

Doctoral Thesis from the Department of Mathematics
and Science Education 7

Annie-Maj Johansson



Undersökande arbetssätt i
NO-undervisningen i grundskolans
tidigare årskurser

Annie-Maj Johansson

©Annie-Maj Johansson, Stockholm 2012
Omslagsbild: Sofia Johansson

ISBN 978-91-7447-552-4

Printed in Sweden by Universitetservice, US-AB, Stockholm 2012
Distributor: Department of Mathematics and Science Education, Stockholm University

Till min familj, Gustav, Sofia
och Hans

Abstract

This thesis deals with the use of inquiry-based approaches in primary school science. The aim is to investigate the goals and purposes that are constituted by the curriculum and by the teachers in interviews and through their teaching in the classroom. The results are used to develop conceptual tools that can be used by teachers' in their work to support students' learning of science when using an inquiry-based approach. The thesis is comprised of four papers. In paper one a comparative analysis is made of five Swedish national curricula for compulsory school regarding what students should learn about scientific inquiry. In paper two 20 teachers were interviewed about their own teaching using inquiry. Classroom interactions were filmed and analyzed in papers three and four, which examine how primary teachers use the various activities and purposes of the inquiry classroom to support learning progressions in science. The results of paper one show how the emphasis within and between the two goals of learning to carry out investigations and learning about the nature of science shifted and changed over time in the different curricula. Paper two describes the selective traditions and qualities that were emphasized in the teachers' accounts of their own teaching. The results of papers three and four show how students need to be involved in the *proximate* and *ultimate purposes* of the teaching activities for progression to happen. The ultimate purposes are the scientific purposes for the lesson (as given by the teacher or by the curriculum), whereas the proximate purposes are the more student-centered purposes that through different activities should allow the students to relate their own experiences and language to the ultimate purpose. The results show the importance of proximate purposes working as *ends-in-view* in the sense of John Dewey, meaning that the students see the goal of the activity and that they are able to relate to their experiences and familiar language.

Keywords: inquiry; primary school; curriculum; selective traditions; organizing purposes; ultimate purposes; proximate purposes; ends-in-view; principle of continuity; learning progression; science and technology for all; practical epistemology analysis.

Innehåll

Abstract	vi
Avhandlingens artiklar.....	9
Förord.....	10
Introduktion.....	12
Avhandlingens syfte, frågeställningar och disposition.....	16
Delstudiernas syften och frågor	17
Bakgrund.....	20
Praktiskt och undersökande arbete.....	20
Mål med undersökande arbete i NO.....	20
Frihetsgrader i naturvetenskapliga undersökningar	22
Interaktionen mellan lärare och elever	23
Undersökande arbete i de tidigare årskurserna.....	23
Teoretiskt ramverk.....	25
Pragmatism och lärandeprogession.....	25
Att syften görs kontinuerliga i klassrummet	27
Meningsskapandets och lärandets sammanhangsbundna natur	28
Språkets betydelse för undervisningsinnehållet	29
Selektiva traditioner	31
Metod	32
Insamling av data.....	32
Analys.....	33
Delstudie I	34
Delstudie II	34
Delstudie III och IV	35
Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet	37
Forskningsetiska överväganden	38
Sammanfattning av artiklarna.....	39
Delstudie I: Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år	39

Delstudie II: Selektiva traditioner i grundskolans tidigare år: Lärares olika betoningar av kvalitéer i NO- undervisningen	40
Jämförelse mellan delstudie ett och två	42
Delstudie III: A pragmatist understanding of learning progressions.....	43
Delstudie IV: Using organizing purposes to support learning progressions: a study of talk in primary science classrooms.....	44
Diskussion	47
Mål och syften i undervisningen enligt delstudie ett och två	47
Vilka verktyg beskrivs i avhandlingen?	48
Att kunna genomföra undersökningar och lära sig begreppsligt om naturvetenskapliga undersökningar.....	49
Ett exempel.....	50
Att lära sig om naturvetenskapens karaktär	51
Ett exempel.....	52
Att lära sig naturvetenskapliga förklaringar	53
Att formulera relevanta förutsägelser och att göra relevanta observationer	54
Naturvetenskapliga begrepp	55
Undervisning som en social process	55
Undersökande arbete som en gemensam erfarenhet	57
Estetik som en kvalité i undervisningen.....	57
Estetik som kvalité för deltagande i undervisningen.....	58
Konkurrens mellan olika mål	58
Estetik som ett sätt att erfa	59
Estetik som ett uttrycksmedel och en färdighet.....	59
Fortsatt forskning.....	59
English summary	61
Inquiry practice in primary school.....	61
Theoretical framework	62
Data Collection	64
Study one	65
Study two	66
Studies three and four	67
Discussion.....	69
Aims and purposes in studies one and two.....	70
Aims and purposes in study three and four	71
Referenser.....	72

Avhandlingens artiklar

Avhandlingen är en sammanläggningsavhandling och är baserad på följande artiklar:

Delstudie I

Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (2012). Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år. *Nordina* 8(3) 197-212.

Delstudie II

Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (inskickad). Selektiva traditioner i grundskolans tidigare år: Lärares olika betoningar av kvalitéer i NO-undervisningen. *Nordina*

Delstudie III

Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (2011). A pragmatist understanding of learning progressions. Ingår i Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe* (s. 47-59. Leverkusen: Barbara Budrich Publishers.

Delstudie IV

Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (manuskript). Using organizing purposes to support learning progressions: a study of talk in primary science classrooms.

Delstudierna I och III är tryckta i avhandlingen med tillstånd från copyright-innehavarna. Delstudie II har genomgått en granskningsgenomgång och är accepterad för publikation med villkor. Delstudien är för närvarande under förbättringsarbete enligt tidskriftens önskemål.

Förord

Min tid som doktorand är nu i slutskedet och när jag blickar tillbaka har doktorandtiden varit som en spännande resa. En resa som också inneburit nya möten och nya gemenskaper. Därmed vill jag tacka alla som trott på mig och möjliggjort detta avhandlingsarbete. Först vill jag rikta ett särskilt stort tack till min handledare Per-Olof Wickman för att du hela tiden stöttat, uppmuntrat och inspirerat mig i arbetet. Tack också för att du outtröttligt läst, kritiskt granskat och kommenterat olika versioner av mina texter. Ett tack också till min biträdande handledare Bengt Persson som också läst och granskat olika manus. Jag vill också uttrycka ett speciellt tack till Bertil Eriksson, Maria Pettersson och Susanne Antell vid Högskolan Dalarna som uppmuntrade mig att söka doktorandtjänsten; utan ert stöd hade jag nog aldrig vågat ta steget. Ett hjärtligt tack också till alla informanter, både elever och lärare, som så öppet låtit mig närvara och ta del av ert arbete i klassrummet. Utan er ingen avhandling.

Jag vill också rikta ett stort tack till Dankert Kolstø och B-O Molander för er kritiska granskning vid 90%-seminariet som på så sätt bidrog med värdefulla synpunkter. Även ett stort tack till Frank Bach och Maria Andrée som var läsare vid 50%-seminariet och gav viktiga synpunkter för min fortsatta forskning. Ett särskilt tack också till Lotta Lager-Nyqvist som läste mina första stapplande manus och till Auli Arvola Orlander och Karim Hamza som även läst och granskat manusen i slutfasen.

Under mina forskarstudier vid Stockholms universitet har jag varit anställd vid Högskolan Dalarna vilket inneburit att jag rest mellan dessa platser och på så sätt fått många kollegor som följt mig i avhandlingsarbetet. Tack alla ni vid MND, för alla trevliga och inspirerande diskussioner i arbetsrummen och runt fikabordet. Ett särskilt tack till Auli, Cecilia och Camilla för alla uppmuntrande ord och givande diskussioner. Ett tack också till alla som deltagit vid de naturvetenskapsdidaktiska seminarierna där vi kritiskt granskat och diskuterat olika manus och naturvetenskapsdidaktiska frågor: P-O Wickman, B-O Molander, Lotta Lager-Nyqvist, Lena Renström, Iann Lundegård, Britt Jakobson, Karim Hamza, Maria Andrée, Jakob Gyllenpalm, Auli Arvola Orlander, Carolina Svensson, Jesús Piqueras Blasco, Carl-Johan Rundgren, Cecilia Caiman, Camilla Lindahl, Per Anderhag, Jens Anker-Hansen och Zeinep Samanci m.fl.

Jag vill också tacka alla vid Högskolan Dalarna som läst, granskat och kommenterat olika manus: Eva Taflin, Jeff Gracie och Patrik Larsson. Eller ni som stöttat och uppmuntrat mig när jag haft behov av det: Bertil Eriksson, Pål Kirkeby Hansen, Maria Pettersson, Susanne Antell, Anders Claesson, Torhild Jakobsson, Hed Kerstin Larsson, Susanne Römsing, Lena Skoglund, Johanne Maad, Hannele Junkala och Conny Ängsback m.fl. Ett stort tack också till personalen vid Högskolan Dalarnas bibliotek som hela tiden under denna period hjälpt mig på olika sätt.

