ofta är brist på tid att resonera med eleverna under laborationerna. De angav också att olika omgivande faktorer, som till exempel stora elevgrupper, begränsade vilka laborationer som kunde väljas och att det var svårt att låta eleverna planera egna laborationer. Utan att jag i detalj har undersökt hur svårigheterna förhåller sig till varandra indikerar resultaten att de är sammanlänkade. De svårigheter som beskrivs av lärarna påverkar både förutsättningarna för det laborativa arbetet och dess genomförande på olika sätt i olika sammanhang. För lärarna är det inte bara en fråga om att formulera mål för vad eleverna ska lära sig av laborationerna. De måste även ta hänsyn till om det är praktiskt möjligt att uppnå målen med de omgivande faktorer som begränsar möjligheterna under den tid de har till förfogande. Det i sin tur kan förklara varför en av lärarna uttrycker att han inte når så långt som han skulle vilja i fråga om att lära eleverna att planera egna laborationer. Studiens resultat säger ingenting om det är lättare att implementera mål under laborationer i

biologi än i kemi eller fysik. Mitt svar på en eventuell fråga om detta skulle vara att varje laboration är unik, men att det finns vissa saker som underlättar implementeringen av målen. Nämligen tydlighet i både formulering och förmedling av mål samt koherens med laborationsinstruktionen (se VII och VIII ovan).

De skillnader mellan ämnena som identifierades i analysen av intervjuerna i den fjärde delstudien var till viss del oväntade. Fysiklaborationerna ansågs vara lättast att göra enkla, dvs. speciell utrustning som vanligtvis förknippas med laborationer i fysik ansågs inte nödvändig. Fysiklaborationerna ansågs också kunna illustrera begrepp och var lätta att anknyta till vardagliga händelser och vardagsnära fenomen. En möjlig förklaring är att de laborationer som beskrivs i första hand förklarar hur olika begrepp eller fenomen ska studeras och vad som kan observeras, inte att det är särskilda mätvärden som eftersträvas. Istället för att mäta, samla data och räkna så verkar flera av lärarna vara mer inriktade på att föra resonemang med eleverna om det naturvetenskapliga innehållet i fysiklaborationerna. Laborationer i kemi har en tendens att innehålla undersökningar som kräver förklaringar med abstrakta begrepp som är främmande för eleverna. Det medför att eleverna har svårt att koppla samman undersökningarnas observationer med de teoretiska modeller av t.ex. atomer och molekyler som lärarna beskriver även om några av lärarna säger att de hjälper eleverna med att identifiera vad som ska observeras. Lärarna uppfattar kemilaborationerna som svårare än fysiklaborationerna eftersom begrepp i kemi upplevs som abstrakta av eleverna. Laborationer i biologi beskrivs som värdefulla men tidskrävande. Laborationer i biologi genomförs mer sällan än laborationer i kemi och fysik vilket också observerats av Abrahams och Millar (2008). Josephsen (2003) visade att universitetsstudenters utveckling av sina sätt att angripa problem, tolka, diskutera och presentera data från laborationer gynnades av att de hade fått erfarenheter av laborativt arbete från flera ämnen. Ingen av lärarna i den fjärde delstudien beskriver att laborativt arbete i t.ex. biologi ger eleverna erfarenheter som de kan utnyttja för laborationer i t.ex. kemi. I likhet med studien av Abrahams och Millar (2008) indikerar detta att lärarna saknar en strategi för att tillvarata elevernas erfarenheter. Jag anser att en diskussion mellan lärare och elever om erfarenheter av laborativt arbete från olika ämnen även skulle kunna vara gynnsamt för elever i grundskolan på motsvarande sätt som det var gynnsamt för de universitetsstudenter som ingick i studien av Josephsen (2003).

Konsekvenser för undervisning och vidare forskning

Lärarna som deltagit i mina undersökningar uttrycker olika mål som de anser är viktiga, de beskriver hur de vill genomföra laborationer och de ger

illustrerande exempel som beskriver hur de genomför laborationer. Många mål handlar om att väcka intresse, hitta kopplingar till verkligheten runt omkring, visa hur olika fenomen i naturen uppstår, lära eleverna hur man blandar kemikalier, lära dem sätta upp laborativ utrustning, etc. Alla dessa mål har ett värde för lärarna och de anser att de gör laborationer som leder mot dessa mål. När sedan laborationerna undersökts i mer detalj med hjälp av fallstudierna har det visat sig att det inte är så enkelt att nå de mål som lärarna eftersträvar. Lärarens interaktioner med eleverna och laborationsinstruktionernas utformning påverkar laborationernas genomförande.

Betydelsen av målen

Eleverna i den tredje studien beskriver att "det är kul att labba", något som även framkommer i en studie av Lindahl (2003). På så vis kan man säga att lärarna arbetar med laborationer på ett sätt som leder elevernas förståelse för naturvetenskap vidare och gör dem intresserade. Det finns däremot en osäkerhet bland eleverna som visar sig i deras tveksamma uttalanden om vad som är viktigt att lära sig. Det finns en risk att eleverna endast ser laborationen som en uppskattad variation i undervisningen, en aktivitet där eleverna får röra på sig och prata sinsemellan lite mer än vanligt, mer än ett tillfälle att lära sig naturvetenskap. Om lärarna vill nå längre i sina ambitioner med det laborativa arbetet än att laborationen ska bli en omväxlande aktivitet till övrig undervisning är det viktigt att mer eftertanke ägnas åt att tydliggöra målen både i undervisningen och i laborationsinstruktionen.