Tack, också alla vid fontD's nationella forskarskola och ett särskilt tack till alla i "kull 3" och då speciellt till "mälardalsgruppen" Susanne Engström, Kristina Andersson och Auli Arvola Orlander för många intressanta diskussioner om våra artiklar och kappor men också för alla trevliga kvällsaktiviteter. Det har också varit betydelsefullt för mig att få medverka i olika nationella forskningsnätverk, FOLI och LINT, under ledning av Roger Säljö. Tack alla deltagare för intressanta och uppmuntrande samtal om forskning och didaktik. Under denna tid som doktorand har jag också haft förmånen, genom Erasmusstipendium, att tillbringa en tid vid Durham University. Jag vill därmed också rikta ett särskilt tack till Durham University och framförallt till Per-Mårten Kind för ett trevligt mottagande och för alla givande samtal om undersökande arbetssätt under mitt besök.

Det har varit ett privilegium att få ägna dessa år till att skriva denna avhandling. Därför vill jag också tacka E. J. Ljungbergs utbildningsfond och Högskolan Dalarna som finansierat doktorandtjänsten och därmed gett mig denna möjlighet. Slutligen vill jag tacka min familj som hela tiden funnits där som stöd och som ibland tvingat mig till att ta en paus. Ert stöd betyder mycket för mig. Tack Hans, Sofia och Gustav!

Introduktion

Denna avhandling handlar om undersökande arbetssätt i grundskolans tidigare årskurser. I delstudierna har jag studerat vilka mål och syften som skapas i läroplaner, i lärares beskrivning av hur de arbetar med undersökande arbetssätt samt vid klassrumsinteraktion. Från delstudiernas resultat beskriver jag olika verktyg som kan hjälpa lärare i deras verksamhet med att stödja elever i deras arbete med undersökande arbetssätt.

De naturorienterande ämnena är obligatoriska för alla årskurser i den svenska grundskolan. Läroplanen 2011 (Lgr 11) beskriver centralt innehåll för undervisningen och kunskapskrav, men lärare har ändå stor betydelse för vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen. Detta handlar inte enbart om vilket ämnesinnehåll som eleverna ska lära sig utan även om vilka arbetssätt som de erbjuds ta del av i undervisningen. Att lära sig naturvetenskap innebär inte enbart att lära sig en samling modeller och teorier utan också att lära sig ett förhållningssätt till naturvetenskaplig kunskap, behärska det naturvetenskapliga språkbruket samt vad som är relevant eller inte i sammanhanget (Lemke, 1990). Lärande i naturvetenskap handlar därmed också om att bli delaktig i verksamheter som erbjuder ett naturvetenskapligt sätt att tänka.

Att lära sig naturvetenskap innebär också att lära sig de normer och regler som gäller men också att socialiseras in i praktiken (Östman, 1995). Klassrummets normer är inte självklara för eleverna utan något som de behöver lära sig i aktuell klassrumspraktik (Jakobson, 2008; Permer & Permer, 2002). Många elever uppfattar också skolans naturvetenskap som svår och att den inte är relevant för dem själva (Lindahl, 2003). En viktig fråga för lärare är därmed också att inspirera och stimulera elevers intresse för naturvetenskap. Studier visar också att en variationsrik undervisning och elevers möjlighet att engagera sig i undervisningen har betydelse för elevers attityder till och lärande i NO-undervisning (Osborne, Simon & Collins, 2003; Ødegaard, 2000). Naturvetenskapliga upplevelser kan också ha inverkan på elevers intresse för naturvetenskap senare i livet (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005). Elevers möjlighet att ta sig vidare i aktiviteter och deras trivsel påverkas också av lärares användning av positiva estetiska omdömen (Jakobson, 2008; Wickman, 2006). Lärare behöver därmed hela tiden göra viktiga val vid planering och i undervisningssituationer för att behålla elevers intresse utan att ge avkall på vad eleverna ska erbjudas att lära sig. Berg,

Löfgren och Eriksson (2007) studerade en lärare vars mål med den laborativa undervisningen var dels att eleverna skulle uppleva naturvetenskaplig undervisning som intressant och dels innehållsrika mål som fasövergångar och vattnets kretslopp. Studien visade att lärarens strävan mot att först skapa ett intresse för naturvetenskap skymde de övriga innehållsrika målen.

Vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen är också beroende av olika utbildningstraditioners förhållningssätt gentemot kunskap och utbildningspraktik (Englund, 1986; Fensham, 1988; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995). Denna process genom vilken en kultur tar sig vidare kallas för selektiva traditioner (Williams, 1973). Lärare eller arbetslag kan fungera som traditionsbärare på så sätt att vissa uppfattningar om vad som är en bra undervisning betraktas som allmängiltiga uppfattningar (Sund & Wickman, 2008). Dessa selektiva traditioner kan vara svåra att upptäcka och ifrågasätta.

Internationella studier visar att lärare som arbetar mot tidigare årskurser i grundskolan inte alltid studerat alla skolämnen under sin lärarutbildning. Trots detta kan de ha uppdraget att undervisa inom alla ämnen (Appelton, 2007). Även svenska studier visar att många lärare som undervisar i NO för grundskolans tidigare årskurser ofta har lite utbildning i naturvetenskap (Ekborg & Lindahl, 2007). Studier från England visar också att det inte är ovanligt att lärare som saknar utbildning inom naturvetenskap undviker att undervisa i ämnet (Harlen, 1997). De lärare som ändå undervisar väljer oftast områden som har anknytning till biologi eller har en större betoning på färdigheter; eleverna gör förutsägelser, prövar och drar slutsatser och mindre vikt ligger på förståelse av naturvetenskapliga begrepp eller fenomen (Appelton, 2007; Harlen, 1997). Emanuelsson (2001) beskriver i sin svenska studie ett liknande förhållningssätt. Han undersöker hur lärare undervisar i klassrummet och studien visar att lärare främst har fokus på elevernas färdigheter snarare än innehållsrika kunskaper. Skolverket (2008b) visar också på att elever i årskurs fyra i Sverige undervisas mindre i fysik och kemi än i biologi.

Intressant i sammanhanget är också att fundera på i vilken utsträckning utbildningen för blivande lärare i naturvetenskap för tidigare åldrar behandlar områden som naturvetenskapens verksamhet. Tidigare studier har också konstaterat att lärare i svenska skolor inte har så djupa kunskaper inom dessa områden (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010; Högström, Ottander & Benckert, 2006). Flera studier visar också att det är problematiskt för lärare i grundskolan att hjälpa elever med att relatera elevernas ”görande” i undervisningen till mer generella naturvetenskapliga sammanhang och till utveckling av mer begreppslig kunskap (jfr Anderhag & Wickman, 2006; Duschl, 2008; Lederman, 2007; Skolverket, 2004; White, 1996).

Naturvetenskap och Teknik för Alla (NTA) är en satsning som gjorts för att utveckla den naturorienterade (NO) undervisningen i grundskolan. Idag deltar över 100 svenska kommuner i skolutvecklingsprojektet. NTA utgår från en amerikansk motsvarighet (Science and Technology for Children) baserad på *inquiry-based learning*, eller på svenska *ett undersökande experimenterande arbetssätt*. NTA startade 1997 av Kungliga vetenskapsakademien, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien samt några kommuner¹. Målet är att stimulera och hjälpa grundskolans lärare och elever med undervisningen i naturvetenskap och teknik utifrån olika färdiga teman med laborationsmaterial, lärarhandledningar och ofta också elevhandledningar. Arbetet ska inspirera elever till eget ansvar, lärande och stödja deras språkutveckling. Genom att skolor medverkar i NTA får lärare förutom lärarhandledning också tillgång till konkret material, en introduktion i arbetssättet samt en kort utbildning för varje tema. Idag finns cirka 20 teman som relaterar till de olika naturvetenskapliga ämnena och varje tema består av cirka femton uppdrag. NTA vänder sig till lärare och elever från förskola till årskurs nio.

Det undersökande arbetssättet kan beskrivas genom en undervisningscykel i uppdragen där (1) ett givet problem är ställt, (2) eleverna formulerar förutsägelser eller hypoteser, (3) eleverna gör en undersökning och (4) resultaten summeras och slutsatser dras i relation till problemet och till elevernas förutsägelser. Läraren spelar en stor roll i arbetssättet för att hjälpa eleverna att närma sig ett mer naturvetenskapligt sätt att förstå. Arbetssättet är också upplagt på ett sådant sätt att det varierar mellan klassamtal och elevers arbete med att konstruera eller undersöka. Därmed är undersökande arbetssätt relativt vanligt inom grundskolans tidigare årskurser. NTA handlar också om att skapa nyfikenhet och intresse för naturvetenskap och teknik men också att eleverna via sitt intresse ska formulera frågor och söka svar på dessa. Ekborgs och Lindahls (2007) rapport visar också att NTA har tagits emot på ett positivt sätt av lärare och elever i årskurserna f-6 och att lärarna känner ett starkt stöd av skolutvecklingsprojektet. Lärarna beskriver att viktiga moment i undervisningen är det experimentella arbetet och att eleverna får formulera hypoteser. Att anamma ett färdigt koncept är inte enbart oproblemiskt utan skapar också problem. Den kritik som framkommit i Ekborgs och Lindahls (2007) utvärdering handlar om att dokumentationen är för svår, att texterna i elevhäftena är för svåra och att NTA kan bli enformigt i längden. Några lärare menar också att de kan känna sig låsta och att de inte har samma möjlighet att själva utveckla innehållet när de arbetar med NTA (Ekborg & Lindahl, 2007).

Lärarnas övervägande positiva inställning till NTA och det experimentella arbetet innebär också en ökad betoning på arbetssätt där elever arbetar undersökningsbaserat i grundskolans tidigare årskurser. Detta behöver ses ut-

¹ Aktuell information finns att hämta på NTA:s hemsida (www.nta.kva.se).

ifrån de svårigheter som tidigare påtalats bland annat gällande behovet av att knyta elevers ”görande” till mer generella naturvetenskapliga samband (jfr Anderhag & Wickman, 2006; Duschl, 2008; Lederman, 2007; Skolverket, 2004; White, 1996). Ett liknande resultat visar Schoultz, Hultman och Lindqvist (2003), som menar att eleverna var engagerade i samtalen, men att det inte var så ofta som eleverna i dessa samtal bearbetade och använde naturvetenskapliga ord. De betonar därmed betydelsen av att eleverna får tillfällen för reflektion och att lärare behöver finnas med som samtalspartner och som stöd för eleverna i deras arbete (Schoultz, Hultman & Lindqvist, 2003). Därmed synliggörs ett behov av att hitta verktyg som hjälper lärare med detta arbete.

Denna avhandling består av fyra delstudier och en sammanbindande kapa. Data till avhandlingen är hämtad från studier av lärares och elevers arbete med NTA. Eftersom arbetssättet inom NTA är undersökande och upplagt så att det varierar mellan klassamtal och elevers arbete med att konstruera eller undersöka, har jag haft möjlighet att studera både klassamtal och elevers undersökande arbete.

I delstudie ett har jag jämfört fem svenska läroplaner om vad elever ska lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet. Kunskaper om naturvetenskaplig verksamhet beskrivs som en väsentlig del av *scientific literacy* (Roberts, 2007). Med *scientific literacy* menas en undervisning som är relevant för alla elever som medborgare även om de inte kommer att göra karriär inom det naturvetenskapliga området. Att vara naturvetenskapligt litterat (*scientific literate*) innebär att ha en förståelse för naturvetenskapligt ämnesinnehåll (*subject matter*), naturvetenskapens karaktär (*nature of science*, NOS) samt naturvetenskapliga undersökningar (*scientific inquiry*, SI) (Lederman & Lederman, 2011). Wickman och Persson (2009) beskriver hur en relevant undervisning i naturvetenskap för *scientific literacy*, förutom kunskaper om naturvetenskapliga begrepp, även omfattar förmågan att använda vetenskapliga metoder och argumentationsteknik samt kännedom om hur säkra naturvetenskapliga kunskaper är i olika sammanhang.

Även om forskare och politiska dokument argumenterar för att kunskaper om naturvetenskaplig verksamhet är relevanta för alla elever är det inte säkert att skolor och lärare uppfattar det som en relevant del av NO-undervisningen. Idag är det betydligt vanligare att undervisningen handlar om naturvetenskapligt ämnesinnehåll än om naturvetenskapens karaktär och om naturvetenskapliga undersökningar (Lederman & Lederman, 2011). Utifrån den utgångspunkten kan det vara viktigt att synliggöra vad den svenska läroplanen Lgr 11 betonar i sammanhanget. Genom att jag studerat vad fem läroplaner poängterar gällande den naturvetenskapliga verksamheten framkommer också de förändringar eller förskjutningar som skett. Genom att studien tydliggör och lyfter fram dessa förskjutningar finns möjlighet för

reflektion och diskussion om hur undervisning om naturvetenskaplig verksamhet för grundskolans tidigare årskurser kan förändras och utvecklas.

I delstudie två har jag studerat vad lärare som arbetar med undersökande arbete i skolans tidigare årskurser betonar som bra respektive dåliga kvalitéer i undervisningen med NTA. Utifrån dessa kvalitéer har det framkommit fyra selektiva traditioner vilka betonar olika kvalitéer av undersökande arbete. Med selektiva traditioner menar jag de specifika förhållningssätt gentemot kunskap och utbildningspraktik som påverkar undervisningens innehåll (Englund, 1986; Fensham, 1988; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995). Genom att lyfta fram de selektiva traditionerna i naturvetenskap finns möjlighet att diskutera och utmana dessa traditioner och kvalitéer som annars kan tas för givna. Detta är också ett sätt att synliggöra vilka kvalitéer som inkluderas i undervisningen och vilka som exkluderas.

I delstudie tre och fyra har jag studerat lärandeprogression med hjälp av *organiserande syften*. Lärare behöver planera och skapa möten i undervisningen som medger en lärandeprogression mellan olika moment och språkbruk. För att studera hur en sådan progression utvecklas i klassrummet använde jag organiserande syften. Progressionen i klassrummet kan synliggöras i handling från *närliggande syften* till *övergripande syften*. Dessa två typer av syften kallas för organiserande syften. De närliggande syftena kan beskrivas som de mer elevorienterade syftena och det övergripande syftet – vilket lärandeprogressionen ska sträva mot – är lärares och kursplaners naturvetenskapliga syfte med undervisningen. Närliggande syften behöver fungera på ett sådant sätt att eleverna kan se målet med dem och använda sitt vardagliga språk och relatera till sina erfarenheter. Begreppet *mål i sikte (ends-in-view)* härstammar från Deweys (1938/1997) idéer om progression eller växande. För att en progression ska kunna ske behöver organiserande syften göras kontinuerliga med varandra. Med kontinuitet avser jag det Dewey (1938/1997) beskrev med *principle of continuity*, det vill säga att tidigare erfarenheter rekonstrueras och transformeras i nya situationer utifrån aktivitetens syften. I studierna analyseras interaktionen mellan lärare, elever och material eller mellan elever, elever och material. På så sätt synliggjordes progressionen eller frånvaro av progression från närliggande syften till det övergripande syftet. Därmed tydliggjordes också betydelsen av att dessa syften görs kontinuerliga och hur det påverkar vilket innehåll eleverna erbjuds att lära sig.

Avhandlingens syfte, frågeställningar och disposition

Syftet med avhandlingen är att beskriva de mål och syften som finns i grundskolans läroplaner och som lärare för de yngre åldrarna har med undersö-

kande arbetssätt i NO samt att utveckla verktyg som lärare kan använda för att stödja elever i deras arbete med undersökande arbetssätt. Därmed kan syftet beskrivas dels som beskrivande, dels som metodologiskt. Utvecklingen av metoder och verktyg för att synliggöra och studera innehåll och lärandeprogressionen vid undersökande arbetssätt springer ur de beskrivningar som görs av läroplaner och lärares arbete.

Genom att explicit tydliggöra de förändringar som genomförts i läroplanerna angående naturvetenskaplig verksamhet finns möjlighet för reflektion och diskussion om hur undersökande arbete kan förändras och utvecklas. Detta kan relateras till hur lärare arbetar med undersökande arbetssätt och de selektiva traditioner och kvalitéer som finns. Därmed skapas också möjlighet att diskutera och utmana dessa traditioner och kvalitéer som annars kan tas för givna. Att förstå lärandeprogressionen som att finna mål i sikte och beskriva hur lärare och elever kan göra dessa kontinuerliga med undervisningens övergripande syfte kan också vara användbara verktyg för lärare. Dessa verktyg kan fungera som ett sätt att analysera undervisning och lärande samt som ett sätt att utforma en heuristik för lärare i deras arbete med att stödja elevers lärande i naturvetenskap.

Avhandlingens övergripande forskningsfrågor är:

- Vilka mål och syften angående undersökande arbetssätt skapas i sammanhang såsom skolans läroplaner, i undervisningen, i klassrummet, samt i lärares samtal om denna undervisning?
- Hur kan dessa mål och syften göras kontinuerliga i undervisningen?

Delstudiernas syften och frågor

Avhandlingens övergripande frågor har behandlats med hjälp av fyra delstudier.

Delstudie I: Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år

Genom att analysera och jämföra vad fem olika läroplaner med tillhörande kursplaner beskriver att elever i den obligatoriska skolan ska lära sig om den naturvetenskapliga verksamheten synliggörs vilka mål som läroplanerna anger beträffande denna verksamhet. Följande frågeställningar formulerades för att studera detta:

- Vad ska elever lära sig om att kunna göra naturvetenskapliga undersökningar?

- Vad ska eleverna lära sig om naturvetenskapens karaktär?
- Hur har betoningarna mellan och inom dessa två mål med tiden förskjutits och förändrats i de olika läroplanerna?

Med hjälp av delstudiens forskningsfrågor uppmärksammas vilka mål angående den naturvetenskapliga verksamheten som är aktuella idag och vilka förskjutningar som har skett, under en period av femtio år, genom fem läroplaner. Genom att lyfta fram dessa förskjutningar explicit synliggörs de förändringar som skett. Förskjutningarna kan därmed fungera som verktyg för lärare vid planering och reflektion av den didaktiska frågan: vad ska elever lära sig angående den naturvetenskapliga verksamheten?

Delstudie II: Selektiva traditioner i grundskolans tidigare år: Lärares olika betoningar av kvalitéer i NO-undervisningen

I denna delstudie undersöks hur lärare arbetar med yngre elever (förskoleklass-årskurs 6) i naturvetenskap genom undersökande arbete. Därmed finns möjlighet att skapa verktyg som hjälper lärare att reflektera över den egna undervisningen. De preciserade frågorna som analysen utgick från var:

- Vilka selektiva traditioner finns i lärarnas beskrivning av sin egen undervisning?
- Vilka olika kvalitéer i undervisningen med undersökande arbetssätt betonar de här traditionerna?
- Vad betyder betoningen i traditionerna för det innehåll som eleverna erbjuds?