Undersökande arbete

Jag anser att det är möjligt för lärare att utveckla det undersökande arbetssättet i den laborativa undervisningen. En utgångspunkt kan vara befintliga inslag som visat sig finnas hos de lärare jag intervjuat, som t.ex. att de vill uppmuntra eleverna att ställa egna frågor och undersöka dessa laborativt. Det är troligt att sådana inslag även finns i andra lärares laborativa arbete. Ett första steg i en sådan utveckling är rimligtvis att NO-lärare tillsammans diskuterar fram en långsiktig plan från årskurs sju till nio, som innehåller de mål lärarna anser är viktiga. Planen kan beskriva vad eleverna behöver lära sig för att utveckla sin förmåga att föreslå idéer på undersökningar, planera, genomföra, samla information, tolka, värdera, redovisa resultat och kritiskt granska andras undersökningar. Sådana aspekter ingår i undersökande arbete och återfinns även för de olika ämnena i grundskolans kursplaner (Skolverket, 2000).

Naturvetenskapens karaktär

Aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär finns nästan inte alls med bland de mål som lärarna beskriver. Resultaten gäller lärarnas laborativa arbete men säger inget om innehållet i deras övriga undervisning. Ska utveckling av elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär innefattas i laborativt arbete eller är andra sätt att föredra? Frågan är inte lätt att besvara. Det framgår inte minst genom att undervisning om naturvetenskapens karaktär diskuteras och debatteras i många artiklar där den stora frågan handlar om svårigheten att få in det i undervisningen (e.g. Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002; Leach, 2002; McComas, Almazroa & Clough, 1998; Osborne et al., 2003). Leach (2002) anser att det är viktigt att elevernas förståelse av naturvetenskapens karaktär bearbetas även under laborativt arbete, t.ex. genom att diskutera att de begrepp och modeller eleverna studerar är produkter av mänskliga föreställningar av naturen. Osborne et al. (2003) anser att undervisning om naturvetenskapens karaktär bäst görs genom ett antal väl valda fallstudier av antingen historiska eller samtida natur och genom explicit reflektion och diskussion om naturvetenskapen och dess natur. Dessa två ger exempel på olika sätt att se på undervisning om naturvetenskapens karaktär. Schwartz och Lederman (2002) påpekar att inte mycket forskning undersöker om den undervisning som bedrivs i klassrummen innehåller utveckling av förståelse av naturvetenskapens karaktär. En sådan undersökning med anknytning till klassrummet har gjorts av Bartholomew, Osborne och Ratcliffe (2004). Författarna visar, genom resultat från en ettårig studie av 11 lärares undervisning på olika skolnivåer, att det krävs att elever engageras i reflekterande diskussioner för att en framgångsrik undervisning om naturvetenskapens karaktär ska erhållas. Som jag ser det erbjuder laborativt arbete sådana förutsättningar.

Kapitel 7. Sammanfattning av artiklar

Artikel I.

Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse

I denna studie har syftet varit att ta reda på hur lärare i grundskolans senare år framställer sina mål med det laborativa arbetet i den naturvetenskapliga undervisningen samt vilket stöd eleverna har i de laborationsinstruktioner som används. Frågeställningarna har varit inriktade på att undersöka vilka förutsättningar för laborativt arbete som kan ligga till grund för det som senare ska genomföras i klass tillsammans med elever.

- Vilka mål med laborativt arbete i allmänhet lyfts fram av lärare?
- Vilka mål framträder då lärarna beskriver konkreta laborationer som de använder i sin NO-undervisning?
- Hur framträder målen i de skrivna laborationsinstruktionerna?

I resultaten från analysen av de 11 intervjuer som genomfördes framträdde teman för mål med laborativt arbete i allmänhet, där de flesta lärarna beskrev att det var viktigt med kunskapsutveckling, förståelse, tänkande och reflektion. I lägre grad uttrycktes mål med anknytning till attityd, motivation eller utveckling av färdigheter. En jämförelse med mål för specifika laborationer visade på skillnader, där målen i högre grad framhöll affektiva aspekter och utveckling av laborativa färdigheter. Vidare visade analysen av instruktionerna för de specifika laborationerna att de hade en tyngdpunkt i lärandet av naturvetenskapliga begrepp, men att de uppvisade brister i att erbjuda elever stöd att tänka och reflektera. Relationer mellan lärares mål och mål i laborationernas instruktioner indikerade att det förekom en diskrepans då målen inte alltid överensstämde. Resultaten har även diskuterats i förhållande till mål som anses viktiga i forskningslitteratur (Hofstein & Lunetta, 2004, Jenkins, 1999) och till mål i kursplanerna (Skolverket, 2000). Slutsatserna från studien lyfter fram att det är viktigt för till exempel lärare och lärarutbildare att känna till vilka mål med laborativt arbete som kan förekomma eftersom dessa mål kan påverka elevers förutsättningar för lärande. Dessutom kan kunskap om lärarnas mål bidra till förändring och utveckling av laborativt arbete i grundskolans naturvetenskapliga undervisning. Det har i studien till exempel visat sig att laborativt arbete som skulle kunna utveckla kunskaper om ett naturvetenskapligt sätt att tänka får en relativt underordnad roll. Studiens resultat leder till frågan om mål för specifika laborationer behålls eller förändras då målen bearbetas i praktiken.

Artikel II.

Implementation of Objectives for Laboratory Work in Secondary School Science.