Forskningsfrågorna inom denna delstudie bidrar till att skapa verktyg för reflektion om hur lärare arbetar med yngre elever med undersökande arbete i naturvetenskap. Här synliggörs de selektiva traditioner och de kvalitéer som dessa traditioner betonar; därmed skapas också möjlighet att utmana dessa traditioner och kvalitéer som annars kan tas för givna.

Delstudie III: A pragmatist understanding of learning progressions

Avsikten med denna delstudie är att studera hur lärandeprogression kan förstås som att finna mål i sikte. Genom att studera elever och lärares handlingar i klassrummet finns möjlighet att synliggöra hur *närliggande syften* behöver fungera som mål i sikte och hur dessa behöver göras kontinuerliga med *övergripande syften*. Därmed finns möjlighet att utveckla verktyg för att studera lärandeprogression. Studien genomfördes utifrån följande två frågeställningar:

- Hur görs elevers och lärares språkbruk och erfarenheter kontinuerliga i klassrummet?
- Hur kan de organiserande syftena användas för att stödja en sådan kontinuitet i lärandet av naturvetenskap?

Genom forskningsfrågorna uppmärksammas hur lärares och elevers språkbruk och erfarenheter görs kontinuerliga i klassrummet och hur organiserande syften kan fungera som verktyg för lärare vid analys, utvärdering och planering av progression i undervisningen.

Delstudie IV: Using organizing purposes to support learning progressions: a study of talk in primary science classrooms

I denna delstudie undersöks lärandeprogressionen genom att studera hur lärare skapar kontinuitet mellan organiserande syften och hur det påverkar det innehåll som eleverna erbjuds att ta del av. För att studera detta formulerades följande frågeställningar:

- Hur skapar lärare synlig progression för eleverna?
- Hur kan organiserande syften användas för att studera och stödja denna progression?

Delstudiens forskningsfrågor bidrar här till att beskriva hur lärare skapar en synlig progression för eleverna och hur dessa exempel kan analyseras med hjälp av organiserande syften. Därmed kan dessa exempel fungera som verktyg för lärare att se alternativa möjligheter att förändra och planera undervisningen så att lärandeprogressionen kan bli tydligare.

Bakgrund

Praktiskt och undersökande arbete

Praktiskt arbete har länge ansetts som en del av skolans naturvetenskap men innebörden av termen har varierat. Hodson (1988) beskriver till exempel praktiskt arbete som en del av en undervisningsmetod, laborativt arbete som en del av praktiskt arbete och experiment som en del av laborativt arbete. I skolan i Sverige används laborativt arbete ofta även för andra praktiskt inriktade arbeten än enbart laborationer (Lager-Nyqvist, 2003). Flera studier visar också att det inte råder tydliga skillnader i hur termerna laborationer och experiment används i skolan (Gunnarsson, 2008; Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010). Gyllenpalm, Wickman och Holmgren (2010) har till exempel intervjuat lärare på högstadiet i naturvetenskap och visar på att det finns osäkerhet i lärarnas användning av termerna laboration och experiment. Även Gunnarsson (2008) visar att lärare och elever, i årskurs sju, använder termerna synonymt. I denna avhandling har jag valt att använda begreppet praktiskt arbete för att beskriva det arbete eleverna gör med NTA:s material, eller med andra artefakter. Därmed innebär det att termen *praktiskt arbete* inkluderar att eleverna gör konstruktioner och/eller arbetar undersökande.

Jag använder också termer såsom *undersöka*, *undersökande arbetssätt* och *naturvetenskapliga undersökningar*. Undersökande arbetssätt benämns i engelskspråkig litteratur *inquiry* och har definierats av National Research Council (NRC), som “the activities through which students develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world” (National Research Council, 1996, s 23).

Mål med undersökande arbete i NO

Ett vanligt förekommande mål i naturvetenskapliga läroplaner och i undervisningen är att elever ska lära sig om naturvetenskaplig verksamhet. Vad elever därmed ska lära sig utifrån dessa mål har studerats upprepade gånger (jfr Andersson, 2007; Atkin & Black, 2007; DeBoer, 1991), även i nationella studier (Hultén, 2008; Löfdahl, 1987; Östman, 1995). Dessa studier visar att målen kan delas in i tre kategorier: att elever lär sig 1) göra undersökningar,

2) begreppsligt om naturvetenskapliga undersökningar och 3) om naturvetenskapens karaktär.

Att elever lär sig att göra naturvetenskapliga undersökningar innebär ofta att de ska lära sig förmågor såsom att formulera hypoteser, tolka data och att resonera och tänka kritiskt. Utöver dessa förmågor förväntas elever erbjudas begreppslig kunskap om naturvetenskapliga undersökningar (Lederman, 2004). Innebörden av begreppslig kunskap om naturvetenskapliga undersökningar kan beskrivas som kunskap om de mer bakomliggande förhållningssätten till naturvetenskapliga undersökningar. Som exempel kan nämnas att naturvetenskapliga undersökningar vägleds utifrån forskningsfrågan eller att förklaringar är utvecklade som en kombination av data och tidigare kunskaper (Lederman & Lederman, 2011). Att lära sig om naturvetenskapens karaktär kan omfatta vissa kännetecken för naturvetenskaplig kunskap, till exempel att naturvetenskaplig kunskap är föränderlig (Lederman & Lederman, 2011). De råder dock inte någon fullständig konsensus om vilka delmål som ingår inom dessa områden i skolans naturvetenskap.

Naturvetenskapliga undersökningar betonas också som en viktig del av naturvetenskaplig undervisning på flera håll i världen (Abd-El-Khalick, m.fl., 2004). Arbetssättet benämns i engelskspråkig litteratur som *scientific inquiry* och på svenska kallas det ofta naturvetenskapliga undersökningar eller undersökande arbete. Även om de svenska och engelska begreppen inte är helt synonyma är de inspirerade av tanken att eleverna bör lära sig använda metoder som liknar de som forskarna använder. Den svenska diskussionen om vilka mål som ingår för att lära sig göra naturvetenskapliga undersökningar är nära relaterad till den engelskspråkiga diskussionen om målen för *scientific inquiry*.

Även om det inte råder konsensus om vilka delmål som bör ingå när elever arbetar med naturvetenskapliga undersökningar i skolan är vissa mål vanligt förekommande. Lederman och Lederman (2011) beskriver vanliga mål med att elever arbetar med naturvetenskapliga undersökningar i skolan. Förutom de tre delmål som jag beskrivit tidigare och som handlar om den naturvetenskapliga verksamheten, används ofta naturvetenskapliga undersökningar som en undervisningsmetod där elever lär sig naturvetenskapliga begrepp och fenomen, det vill säga vad naturvetenskapen kommit fram till. Detta mål är det vanligast förekommande i samband med undersökande arbetssätt i den amerikanska skolan. Det är dock mer sällan det arbetas med undervisning om naturvetenskapens karaktär (jfr Gericke & Hagberg, 2007; Lederman & Lederman, 2011; Lundin, 2007).

Forskning har dock visat att elever inte lär sig dessa mål automatiskt bara för att de arbetar undersökande. Flera studier visar till exempel att elever inte lär

sig om naturvetenskapliga undersökningar bara för att de arbetar med undersökande arbete (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Trumbull, Bonney & Grudens-Schuck, 2005). För att elever ska kunna utveckla en förståelse för naturvetenskapliga undersökningar behöver de tillsammans med läraren rikta uppmärksamheten på och explicit reflektera över dem (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Lärares mål med laborativt arbete har studerats flertalet gånger (jfr Högström, 2009; Jenkins, 2007; Wellington, 1998). Wellington (1998) beskriver tre huvudinriktningar utifrån lärares syften med laborationer: 1) bidra till elevers kunskaper och förståelse av begrepp och fenomen, 2) medverka till elevernas förmågor att laborera, observera, samla data etc. och 3) gynna positiva attityder och öka intresse för naturvetenskap. Bland lärare är alltså affektiva mål, förutom de tidigare nämnda, ett väsentligt skäl till att arbeta praktiskt. Högström (2009), som också studerat lärares mål vid laborativt arbete, visar att lärarna uttrycker att det finns viktiga generella mål vid laborativt arbete som till exempel kunskapsutveckling och förståelse. Samtidigt visar Högström att dessa inte helt överensstämmer med de mål som lärarna uttrycker för specifika laborationer. Vid dessa framkom affektiva aspekter och laborativa färdigheter i större utsträckning. Högström (2009) beskriver också att laborationsinstruktionerna sällan gav stöd för elever att reflektera och tänka kring det laborativa arbetet.

Frihetsgrader i naturvetenskapliga undersökningar

Elevers arbete med naturvetenskapliga undersökningar (*scientific inquiry*) kan också beskrivas utifrån Schwabs (1962) kategorisering av olika frihetsgrader av det undersökande arbetet (tabell 1). Dessa olika frihetsgrader är en beskrivning av olika nivåer av elevernas möjlighet till självständighet när de arbetar undersökande i undervisningen. Vid nivå noll är problem, metod och resultat givna från början och eleverna har därmed en liten eller ingen frihetsgrad. Eleverna följer istället instruktioner för att komma fram till ett redan förutbestämt resultat. Vid nivå tre, vilken är den mest öppna av de fyra nivåerna, är inget givet från början. Eleverna har stor frihet i och med att de formulerar en frågeställning samt planerar och genomför en undersökning vars resultat inte är förutbestämt. Hög frihetsgrad kan vara ett eftersträvänt mål i undervisningen, men kan skapa problem för eleverna längs vägen när de arbetar mot de olika mål och syften som läroplanerna och lärare har med undersökande arbete. Interaktionen mellan lärare och elever blir då avgörande för vad eleverna erbjuds att lära sig.

Tabell 1. Nivåer av frihetsgrad (Schwab, 1962)

Frihetsgrad	Problem	Metod	Resultat
Nivå 0	givet	given	givet
Nivå 1	givet	given	öppet
Nivå 2	givet	öppen	öppet
Nivå 3	öppet	öppen	öppet

Interaktionen mellan lärare och elever

En rad studier har undersökt interaktionen mellan lärare och elever vid laborativt eller undersökande arbete (Eskilsson, 2008; Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002a). Flera av dessa studier visar att elever behöver hjälp av läraren med att relatera experimenten eller undersökningar till syftet med laborationen, till exempel naturvetenskapliga begrepps innebörd och deras användningsområden. Elever lär sig inte dessa naturvetenskapliga begrepp eller fenomen genom att enbart laborera; istället betonas att elever och lärare behöver diskutera och reflektera tillsammans över dessa (Lemke, 1990; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002a). Studierna visar att elever behöver utveckla sitt språk i diskussioner med lärare. Därmed får klassamtal mellan elever och lärare en viktig funktion som medför att elever och lärare reflekterar gemensamt över aktiviteten (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Studier som undersökt interaktionen mellan lärare som arbetar med tidigare årskurser och deras elever visar dock att dessa lärare har en tendens att undvika undervisningsformer som möjliggör sådana klassdiskussioner och elevfrågor (Appleton, 2007; Harlen, 1997).

Undersökande arbete i de tidigare årskurserna

Det finns relativt mycket forskning om undersökande arbete men av den forskning som är riktad mot grundskolan är det främst de senare årskursernas (årskurs 7-9) arbete med undersökande arbetssätt som har studerats. Experimentellt eller undersökande arbete är ett vanligt arbetssätt även för de tidigare årskurserna; till exempel visar Persson (2003) att lärarna i hans studie ägnade femtio procent av undervisningstiden till experimenterande och uppföljning av denna. Lärare för de yngre åldrarna i grundskolan har ofta lite utbildning inom naturvetenskap i den egna lärarutbildningen (Ekborg & Lindahl, 2007), vilket kan påverka lärarnas val av undervisningens innehåll och form. Att som lärare känna trygghet av att behärska ämneskunskaper har visat vara viktigt för vad som inkluderas i undervisningen (Harlen, 1997). Nilsson (2008) beskriver ett liknande resultat i sin studie där blivande lärare för grundskolans tidigare årskurser uttrycker en osäkerhet på grund av lite

ämneskunskaper och att detta påverkade deras sätt att ställa och svara på frågor. Andra faktorer som påverkar lärares val i undervisningen kan till exempel vara skolkulturens traditioner eller affektiva syften som omsorg om eleverna eller att väcka intresse för naturvetenskap (jfr Högström, 2009; Jenkins, 2007; Wellington, 1998). Flera studier pekar också på att det vid undersökande arbete är problematiskt för lärare att hjälpa elever med att relatera elevernas "görande" i undervisningen till utveckling av begreppslig kunskap och till mera generella naturvetenskapliga sammanhang. Elever behöver till exempel hjälp med att se vad i olika undervisningssammanhang som är relevant att inkludera eller utesluta utifrån en naturvetenskaplig synvinkel (Hamza, 2010). Därmed finns det ett stort behov av fortsatta studier av undersökande arbete men med fokus på de tidigare årskurserna.

Teoretiskt ramverk

Syftet med avhandlingen är att beskriva de mål och syften som finns i grundskolans läroplaner och som lärare för de yngre åldrarna har med undersökande arbetssätt i NO. Syftet är också att ur dessa beskrivningar utveckla verktyg för hur lärare kan stödja elever i undervisning med undersökande arbetssätt. Avsikten är därmed inte att undersöka vad eleverna lär sig genom att arbeta undersökande eller att beskriva enskilda personer. Intentionen är i stället att ur beskrivningarna härleda olika former av verktyg som kan användas av lärare för reflektion, diskussion och analys av undervisningen. Nedan redogörs för de teoretiska angreppssätt som har fungerat som utgångspunkt för delstudiernas val av metod.

Pragmatism och lärandeprogression

För att närma mig avhandlingens och därmed även delstudiernas syften och forskningsfrågor har jag utgått från ett pragmatiskt och sociokulturellt perspektiv. En viktig aspekt av detta för denna avhandling är att i likhet med Dewey (1938/1997) betona lärandet som att omforma tidigare vanor eller utforma nya vanor, att nyskapa, uppfinna och att ta initiativ. Lärande kan därmed beskrivas som något som sker i möten där ord och handling får mening och där tidigare erfarenheter omvärderas i nya möten. Tidigare erfarenheter används tillsammans med andra aktörer för att skapa ny kunskap i mötet med verksamhetens syfte och med material. Vilken kunskap som erbjuds är också beroende av sammanhanget (Wickman, 2004). Det innebär således att i de möten som elever och lärare skapar i sammanhang med undersökande arbetssätt utformas nya vanor.

Dewey skriver att både interaktion och kontinuitet är två grundläggande principer som krävs för att erfarenheter ska kunna utvecklas. Hela tiden pågår ett lärande för framtiden, men det är nuet som behöver vara i fokus i den aktuella aktiviteten, inte förväntningar på framtida krav. Innehållet behöver därför vara meningsfullt i nuet och inte vara ett verktyg för att användas senare i livet. Relationen nutid eller framtid är dock inte ett antingen eller, utan det nutida påverkar det framtida (Dewey, 1938/1997). Enligt ett sådant synsätt behöver undervisning erbjuda tillfällen för meningsskapanden där elever utvecklar handlingsrepertoarer inför framtida möten genom undervis-

ning som också är meningsfull i nuet. Att detta sker är lärarens ansvar, eftersom de har ämneskunskaper, ser det övergripande syftet med undervisningen samt förstår förutsättningarna för lärandet.

Undervisningen behöver också utformas så att den möjliggör lärandeprecision. National Research Council (NRC) definierar lärandeprecision som den väg ”by which children can bridge their starting point and the desired endpoint” (National Research Council, 2007, s. 214). I avhandlingen använder jag denna mer öppna definitionen av lärandeprecision som inte i förväg gör antaganden om hur lärandeprecisionen sker. Jag använder också i likhet med NRC (National Research Council, 2007) pluralformen för att markera att det inte endast finns en väg för lärandeprecision. Tidigare studier har analyserat lärandeprecision utifrån vissa typer av undervisningsinnehåll, till exempel solens, månens och stjärnornas rörelser (Plummer & Krajcik, 2010) och genetik (Duncan, Rogat & Yarden, 2009). Vanligen utgår studier om lärandeprecision också ifrån antaganden om att den logiska struktureringen av ämnet föreskriver vägen till elevernas förståelse (Duncan & Hmelo-Silver, 2009).

I likhet med NRC:s definition av lärandeprecision har jag i delstudierna studerat hur lärare och elever skapar sådana vägar som knyter samman elevernas utgångspunkter med önskade slutpunkter. I delstudie tre och fyra analyserar jag lärandeprecision med hjälp av *organiserande syften*. Med organiserande syften avses det sätt som elevers och lärarens gemensamma handlingsvanor organiseras. Ett syfte hjälper eleverna att orientera sina handlingar i en viss riktning, att ta itu med en fråga på ett ändamålsenligt sätt. Utifrån ett sådant synsätt kan ett syfte sägas behandla Goffmans (1974, s. 8-9) centrala fråga ”What is it that’s going on here?”

Organiserande syften delas in i *övergripande syften* och *närliggande syften*. Ett övergripande syfte kan beskrivas som lärarens eller läroplanens syfte med undervisningen. Ett exempel från delstudie tre på ett sådant övergripande syfte är *hur friktion inverkar på rörelse*. Ett övergripande syfte, till exempel *hur friktion inverkar på rörelse*, kan vara svårt för elever att tala om utifrån generella sammanhang innan de har fått erfarenheter och kunskap om begreppens innebörd. Ofta introduceras övergripande syften med hjälp av närliggande syften, till exempel en undersökning eller någon annan aktivitet. I delstudie tre introduceras till exempel friktions inverkan på rörelse genom att eleverna undersöker hur en leksaksbil färdas med eller utan däck på fälgarna. Närliggande syften är de mer elevcentrerade syften, som handlar om den mer specifika frågan om hur leksaksbilen färdas med och utan däck. Närliggande syften är tänkta att fungera som *mål i sikte*. Mål i sikte innebär att eleverna ser målet med aktiviteten, vilket visar sig genom att eleverna kan delta i aktiviteten med sina erfarenheter och med sitt språk (Dewey, 1938/1997). I ovanstående exempel från delstudie tre kan eleverna göra sig

en bild av målet, att studera skillnaden i hur leksaksfordonet åker. I delstudien syns att eleverna också kan delta i aktiviteten med sina erfarenheter och sitt språk, även om de ännu inte kan tala om undersökningen med termer som friktion och rörelse.

I avhandlingen har jag studerat lärandeprecision genom att analysera hur lärare och elever skapar vägar som knyter samman elevernas utgångspunkter med önskade slutpunkter. Jag använder här övergripande syfte som önskad slutpunkt och närliggande syften som tänkta utgångspunkter. Närliggande syften som inte fungerar som mål i sikte innebär att eleverna inte kan ta sig vidare i aktiviteten på ett meningsfullt sätt. De närliggande syftena fungerar i sådana fall inte som utgångspunkter. Att närliggande syften fungerar som mål i sikte för eleverna är därmed avgörande för lärandeprecision (Dewey, 1938/1997).