Syftet med denna studie var att undersöka om och på vilket sätt lärarens specifika mål för en laboration, laborationsinstruktionerna och interaktionerna mellan läraren och eleverna påverkade det laborativa arbetets genomförande. Tre fall har utnyttjats för att visa exempel på laborativt arbete i grundskolans senare år i ämnena biologi, kemi och fysik. Studiens frågeställningar är kopplade till det laborativa arbetets intentioner i form av lärarens mål och mål i laborationsinstruktioner, samt till olika faser under genomförandets med särskild uppmärksamhet riktad på lärarens introduktion till det laborativa arbetet samt dennes kommunikation och interaktion med eleverna (Jordan & Henderson, 1995; Roth, 2005).

- Vilka var lärarens mål med laborationen och vilka mål framträdde i laborationsinstruktionen?
- Vilka mål blev synliga i lärarens introduktion till laborationen och vilka mål blev synliga i lärarens och elevers interaktioner under det laborativa arbetet?
- På vilket sätt sammanföll de mål läraren uttryckt med de mål som framträdde under lektionen?

Studien utformades som en instrumentell fallstudie (Stake, 1995), där empiri från tre fall analyserades. Datainsamling skedde genom för- och efterintervjuer, videodokumentation och analys av laborationsinstruktioner. Lärarna var inte specialiserade på något ämne utan de undervisade ofta i alla ämnen, eller i en kombination av dessa ämnen. I analysen av videodokumentationen användes *interaktiva episoder* för att definiera och tydliggöra sammanhang under lektionen som hade relevans för tolkningen av hur målen framträdde. En interaktiv episod gemensam för alla tre fallen var lärarens introduktion till elevernas uppgift. Andra innefattade till exempel interaktion mellan lärare och elever kring en specifik fråga. Genom sammanvägning av laborationens intentioner, som inkluderade analysen av lärarens mål och målen i laborationsinstruktionerna, och av laborationens genomförande kunde en tolkning av hur god implementeringen var beskrivas för varje laboration. Laborationernas genomförande i de olika ämnena sammanföll i olika grad med de mål som uttrycktes för laborationerna. I biologilaborationen var målen konsistenta med genomförandet, i kemilaborationen var vissa av lärarens mål överskuggade av andra (och delvis nya) mål och i fysiklaborationen stämde genomförandet inte överens med de mål som sattes upp inför laborationen. Laborationsinstruktionerna användes i hög grad i alla tre fall, men enbart i fallet biologi korrelerade denna väl med lärarens mål. En slutsats är att det är viktigt att lärarna är

säkra på vilka mål de vill eftersträva under arbetets gång och att detta också med fördel kan tydliggöras för eleverna till exempel under en introduktion till laborationen. Dessutom indikerar resultaten att färre antal mål kan vara lämpligt samt att den laborationsinstruktion som är tänkt att användas både korrelerar med lärarens mål och anpassas till elevernas laborativa förkunskaper. Studien presenterades som ett konferensbidrag på *National Association for Research in Science Teaching* (NARST), Baltimore, USA.

Artikel III.

Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction.

I den forskning som bedrivs rörande naturvetenskapernas didaktik finns inte många resultat som belyser, i sin helhet, lärarens intentioner med laborativt arbete, de aktiviteter som följer därav och hur dessa uppfattas av eleverna. I denna studie undersöktes ett sådant samband med hjälp av en fallstudie (Yin, 2003). Det var särskilt viktigt att visa hur lärarens och elevernas interaktioner under laborationen bidrog till att utveckla lärandeefarenheter för eleverna eftersom både samtal och agerande är viktiga i samband med laborativt arbete (Driver et al., 1994).

Syftet var att undersöka hur lärarens mål uttrycktes under laborationen, vad eleverna uppfattade som viktigt att lära sig och hur det korrelerade med aktiviteterna under laborationen. De frågeställningar som vägledde studien var:

- Vilka är lärarens mål för laborationen?
- Hur bidrar interaktioner mellan lärare-elev respektive mellan elev-elev till lärandeefarenheter för eleverna?
- Vad uppfattar eleverna som viktigt att lära sig?
- I vilken utsträckning uppfylls lärarens mål?

Studien undersökte en laboration i kemi, som handlade om det kemiska materialet polyvinylalkohol och begreppet löslighet, där en erfaren lärare och 14 elever från årskurs åtta deltog. Inför laborationen genomfördes en intervju med läraren för att ta reda på laborationens mål. Laborationen videofilmades och i direkt anslutning till laborationens slut genomfördes intervjuer med elevgrupper. Vidare genomfördes en efterintervju med läraren där videodokumentation från laborationen användes. I analysen av laborationen ingick att identifiera strukturen av interaktionerna mellan läraren och eleverna, att tolka vad som orsakade interaktionerna och att tolka vilka lärandeefarenheter de bidrog till. Resultaten visade att vissa sammanhang framträdde ofta i lärarens interaktioner med elevgrupperna