Att syften görs kontinuerliga i klassrummet

Meningsskapandet sker genom en interaktion mellan dåtid, nutid och framtid. Förutom att det närliggande syftet behöver fungera som mål i sikte för eleverna behöver det även göras kontinuerligt med det övergripande syftet. Det kan vara svårt för elever att själva relatera till på vilket sätt deras erfarenheter och handlingar kan knytas till det övergripande syftet. För att elever ska kunna bli införstådda med det övergripande syftet med undervisningen måste därmed lärare vara medvetna om hur närliggande och övergripande syften kan göras kontinuerliga med varandra tillsammans med eleverna, i de aktiviteter och möten som läraren organiserar i undervisningen. Kontinuerligt kan beskrivas utifrån Deweys (1938/1997) empiriska metod, att tidigare erfarenheter rekonstrueras och transformeras i nya situationer. Att något transformeras innebär att tidigare erfarenheter och framtida aktiviteter ändras och görs kontinuerliga (Wickman, 2006). I delstudie fyra ger jag exempel på hur lärare skapar kontinuitet mellan generaliserande begrepp som hårdhet och elevs erfarenheter av att något känns mjukt. Genom lärarens uttalanden ”mjuk hårdhet” erbjuds eleverna ett lärande av mjuk som ett sätt att beskriva hårdhet.

I likhet med tidigare studier (Anderhag & Wickman, 2006; Duschl, 2008; Lederman, 2007; Skolverket, 2004) om att *göra uppgifter*, där elever till exempel följer laborationsinstruktioner, visar studierna i avhandlingen att elever inte med automatik får en ökad insikt om det aktuella fenomenet genom undersökningar eller laborationer (jfr Bergquist & Säljö, 1994). Delstudie tre visar att närliggande syften inte heller med automatik ger eleverna möjlighet att samtala om det aktuella begreppet eller fenomenet utifrån det övergripande syftet. Det är därmed viktigt att lärare planerar för hur närlig-

gande syften explicit kan göras kontinuerliga, både med varandra och med det övergripande syftet.

Meningsskapandets och lärandets sammanhangsbundna natur

Enligt den senare Ludwig Wittgensteins (1953/1992) tankar om språkspel och Deweys (1938/1997) idéer om erfarenhet och utbildning innebär mening att kunna fortsätta på ett fruktbart sätt med en aktivitet utifrån dess syften. En aktivitet sker alltid i ett sammanhang och eftersom sammanhangen aldrig är identiska, kan vi människor inte bara använda tidigare erfarenheter rakt av. Vi behöver hela tiden omorganisera våra erfarenheter för att skapa ny mening i relation till det nya sammanhanget. Olika teoretiska aspekter av dessa pragmatiska och sociokulturella idéer i relation till undervisning har tidigare beskrivits av Johansson och Wickman (2011), Lemke (1990; 2001), Säljö (2000; 2005), Wickman (2006) och Östman (2003). I sociokulturella och pragmatiska perspektiv ses därmed lärande som situerat.

Syftet påverkar därmed också vad som är relevant eller inte att säga och göra i aktiviteten och därmed även vilka ord vi väljer och vad vi talar om. De ord och begrepp som väljs i en aktivitet betonar i sin tur vissa omständigheter och utesluter andra, vilket gör att ordval får konsekvenser för lärandet (Schwab, 1978; Vygotsky, 1978). Detta har också betydelse för vad elever erbjuds att lära sig med ett visst närliggande syfte. I delstudie tre exkluderas till exempel begrepp som friktion och rörelse, medan uttryck som ”inte komma någonstans” och ”det skulle bli stora hål i vägen” inkluderas. Att samtala om att vi har däck på våra bilar för att komma någonstans eller för att inte vägen ska gå sönder är inte samma sak som att tala om friktion (delstudie tre). Szybek (2002) talar om behovet av koppling mellan vardaglig och naturvetenskaplig scen eller omvärld. Lärare behöver hjälpa elever att bli förtrogna med den naturvetenskapliga scenen och med de naturvetenskapliga begreppen. Därmed behöver lärare vara medvetna om sammanhangets betydelse och närliggande syften behöver uppmärksammas utifrån vad de inkluderar eller exkluderar.

Sammanhangets betydelse för vad elever kan tala om har också uppmärksammas i empiriska studier. Schoultz, Säljö och Wyndhamn (2001) beskriver till exempel hur de med hjälp av en artefakt i form av en jordglob och med hjälp av språket skapar ett möte som genererar ett sammanhang som visar att barnen är kunniga om jordens utseende och gravitationens verkningar, något som inte framgick i tidigare studier där sådana sammanhang saknades. Intervjuaren gör barnen medvetna om i vilket sammanhang frå-

gorna ställs, vilket gör att barnen berättar om relevanta erfarenheter och använder relevanta begrepp och förklaringsmodeller.

Praktisk epistemologi handlar om att göra kunskap i handling och att göra konsekvenser av handlingar förståeliga på ett sådant sätt att det hjälper oss att fortsätta med aktiviteten utifrån dess syften (Wickman, under tryckning). Om syftet med att elever arbetar undersökande är att de ska lära sig planera och genomföra undersökningar samt lära sig om naturvetenskapliga undersökningar behöver konsekvenserna av elevernas undersökningar hjälpa eleverna i deras arbete med att utforma undersökningar. Ett sådant förhållningssätt innebär snarare att skolans NO handlar om att hantera den materiella världen på ett socialt fruktbart sätt än att lära sig korrekta förklaringar (Wickman & Ligozat, 2011).

Språkets betydelse för undervisningsinnehållet

Att lära sig naturvetenskap innebär också att lära sig det naturvetenskapliga språket (learning to talk science) (Lemke, 1990). Mortimer och Scott (2003) beskriver att ett syfte med naturvetenskap i skolan är att introducera elever i det naturvetenskapliga språket. Därmed behöver elever få möta det naturvetenskapliga språket både muntligt och skriftligt. Yngre barns lärande av begrepp och fenomen har studerats tidigare vid flera tillfällen (jfr Eskilsson, 2001; Helldén, 2005). I denna avhandling studerar jag inte om elever lär sig de naturvetenskapliga begreppen utan snarare hur elevers möte med naturvetenskapliga begrepp ser ut och vilka naturvetenskapliga begrepp som eleverna erbjuds att möta. Wittgenstein (1969/1992) beskriver att ord kan ha flera betydelser och att det därmed är först i handling som orden får mening. I likhet med detta behöver elever möta det naturvetenskapliga språket och dess begrepp i olika sammanhang. Elever behöver samtidigt också få möta hur de ord som de använder i sina förklaringar och beskrivningar kan relateras till naturvetenskapliga begrepp.

Hubber, Tytler och Haslam (2010) beskriver hur en lärare explicit skapar en lista över de vardagsord som eleverna använt för att tala om kraft och hur läraren därefter tillsammans med eleverna diskuterade hur dessa vardagsord kan relateras till begreppen *dra (pull)* och *skjuta (push)*. Detta är ett explicit sätt att visa hur begreppen används i det naturvetenskapliga språket, vilket är en förutsättning för att elever ska kunna använda dessa naturvetenskapliga begrepp på ett korrekt sätt (Lemke, 1990). Lärare behöver också hjälpa elever att hitta naturvetenskapen i klassamtalen för att lära sig hur man talar med ett naturvetenskapligt språkbruk och inte enbart att lära sig att ta del av ett samtal i allmänhet.

Att lära sig ett ämnesområde innebär en process för att bli medlem av en viss kultur, vilket också innebär att kunna kommunicera med kulturens språk och att agera enligt kulturens normer (Sfard, 1998). Även om en elev kan definitionen av friktion innebär det inte att eleven kan använda friktion i ett yttrande på ett naturvetenskapligt korrekt sätt eller beskriva hur olika begrepp relaterar till varandra. Lemke (1990) menar att det är när vi sätter samman ord som är begripliga genom att formulera frågor, argumentera, resonera och göra generaliseringar som vi lär oss att tala med ett naturvetenskapligt språkbruk. Därmed behöver de närliggande syftena fungera som mål i sikte, på ett sådant sätt att eleverna erbjuds att delta i kulturen och i samtal med kulturens språkbruk. Samtalen i klassrummet behöver förändras från att som i Mehans (1979) studie läraren ställer frågor, som nästan alltid har ett rätt svar och där läraren också känner till svaren, till att läraren hjälper eleverna att bli insocialiserade i verksamheten (jfr Mortimer & Scott, 2003; Wickman, 2002; Wickman & Östman, 2002a).

I avhandlingen utgår jag från att lärande är situerat och att närliggande och övergripande syften därför behöver göras kontinuerliga i undervisningen. När elever och lärare talar om erfarenheter från experiment eller om andra erfarenheter som skett i eller utanför skolan sker detta inte alltid i ett tydligt naturvetenskapligt sammanhang. Om vi vill att eleverna ska lära sig naturvetenskap behöver vi också tala om erfarenheterna i förhållande till naturvetenskapliga sammanhang.