och i interaktioner mellan eleverna. Framförallt tre olika sammanhang var viktiga då läraren var involverad: säkerhet; procedurer och kemiska begrepp. I interaktioner mellan eleverna framkom att deras uppmärksamhet mot laborativa procedurer var betydande. Interaktionerna mellan läraren och eleverna var särskilt viktiga för att hjälpa eleverna att förstå vad de skulle titta efter och hur de skulle tolka sina observationer vilket bidrog till att eleverna gavs möjlighet att lära sig om ”lika löser lika” (ett av lärarens mål) om säkerhet och hur procedurer och utrustning kunde användas för att få fram resultat. De flesta eleverna uppfattade att det var viktigast att lära sig om säkerhet, vilket inte var ett mål som läraren uttryckte inför laborationen, utan istället något som framkom under genomförandet. Elever skaffade sig uppfattningar om vad som var viktigt att lära sig utifrån både vad läraren sade, men också utifrån hur läraren agerade. De av lärarens mål som implementerades var de som berördes i interaktionerna under laborationen. Denna fallstudie visar att det är komplext att formulera mål för en laboration, att förmedla målen och att erbjuda lärandeupplevelser för eleverna. Slutsatserna är att läraren, förutom att vara klar över vilka mål en specifik laboration ska ha och framföra dessa till eleverna, bör agera i enlighet med målen. För att laborationen ska ge eleverna lärandeupplevelser är det även viktigt att hjälpa eleverna utveckla sin förmåga att göra observationer.

Artikel IV.

Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv

I denna studie var det ena syftet att undersöka om lärares mål med laborativt arbete överensstämde med de mål som förespråkas i den internationella forskningen. Speciellt intressant var att se i vilken utsträckning de svenska lärarna betonade ett undersökande arbetssätt och om de hade som mål att laborationerna skulle bidra till en förståelse av naturvetenskapens karaktär. Det andra syftet var att undersöka vilka svårigheter lärarna upplevde och vilka likheter och skillnader de såg mellan ämnena biologi, fysik och kemi då det gällde laborativt arbete. Frågeställningarna var:

- Vad vill lärarna uppnå med det laborativa arbetet i NO och hur är överensstämmelsen med de mål som förespråkas i internationell forskning?
- Finns mål med anknytning till undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär i lärarnas beskrivningar av vad de vill uppnå med laborationerna?
- Vilka svårigheter med det laborativa arbetet uppmärksammas av lärarna?
- Vilka likheter och skillnader mellan laborationer i ämnena biologi, fysik och kemi beskriver lärarna?

Utifrån semistrukturerade intervjuer (enligt Kvale, 1997) med sju erfarna lärare analyserades i flera steg: vad lärarna ville uppnå; om det i dessa mål fanns anknytningar till undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär; vad lärarna uppfattade som svårigheter; vilka skillnader lärarna uppfattade mellan ämnena biologi, fysik och kemi. Vad lärarna ville uppnå sammanställdes i form av berättelser (enligt Hansson & Redfors, 2006) för att mer detaljerat illustrera hur lärarna uttryckte sig om tre viktiga aspekter i studien. Lärarnas uttalanden jämfördes med de mål som anses viktiga internationellt (Jenkins, 1999; Lunetta et al., 2007). Det visade sig att de flesta lärarna tyckte det var viktigt att eleverna på något sätt skulle öka sin förståelse av naturvetenskap, skaffa sig labvana och bli intresserade. Flera lärare beskrev att laborationerna skulle innehålla aspekter som kan innefattas i ett undersökande arbetssätt (Hofstein & Lunetta, 2004). Endast en lärare beskrev laborativt arbete med anknytningar till naturvetenskapens karaktär. Svårigheterna handlade om att ge eleverna möjlighet att planera egna laborationer, att hantera omgivande faktorer (material, utrustning, utrymmen, gruppstorlek) och att laborativt arbete tog lång tid. De skillnaderna mellan ämnena som identifierades var att flera av lärarna såg många möjligheter att arbeta laborativt i fysik, kemilaborationer sågs som problematiska och laborationer i biologi ansågs ta lång tid att genomföra. Studiens viktigaste resultat är för det första att kemilaborationerna uppfattas som så abstrakta att eleverna inte förstår innehållet, medan fysiklaborationerna anses vara lättare att knyta till vardagen och att göra enkla. För det andra att laborativt arbete som genomförs i grundskolans senare år erbjuder eleverna möjligheter att utveckla kunskaper om undersökande arbete, även om ingen av lärarna beskriver särskilda strategier för att träna dessa kunskaper, vilket indikerar att möjligheterna inte utnyttjas i så stor utsträckning. För det tredje är aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär nästan inte alls beskrivna. Lärarna beskriver inte heller hur de ska gå tillväga för att eleverna ska få en förståelse av naturvetenskapens karaktär.

Kapitel 8. Summary

Lab work in secondary school science – teachers’ objectives and how these are implemented

The idea of the research presented in this thesis originated from my work as a lower secondary school science teacher. Over the years, my interest to understand the factors involved in teaching in the laboratory developed into serious concerns about the importance of lab work. In particular, how could laboratory exercises provide learning experiences for the students in the way I wanted, and how could I, as a science teacher, provide the means necessary to help students appreciate the benefits involved in doing lab work.

This thesis comprises four papers. The first and the fourth study are written in Swedish. Study one is published in *Nordina*. Study two is reviewed and published in proceedings of the 81st National Association of Research in Science Teaching (NARST) Annual International Conference. Study three is resubmitted to *Research in Science Education* and study four is submitted for publication.

- 1) Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (2005). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. [Teachers’ objectives for lab work: to develop knowledge in science and to develop interest] *Nordina*, 5, s. 54-66.
- 2) Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (2008). Implementation of Objectives for Laboratory Work in Secondary School Science. (Paper presented at the 81st NARST Annual International Conference, 010408, Baltimore, MD, US)
- 3) Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (resubmitted to *Research in Science Education*). Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction.
- 4) Högström, P., Ottander, C & Benckert, S. (submitted to *Nordina*). Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv. [Lab work in secondary school science: The teachers’ perspective].