Elever behöver därmed erbjudas att få använda sitt språk och sina erfarenheter i möte med andra aktiviteter tillsammans med läraren eller någon annan mer kunnig person, för att på så sätt få hjälp med vilket språkbruk och vilka erfarenheter som är relevanta i förhållande till syftet (Wickman under tryckning). Wickman (under tryckning) beskriver hur en sådan organisation kan relateras till Deweys empiriska metod (Dewey, 1938/1997) och beskriver den i tre steg: 1) det närliggande syftet behöver fungera som mål i sikte så att elever och lärare kan tala om relevanta erfarenheter, 2) vad som är relevant eller inte relevant i förhållande till det närliggande syftet behöver urskiljas och 3) elevernas språkbruk behöver relateras till dessa urskiljningar.

Ett annat sätt att uttrycka denna idé är med hjälp av Vygotskijs *zone of proximal development*, (1978, s. 86). Han beskriver denna enligt följande:

It is the distance between the actual development level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.

Selektiva traditioner

För att studera undervisningens innehåll och metoder har jag valt att studera de selektiva traditioner som framkom vid lärares beskrivning av sin egen undervisning. Denna process är alltid selektiv på ett sådant sätt att vissa meningar och praktiker betonas medan andra exkluderas (Williams, 1973). Utifrån Dewey (1922/2005) kan traditionerna ses som kollektiva vanor eller sedvänjor vilka till exempel finns inom skolkulturen och som beskriver vad som är en bra undervisning för elever i skolan. Tidigare studier visar att olika utbildningstraditioner har specifika förhållningssätt gentemot kunskap och utbildningspraktik. Sådana förhållningssätt innebär att det inom skolan utvecklas olika selektiva traditioner (Englund, 1986; Fensham, 1988; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995).

Dessa selektiva traditioner kan fungera som omedvetna tolkningsramar för lärare när exempelvis ett nytt arbetssätt implementeras, vilket kan innebära att de påverkar valet av undervisningens innehåll och metoder (Englund, 1986; Fensham, 1988; Sund & Wickman, 2008; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995). Eftersom sådana didaktiska val kan ses som en självklar del av bra undervisning, kan de vara svåra att förändra eller ifrågasätta. För att kunna reflektera över dessa mer eller mindre vanemässiga didaktiska val behöver vi först göra dem synliga (Sandell, Öhman & Östman, 2005). I delstudie två har jag synliggjort och lyft fram de selektiva traditioner som utkristalliserats när ett nytt arbetssätt med NTA implementerats i långa traditioner av att undervisa tidigare åldrar i grundskolan.

Metod

Följande avsnitt består av en orientering om avhandlingens empiriska material, dess urval och analysmetoder. Därefter följer en kort sammanfattning av de fyra delstudierna.

Insamling av data

Mycket av den forskning som gjorts angående undersökande arbete inom det naturvetenskapliga fältet har varit inriktad mot de senare årskurserna. Enbart en begränsad del av forskningen har varit inriktad mot grundskolans tidigare årskurser. Det finns därmed ett behov av forskningsstudier som tar sig an dessa tidigare åldersgrupper (Skolverket, 2008a). I avhandlingen har jag valt att fokusera undersökande arbetssätt i grundskolans tidigare årskurser. Med hänsyn till att NTA idag har en framträdande roll för undervisningen i NO för yngre elever är det intressant att studera lärares arbete med NTA och undersökande arbetssätt samt hur detta arbetssätt implementeras i undervisningen.

Data till denna avhandling har samlats in på flera olika sätt. Urvalet av data till delstudie ett har skett genom upprepad läsning av läroplaner med tillhörande kursplaner. Till delstudien valdes Lgr 62, Lgr 69, Lgr 80, Lpo 94 och Lgr 11 för att någorlunda begränsa materialet men också eftersom flera lärare vid insamlingen av data till övriga delstudier talade om eller hänvisade till fyra av dessa läroplaner. Den femte läroplanen, Lgr 11, valdes eftersom den vid tillfället var ny och styrande vid publiceringen av delstudien.

Till delstudie två har data insamlats genom intervjuer med 20 lärare vid 13 tillfällen. Urval av lärare har skett på så sätt att jag valde lärare som deltagit vid minst två av de temautbildningar som NTA tillhandahåller. Därmed hade alla lärarna som deltog vid intervjuerna erfarenhet från minst två teman. Lärarna hade också olika erfarenhet av att undervisa i NO. Några lärare hade inte undervisat i NO förutom med hjälp av NTA, medan andra hade lång erfarenhet av att undervisa i NO även utan hjälp av NTA. Undervisningen organiserades också tidsmässigt olika då några lärare undervisade i den skolklass där de var klasslärare, vilket innebar att de kunde ägna en hel eftermiddag eller förmiddag åt NTA, medan andra lärare hade NTA schema-

lagt under ett tidsbegränsat bestämt pass en gång i veckan. Lärarna undervisade också i olika åldrar: några från förskoleklass till årskurs tre, några från årskurs tre till årskurs sex medan andra undervisade alla åldersgrupperna från förskoleklass till årskurs sex. Några lärare har intervjuats enskilt medan andra har intervjuats i grupp. Orsaken till att några lärare intervjuades i grupp var att dessa lärare samarbetade aktivt med gemensamma teman. Oftast var detta samarbete årskursöverskridande, till exempel från förskoleklass till årskurs tre. Intervjuerna var semistrukturerade och pågick i cirka 60 minuter.

Till delstudie tre och fyra genomfördes klassrumsobservationer. Urvalet av skolor och klasser har genomförts genom att jag tagit kontakt med olika rektorer för att få information om huruvida deras skolor arbetar med NTA. Därefter har jag kontaktat lärare som planerat att arbeta med NTA. Klassrumsobservationerna genomfördes därefter hos lärare som gav sitt godkännande och som planerade att arbeta med något NTA-tema kommande termin. Klassrumsobservationerna har genomförts i sex olika klasser med elever från förskoleklass till årskurs sex. Totalt har 24 undervisningstillfällen filmats. Varje undervisningstillfälle pågick 90-180 minuter och har filmats med två kameror. Ett särskilt fokus har varit elevernas undersökande arbete med uppgifterna, lärarens möten med olika elevgrupper och klassrumsdiskussionerna. Av den anledningen har vid varje undervisningstillfälle en kamera filmat en elevgrupps arbete, en kamera har filmat läraren och dennes möten med olika elevgrupper och vid klassdiskussionerna har en kamera filmat läraren och en kamera filmat eleverna. Vid inspelning av data har jag därmed försökt att placera kameror och mikrofoner på ett sådant sätt att de fångat interaktion mellan elever och mellan elever och lärare (Heikkilä & Sahlström, 2003).

Analys

Även om data till denna studie samlats in på flera olika sätt, så har data inledningsvis behandlats på ett likartat sätt. De valda texterna, det transkriberade datamaterialet eller de inspelade filmerna har i ett första steg analyserats genom upprepad läsning och/eller observerande för att söka efter aktuella sekvenser utifrån delstudiens syfte. Därefter har tillvägagångssättet varit olika för de olika delstudierna. Jag kommer därför kort beskriva respektive analys för delstudierna; delstudie tre och fyra beskriver jag tillsammans eftersom dessa analyser genomförts på ett likartat sätt.

Delstudie I

I delstudie ett studerades de fem läroplanerna Lgr 62, Lgr 69, Lgr 80, Lpo 94 och Lgr 11 med tillhörande kursplaner. Texterna analyserades utifrån vad de förmedlar eller inte förmedlar angående den naturvetenskapliga verksamheten. Bergström och Boréus (2005) menar att genom att studera texter studeras även relationer mellan människor, traditioner och kulturmönster. I studien synliggörs kulturmönster, som till exempel hur synen på vetenskapen förändrats genom läroplanerna. Läroplanstexterna har analyserats i två steg. I steg ett analyserades vilka delar av dem som beskrev de mål som handlade om naturvetenskaplig verksamhet. Därefter i steg två delades målen in i två kategorier: 1) vad elever ska lära sig om att göra naturvetenskapliga undersökningar och 2) vad elever ska lära sig om naturvetenskapens karaktär. Även om dessa två mål är nära knutna till varandra och överlappar, har jag i analysen funnit det meningsfullt att skilja på dem. I studien undersöks vilka termer som används, men också vilka beskrivningar som görs.

För den första kategorin, vad elever ska lära sig om att göra naturvetenskapliga undersökningar, identifierades fyra förmågor och begrepp som används vid naturvetenskapliga undersökningar: 1) att formulera problem eller frågor (planering av datainsamling), 2) genomförande (datainsamling), 3) dra slutsatser (tolka data) samt redovisa dessa och 4) ett kritiskt förhållningssätt. Dessa förmågor har varit bestämda från början och använts som ett raster vid analysen av läroplanerna.

Vid den andra kategorin, vad elever ska lära sig om naturvetenskapens karaktär, identifierades fem olika egenskaper, vilka tidigare har beskrivits av Lederman (2004). Utifrån Ledermans (2004) beskrivna egenskaper sammanfattades fem punkter vilka var relevanta för elever i svensk grundskola. Dessa innebar att naturvetenskapliga kunskaper 1) kan förändras och inte behöver vara slutgiltiga, det vill säga är tentativa, 2) är empiriskt grundade, det vill säga att de åtminstone delvis är grundade på observationer av naturen och den materiella världen, 3) är subjektiva, det vill säga de är beroende av gemensamma mänskliga tolkningar och förståelse samt av teoretiska antaganden, 4) är beroende av mänsklig slutledningsförmåga, kreativitet och fantasi, det vill säga förklaringar kommer inte av sig själva ur observationerna, utan de kräver människor som ser sambanden och 5) finns i sociala och kulturella sammanhang, det vill säga de påverkas av det samhälle och den kultur som de uppkommer inom. Dessa kategorier har också varit förutbestämda och använts som ett raster vid analysen.