Purpose

This thesis intends to direct attention to and illustrate laboratory work in Swedish secondary school science teaching. Of special interest are the teachers’ objectives for lab work, how these objectives are put into action in the school practice and how the objectives compare to the international perspective on objectives for lab work.

Background

Laboratory work and other forms of practical work in school science are considered essential in promoting students' learning of science and the teachers' objectives and the pedagogic value of lab work have been discussed and debated over the last decades (Hofstein & Lunetta, 2004; Lazarowitz & Tamir, 1994; Lunetta, 1998). Within this discussion, it is evident that the purposes and objectives for laboratory work can be characterized in different ways. Research shows that lab work can help students learn scientific concepts, understand phenomena that occur in every day life, enhance their interest in science, develop practical skills and problem solving abilities. It is also shown that lab work can help students develop understandings about the nature of science and about scientific inquiry (Hofstein & Lunetta, 2004; Jenkins, 1999; Johnstone & Al-Shuaili, 2001; Lunetta et al., 2007; Wellington, 1998).

A laboratory exercise can be staged in different ways and provide different experiences for the students. What the students perceive as important to learn is probably affected by the teacher's objectives (Jenkins, 2006). In Europe, a large-scale survey that included six countries (Labwork in Science Education, LSE) have been performed to distinguish important objectives for lab work in upper secondary schools and at the first-year university level (Millar et al., 1999; Tiberghien et al., 2001; Welzel, et al., 1998). Sweden was not included in the study. Welzel et al. (1998) categorized the teachers' objectives for labwork based on the results from a Delphi-methodology using questionnaires. The most important categories were: to link theory to practice; to learn experimental skills; to become familiar with the methods of scientific thinking.

In Sweden, research about laboratory work has to a large extent been oriented towards investigating the authentic classroom environment, including for example the teachers and students talk and actions and what students learn from the laboratory work (Eskilsson, 1999; Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002). Wickman and Östman (2002) showed for example that the students needed help and guidance from the teacher to be able to develop their scientific knowledge. A few studies concern the possible importance of teachers' objectives for lab work (Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002).

In Australia, studies specifically oriented towards investigating the teachers' objectives for lab work in secondary school contexts have been accomplished, and it has been concluded that the teachers' objectives seldom

are made explicit to the students in regular laboratory exercises (Berry, et al., 1999; Hart et al., 2000). Berry et al. (1999) reported that the students' awareness of the teachers' objectives for lab work was helping students to mentally engage with a laboratory task. Thus, the implementation of the teachers' objectives is important in order to achieve the intended learning experiences (Berry et al., 1999).

Study one

The purpose of the first study was to investigate how secondary school science teachers formulate their objectives for lab work and to identify if and how the laboratory manuals supported the teachers' objectives. The research questions were designed to give information about the prerequisites for the laboratory exercises that were about to be performed with the teachers' students. The questions were: How do the science teachers formulate their general objectives? How do the science teachers formulate their objectives for specific laboratory exercises? How are the objectives formulated in the laboratory manuals?

Semi-structured interviews were performed with 11 science teachers from secondary school, and analyzed with the help of a detailed transcript notification method described by Linell (1994). Some of the laboratory manuals were collected, and analyzed using a classification model described by Millar et al. (2002) which included identification of objectives for content and for process.

The analysis of the teachers' general objectives for lab work showed five themes where cognitive aspects were most prominent. Most teachers described that it was important to develop students understanding of scientific concepts and phenomena, as well as to think and reflect upon laboratory work. To a lesser extent, the teachers described objectives intended to develop students' interest, motivation and practical skills. In the analysis of the teachers' objectives for specific laboratory exercises it became evident that the teachers to a greater extent put forward objectives with affective aspects (e.g. to develop interest) and objectives that included development of practical skills. Thus, the teachers expressed their objectives differently in different contexts. Furthermore, the analysis of the laboratory manuals revealed that these mostly supported the teachers' objectives to develop knowledge and understanding about scientific concepts, but rarely supported the development of students' thinking and reflecting skills.

The results from the study showed that the teachers' objectives change in different contexts and raised the question whether the specific objectives remain the same or change even further during lab work.

Study two

The second study was outlined as an instrumental multiple case study (Stake, 1995). The purpose of this study was, in each case, to investigate if and how the teacher's objectives were implemented in each specific laboratory exercise. The questions guiding the research were: What objectives do the teachers put forward for specific laboratory exercises, what objectives appear in supporting laboratory manuals and how do objectives appear in teacher and student interactions during laboratory work?

Three cases were included and the cases comprised a laboratory exercise in three science subjects, one in biology, one in chemistry and one in physics. Data was collected from pre- and post interviews with the teachers, from video recordings of the laboratory exercises and from the laboratory manuals. Analysis of pre interviews and laboratory manuals was performed the same way as in study one. The video recordings were analyzed inspired by methods of interaction analysis, as described by Jordan and Henderson (1995). This analysis included identification of interactive episodes during labwork. For example, the teacher's introduction to the task was an interactive episode. In each episode, the teacher-student and student-student interaction was analyzed to decide whether any of the teacher's objectives was expressed either explicitly or implicitly. Episodes from the video recorded lab work were used in the post interviews to give the teachers opportunities to comment talk, interaction and action (Calderhead, 1981). Finally, the results from data analysis in each case was combined to interpret to what extent the teacher objectives was implemented and to interpret what factors were influential.

Results show that the performed labwork corresponded to different extent with the teachers' objectives. For the laboratory exercise in biology, the teacher's stated objectives were consistent with the objectives that appeared during lab work. In the laboratory exercise in chemistry, some of the teacher's objectives were overshadowed by other (and new) objectives. In the laboratory exercise in physics, the performed labwork had little in common with the teacher's objectives, primarily because the manual induced several practical problems during labwork. The laboratory manual was used to a large extent in all three cases, but only in the "biology case" it correlated well with the teacher's objectives.

One conclusion from this study is that it is important for teachers to have a clear view of what to pursue during labwork, that this view is communicated to the students and to have a manual that correspond to the teacher's objectives. Also, the manual needs to be adjusted to the students' lab work skills.

Study three

The purpose of the third study was to investigate how the teacher's objectives were expressed during labwork and what students perceived as important to learn. The study tried to answer four questions: What objectives for the laboratory exercise does the teacher express? How do teacher-student and student-student interactions contribute to learning experiences for the students? What do the students perceive as important to learn from the lab work? To what extent are the teacher's objectives fulfilled?

This single case study, performed according to Yin (2003), illustrated an experienced teacher's intentions for an 8th grade laboratory exercise in chemistry, the activities that followed during lab work and how this was perceived by the students (aged 13-14 years). Data was collected in a similar way as in the second study, with one addition. Student group interviews (n=7, each group consisted of two students) were performed directly after the laboratory exercise. Analysis of the interviews and of the laboratory manual was performed as in study two. The analysis of video recordings included identification of "who was doing what and why", e.g. who initiated a discussion and what was the discussion about. From the analysis certain *issues* (cf. Stake, 1995) was identified and the reoccurrence of specific issues helped to interpret what was the most important issue during labwork. Also, the identified issues were compared to what the students perceived as important to learn. This gave information to the interpretation of possible learning experiences for the students.

The results showed that some issues emerged often in teacher-student interactions and in student-student interactions. When the teacher was involved, interaction was primarily about safety and risks, laboratory procedures and chemical concepts. Student-student interactions mostly concerned laboratory procedures. Teacher-student interactions were especially important to help students understand what to look for and how to interpret their observations. This contributed to the students' possibilities to learn about the chemical concept that was intended to be learned, about safety and risks and how to use certain procedures to get the expected results. Most students perceived that it was important to learn about safety and risks, one of the issues that often occurred during labwork, but not

correlated to any of the teacher's objectives as expressed beforehand. What the students perceived as important to learn was affected both by what the teacher said and how the teacher acted during labwork.

This case study shows the complexity in formulating and communicating objectives for a laboratory exercise in order to offer the intended learning experiences for the students.

Study four

This study had two purposes. First, I wanted to investigate if secondary school science teachers' objectives for labwork were coherent with the objectives for labwork advocated in international research literature. Of specific interest was to investigate to what extent the Swedish teachers put forward scientific inquiry and if they wanted lab work to develop students understanding of the nature of science. Second, I wanted to investigate what the teachers experienced as difficulties associated to lab work, and what similarities or differences of doing lab work in biology, chemistry and physics they experienced. The research questions were as follows: What do the teachers want to achieve with lab work in science teaching and in what way does this correspond to objectives put forward in international research? Do the teachers express objectives associated to scientific inquiry and to the nature of science? What difficulties do the teachers notice? What similarities and differences are described for lab work in biology, chemistry and physics?

Seven experienced secondary school science teachers were interviewed in semi-structured interviews. The analysis was performed in several steps to ensure a thorough interpretation of the interviews. First, notes were taken to get an overview of the data and to help decide further analysis and presentation. Second, "stories" were written (c.f. Hansson & Redfors, 2006) which included as much as possible of the exact phrasing from the teacher interviews in order to present a more detailed illustration of what the teachers wanted to achieve. Third, statements about similarities and differences between the science subjects and about difficulties were compared between the teachers. Finally, characteristic aspects describing scientific inquiry (according to Hofstein & Lunetta, 2004) and characteristic aspects describing the nature of science (according to Lederman, 2007) were compared to the teachers' statements.

The results showed that the teachers wanted students to develop their understanding of science, to get laboratory skills and habits and to become interested in science. Thus, the teachers expressed objectives which could be included the three main areas put forward in international research (e.g.

Jenkins, 1999). Several teachers described lab work that included aspects associated to scientific inquiry but not, specifically, knowledge about how to systematically investigate phenomena in nature. Only one teacher described lab work which associated to development of students understanding of the nature of science. The teachers saw difficulties in giving the students opportunities to plan lab work from their own ideas, in handling practical factors (lack of material, large groups, etc.) and in handling the fact that lab work was time consuming. Laboratory exercises in chemistry were often regarded too abstract while lab work in physics and biology were much easier to link to every day life.

Three important results emerged from this study. Lab work in secondary school science offers opportunities to develop students understanding of scientific inquiry, but none of the teachers included in this study describe a specific strategy to develop this type of understanding. Aspects concerning the development of students understanding of the nature of science are almost totally absent. Laboratory exercises in chemistry are regarded too abstract while lab work in physics and biology are easier to link to everyday life.

Discussion

The studies described have focussed on and investigated secondary school science lab work, in particular with respect to the teachers' objectives and the way these could be implemented in practice. This research contributes to a better knowledge of the importance of labwork in science education.

The teachers' objectives

All participating teachers expressed several objectives for lab work that they considered important. The Swedish teachers' objectives for lab work agreed to a large extent with the objectives presented in international research literature (Jenkins, 1999, Welzel et al., 1999). However, my studies showed that the development of laboratory skills received a little less attention in secondary school compared to results presented for teachers at upper secondary school and university level (Welzel et al., 1999). When the teachers' general objectives were compared to objectives for specific laboratory exercises (in study one) the activity itself and the laboratory skills were given more attention. This indicated that general and specific objectives don't go "hand in hand". Swedish manuals show similar results as the LSE-project, where an investigation of 165 laboratory manuals was performed (Tiberghien et al., 2001). Objectives to develop students' knowledge and understanding of scientific concepts and phenomena were common. The

results indicate that the formulations within the laboratory manuals affect the teachers' objectives for specific laboratory exercises. Chinn and Malhotra (2002) criticize school laboratory work since it too often teaches an oversimplified version of scientific inquiry. Students are seldom given opportunities to perform lab work that include the whole process (ibid.). For secondary school science teachers, this is not an easy task. However, the results from study four showed that several teachers included aspects of scientific inquiry. Among the teachers' objectives, none included development of students understanding of the nature of science. However, many studies point out that lab work could be important when teaching students about the nature of science (Leach, 1998; 2002; Osborne, et al., 2003). A limited understanding of the nature of science, or limited knowledge of how to teach it, affects how lab work is performed (Leach, 1998). Results from study four indicate that laboratory work not includes aspects of nature of science but nothing about if it is dealt with in other ways.

The implementation of objectives

Study two and three showed that the implementation of the teachers' objectives was connected to teacher-student interactions during labwork. The results showed that the teachers often described more objectives than was actually visible during labwork. For the laboratory exercise in biology, the teacher's interactions with students revealed that a confidence in the objectives helped in the implementation of them. The third study showed that students to a large extent were affected by the "doing and talking" during lab work, and they perceived the objectives talked and acted about as important. Results indicate that too many objectives might increase the complexity of the laboratory exercise. In teacher-student interactions during labwork, the teachers' objectives can be made explicit in different ways, as shown in studies two and three. These results show that the objectives can be made explicit for the students in also in the way the teachers are acting. This goes against findings from a study by Hart et al. (2000), which showed the importance of expressing the objectives clearly. What the teachers express they want to do, what they express to the students, how they act and what they take for granted affect how the students perform the labwork and what they perceive as important to learn. This is not as easy as it might be interpreted from this formulation, since there are many aspects that influence the way a teacher talk and act during lab work. One such aspect is lack of time. Furthermore, interactions around the laboratory manual were frequent during the investigated laboratory exercises. Similar results were reported by Gunnarsson (2008).

Referenser

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-702.

Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 40(14), 1945-1969.

Amerine, R. & Bilmes, J. (1990). Following instructions. I M. Lynch & S. Woolgar (Red.). *Representation in Scientific Practice* (s. 323-335). Cambridge, MA: MIT Press.

Andersson, B., Bach, F., Olander, C. & Zetterqvist, A. (2004). *Grundskolans naturvetenskap – utvärderingar 1992 och 2003 samt en framtidsanalys*. Göteborg: Inst. för pedagogik och didaktik, Göteborgs Universitet.

Atkinson, M. & Heritage, J. (Red.) (1996). *Structures of social action: studies in conversation analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bartholomew, H., Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching Students "Ideas-About-Science": Five Dimensions of Effective Practice. *Science education*, 88(5), s. 655-682.

Bécu-Robinault, K. (2002). Modelling Activities of Students during a Traditional Lab work. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and learning in the science laboratory* (s. 51-64). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.

Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, R. & Luoghran, J. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian science teachers journal*, 45(1), 27-31.

Bogdan, R. & Biklen, S. (2003). *Qualitative research for education, an introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon.

Calderhead, J. (1981). Stimulated Recall: A method for research on teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 211-217.

Chinn, C. & Malhotra, B. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.

Domin, D.S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543-547.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.

Duschl, R. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.

Eskilsson, O. (1999). A longitudinal study on labwork and 10-12-year-olds' development of the concepts of transformation of matter. I J. Leach & A. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education - Recent Research Studies* (s. 229-243). Gylling, DK: Roskilde University Press, Kluwer Academic Publishers.

Eskilsson, O. (2008) The Quality of Lower Secondary Students' Discussions During Labwork in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 247-254.

EU (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Hämtad 14:e December, 2008, från http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Gunnarsson, G. (2008). *Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner*. Norrköping: Department of Social and Welfare Studies, Linköping University.

Gyllenpalm, J., Holmgren, S.-O. & Wickman, P.-O. (2007). Är ett experiment en laboration eller tvärt om? – språkets roll i undervisning om naturvetenskap. I Vetenskapsrådet (Red.) *Resultatdialog 2007: forskning inom utbildningsvetenskap* (s.59-67). Stockholm: Vetenskapsrådet.

- Haglund, B. (2003). Stimulated Recall – några anteckningar om en metod att generera data. *Pedagogisk forskning i Sverige (Journal of Swedish Educational Research)*, 8(3), 29-35.
- Hansson, L. & Redfors, A. (2006). Tre elever berättar om universum, gud och fysiken. *Nordina*, 1, 31-43.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J. & Gunstone, R. (2000). What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- Heath, C. & Hindmarsh, J. (2002). Analysing interaction: Video, ethnography and situated conduct. I T. May (Red.), *Qualitative research in practice* (s. 99-121). London: Sage.
- Hegarty-Hazel, E. (Red.) (1990). *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Hipkins, R., Barker, M. & Bolstad, R. (2005). Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Hult, H. (2000). *Laborationen – myt och verklighet*. Linköping: CUP.
- Jenkins, E. (1999). Practical work in school science – some questions to be answered. I J. Leach & A. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education - Recent Research Studies* (s. 19-32). Gylling, DK: Roskilde University Press, Kluwer Academic Publishers.
- Jenkins, E. (2006). The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42, 49-88.

Johnstone, A. & Al-Shuaili, A. (2001) Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42-51.

Jordan, B. & Henderson, A. (1995). Interaction analysis: Foundations and practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 4(1), 39-103.

Josephsen, J. (2003). Experimental training for chemistry students: does experimental experience from the general sciences contribute? *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(2), 205-218.

Kvale, S. (1997). *Den Kvalitativa Forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.

Khishfe, R. & Lederman, N. (2007). Relationship between Instructional Context and Views of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(8), s. 939-961.

Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.

Lager-Nyqvist, L. (2003). *Att göra det man kan – en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Lazarowitz R. & Tamir P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Red.), *Handbook of research on science teaching and learning* (s. 94-130). New York: Macmillan.

Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, present and future. I S. Abell & N. Lederman (Red.) *Handbook of research on science education* (s. 831-879). NJ, US: Lawrence Earlbaum Associates inc.

Lederman, N. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.

Leach, J. (2002). Students' Understanding of the Nature of Science and its Influence on Labwork. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and learning in the science laboratory* (s. 41-48). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.

Leach, J. (1998). Teaching about the world of science in the laboratory, the influence of students' ideas. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science, which way now?* (s. 52-68). Padstow: Routledge.

Lewis, J. (2002). The effectiveness of mini-projects as a preparation for open-ended investigations. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and learning in the science laboratory* (s. 139-150). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.

Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? : en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Linell, P. (1994). *Transkription av tal och samtal: teori och praktik*. Linköping: Univ., Tema kommunikation.

Lunetta, V. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. I B. Fraser & K. Tobin, *International Handbook of Science Education* (s. 249-262). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.

Lunetta, V., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. I S. Abell & N. Lederman (Red.) *Handbook of research on science education* (s. 392-441). Mahwah, NJ, US: Lawrence Earlbaum Associates inc.

McComas, W., Almazroa, H. & Clough, M. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Fulmar.

Millar, R., Le Maréchal, J.-F. & Tiberghien, A. (1999). "Mapping" the domain. I J. Leach & A. C. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education – Recent Research* (s. 33-59). Gylling, DK: Roskilde University Press, Kluwer Academic Publishers.

Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and learning in the science laboratory* (s. 9-20). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield foundation*. Hämtad 14:e December, 2008, från http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Ottander, C. & Grelsson, G. (2006). Learning outcome and assessment of laboratory work: The teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, 40(3), 113-118.

Plowman, L. (1998, Mars-April). Using video or observation in educational settings. Paper presenterat vid "British Council Seminar on Research in Education: Methods, Aims and Applications". Edinburgh, GB.

Roth, W.-M. (2005) *Talking science: language and learning in science classrooms*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield Publishers.

Schwartz, R. & Lederman, N. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.

Schwartz, R., Lederman, N. & Crawford, B. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88, 610-645.

Skolverket (2000). *Grundskolan: kursplaner och betygskriterier*. Stockholm: Statens skolverk, Fritzes offentliga publikationer.

Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, US: SAGE Publications.

Säljö, R. & Bergqvist, K. (1997). Seeing the light: Discourse and practice in the optics lab. I B. Resnick, R. Säljö, C. Pontecorvo & B. Burge (Red.) *Discourse, tools and reasoning: essays on situated cognition* (s. 385-405). Berlin: Springer-Verlag.

Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.-F., Buty, C. & Millar, R. (2001). An Analysis of Labwork Tasks Used in Science Teaching at Upper Secondary School and University Levels in Several European Countries. *Science Education*, 85, 483-508.

Tobin, K. G. (1986). Secondary science laboratory activities. *European Journal of Science Education*, 8(2), 199-211.

- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002) Induction as an empirical problem: how students generalize during practical work. *International Journal of Science Education*, 24(5), s. 465-486.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science - time for a re-appraisal. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science - which way now?* (s. 3-15). Padstow: Routledge.
- Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H., Paulsen, A., Bécu-Robinault, K. & von Aufschnaiter, S. (1998). *Teachers' Objectives for Labwork. Research tool and cross country results [WORKING PAPER 6 from the European project LABWORK IN SCIENCE EDUCATION]*. (Targeted Socio-Economic Research Programme. Project PL 95-2005.) Hämtad 4:e Maj, 2005, från <http://www.education.leeds.ac.uk/research/scienceed/labwork.htm>
- Vetenskapsrådet (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm; Vetenskapsrådet: Vällingby; Elanders Gotab.
- White, R. (1996) *The link between the laboratory and learning*. *International Journal of Science Education*, 18(7), s. 761-774.
- v. Aufschnaiter, C. & Diut, R. (2004, April). *Teachers' instructions and students' constructions in physics education: Using video to investigate how they match*. (Paper presented at the conference of NARST, Vancouver, Canada) Hämtad 15:e Maj, 2007, från http://www.cvauf.de/publications_conf.htm
- Yin, R. (2003). *Case Study Research Design and Methods (3rd ed.)*. Thousand Oaks, US: SAGE Publications.
- Ødegaard, M. (2006). PISA+ : A research project to pursue problematic PISA findings in the Norwegian context. *Nordina 4*, 85-88.