Delstudie II

I delstudie två har lärare intervjuats. Dessa intervjuer spelades in och har därefter transkriberats och analyserats i fyra olika steg. Genom upprepad

läsning av intervjuerna valdes först de delar av texterna ut som beskrev ett undervisningsinnehåll och ett elevdeltagande (steg 1), till exempel sekvenser som beskrev att eleverna skulle undersöka och följa instruktioner. Därefter delade jag upp dessa sekvenser i bra eller dåliga kvalitéter utifrån vad lärarna beskrev som bra respektive dålig undervisning (steg 2). Denna uppdelning genomfördes utifrån hur lärarna talade om dessa moment; moment som till exempel inkluderas i undervisningen kategoriserade jag som bra undervisning och moment som lärarna exkluderade kategoriserade jag som dålig kvalitet.

I ett nästa steg markerades alla estetiska, normativa och kognitiva uttryck. Sekvenserna delades därmed in i estetiska, normativa och kognitiva bra eller dåliga kvalitéter (steg 3). De estetiska uttrycken i studien beskrev elevernas känslor, som till exempel vad de tycker är roligt/tråkigt eller intressant/ointressant. Kognitiva uttryck användes av lärarna för att beskriva elevernas förståelse och kunskaper, till exempel vad som var lätt/svårt eller begripligt/obegripligt. De normativa uttrycken användes av lärarna för att beskriva normen för eleverna, till exempel vad som är rätt/fel eller fritt/styrt.

I samtalen med lärarna var ofta de estetiska, normativa och kognitiva uttrycken sammanlänkade med varandra och ofta kontinuerligt använda, till exempel när David säger: ”När eleverna tycker själva att det är *lätt* då fungerar det, då blir inte det här *svåra inte så jobbigt*”. I meningen används två kognitiva uttryck, *lätt* och *svårt*, samt ett estetiskt uttryck, *inte så jobbigt*. Vid sådana tillfällen har samma sekvens kategoriserats som både en kognitiv och som en estetisk kvalitet. Därefter har de olika kvalitéterna kodats och sorterats. Utifrån denna sortering framkom vissa återkommande mönster och genom upprepad läsning och genom diskussioner med delstudiens andre författare kategoriserades lärarnas berättelser i traditioner (steg 4). Därmed identifierades fyra olika selektiva traditioner, nämligen en faktaorienterad, en aktivitetsorienterad, en samarbetsorienterad och en kommunikationsorienterad. Slutligen analyserade jag hur undersökande arbetssätt framträder genom de fyra olika selektiva traditionerna.

Delstudie III och IV

Delstudie tre och fyra utgår från klassrumsobservationer där lärare och elever samtalar om sina erfarenheter och om den aktuella situationen. Genom att studera filmerna flera gånger togs vissa filmsekvenser ut och transkriberades. Därefter valdes de sekvenser som gav tydliga exempel på samtal om närliggande och/eller övergripande syften ut. I delstudie tre valdes två samtalssekvenser som gav exempel på klassrumsdiskussioner där de närliggande syftena fungerar som mål i sikte men där dessa inte gjordes kontinuerliga med det övergripande syftet. I delstudie fyra valdes tre samtalssekvenser ut som visar exempel på behovet av att närliggande syften behöver fungera som

mål i sikte och hur de närliggande syftena görs kontinuerliga med det övergripande syftet.

I båda delstudierna har först de organiserande syftena urskiljts. Det närliggande syftet har identifierats genom att studera vad som pågår i aktiviteten, vad elever och lärare gör och talar om. Det övergripande syftet, vad eleverna ska lära sig, har framkommit genom lärares och lärarhandledningens beskrivning av undervisningens, temats eller uppdragets syfte.

För att analysera den mening som skapades i samtalen använde jag analyser av praktiska epistemologier (PEA), vilka tar sin utgångspunkt i pragmatiska och sociokulturella perspektiv, Dewey och senare arbeten av Wittgenstein (Wickman, 2004; Wickman & Östman, 2002b). Utgångspunkten med PEA är att identifiera syftet med den aktivitet som analyseras, vilket i första hand är ett syfte som deltagarna själva kan sägas ha. Gentemot ett sådant syfte kan deltagarnas samtal förstås i ett förstapersonsperspektiv. Innehållet i aktiviteten analyseras med hjälp av fyra operationella begrepp: *mellanrum*, *relationer*, *stå fast* och *möten*. *Mellanrum* uppstår när verksamheten inte kommer vidare utan att någon behöver göra eller säga något. Syftet med aktiviteten kan beskrivas genom de mellanrum som uppmärksammas. Mellanrum fylls genom att relationer skapas mellan ord och mellan handlingar.

I delstudie tre är det närliggande syftet, i den första aktiviteten i det studerade klassrummet, att förstå varför vi har däck på våra bilar. Som ett exempel på proceduren för PEA kan vi använda turerna ett till sju i nedanstående excerpt:

1. Erik: [...] dom skulle också ha sönder, utan däcken.
2. Lärare: Man skulle ha sönder ... ?
3. Erik: Fälgen.
4. Lärare: Fälgen?!
5. Gunnar: Fälgarna.
6. Lärare: Jaa, fälgarna och kanske vägen också.
7. Erik: Jaa, det skulle bli stora hål i vägen.

Syftet varför vi har däck på våra bilar kan ses som ett mellanrum som behöver bli fyllt med olika relationer för att föra verksamheten vidare. En relation är till exempel att fälgar utan däck skulle göra stora hål i vägen. För att fylla mellanrum skapas relationer till det som står fast. Det som står fast är de ord som används utan vidare frågor eller tvekan om vad de betyder. I samtalet undrar först läraren vad Erik menar med ”fälgen” (3), men när Gunnar använder pluralis förstår läraren sammanhanget och ”fälgarna” står fast; han behöver inte fråga vidare vad ordet betyder. På detta sätt kan man analysera vilka ord som elever och lärare använder på ett självklart sätt i situationen för att föra samtalet vidare. Detta betyder inte att deltagarna i en universell

mening ”vet” vad ordet betyder, bara att det fungerar i stunden. Att något står fast garanterar därmed inte att alla menar samma sak.

Termen *möten* i PEA är en beskrivning av den situation som samtalet utspelas i. Dewey (1938/1997) menade i en utredning av lärandet som situerat att en viss situation kan bäst beskrivas av vad som interagerar i situationen. Interaktion och situation blir därmed operationellt synonyma. Wickman och Östman (2002b) använder begreppet *möten* i stället för termen *interaktion* eftersom interaktion kännetecknar ömsesidighet. Ett möte är därmed en mer neutralt beskrivande operationell term. Vill man alltså operationellt beskriva en situation där ett visst mellanrum uppmärksammas och en relation till det som står fast eventuellt skapas av de samtalande, behöver man beskriva vad som möts där.

Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet

Avhandlingens delstudier har genomförts med kvalitativa metoder för att belysa och förstå olika situationer. Vid kvalitativa studier som intervjuer och observationer kan forskaren betraktas som medskapare av resultatet genom till exempel sitt val av frågor och val av data. Biesta och Burbules (2003) beskriver att forskning inom utbildning bara kan visa vad som varit möjligt i en specifik situation, vilket innebär att den aldrig en gång för alla kan tala om hur undervisningen ska bedrivas. Snarare beskriver forskningen möjliga samband mellan handling och dess konsekvens i skolpraktiken och utifrån den kan forskning komma med förslag till möjliga tillvägagångssätt. Det är därmed upp till användarna att använda forskningen i sin specifika situation (Biesta & Burbules, 2003). Därmed ser jag det som viktigt att delstudiernas beskrivningar av mål och syften snarast ses som verktyg för reflektion, diskussion och som möjliga analysverktyg av läsarens egen undervisning än som en beskrivning av hur personerna är. Viktigt är också att de kategorier som jag använt inte ska betraktas som något bestämt och oföränderligt.

Kvale (1997) föreslår genom hänvisning till Lincon och Guba att begreppen *reliabilitet*, *validitet* och *generaliserbarhet* diskuteras utifrån mer vardagliga ord som *tillförlitlighet* och *giltighet*. Avhandlingens reliabilitet, eller tillförlitlighet, har beaktats genom delstudierna på olika sätt. De delstudier som bygger på insamlade data såsom filmer och ljudfiler har transkriberats noggrant och studerats vid flera tillfällen. Materialet, tolkningar och kategoriseringar som gjorts har diskuterats tillsammans med delstudiernas andre författare samt utsatts för granskning av andra forskare vid olika seminarier. Vidare har delstudierna en utförlig beskrivning av metod och analys för att därigenom öka tillförlitligheten.

Avhandlingens validitet, eller trovärdighet, behöver ses utifrån en pragmatisk teori. Det innebär att mina val av data och mina val av analysmetoder är färgade av pragmatisk teori. Därmed utgår studierna från hur jag som forskare ställer frågor, väljer data och ser de empiriska exemplen. Jag har också noggrant redogjort för de val som jag gjort under arbetets gång utifrån avhandlingen syfte. För att läsaren ska kunna bedöma trovärdigheten har jag därmed försökt att beskriva analyserna och de situationer som jag analyserat på ett utförligt sätt.

Forskningsetiska överväganden

Vetenskapsrådets generella riktlinjer för humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning följdes för att hantera den etiska problematiken (Vetenskapsrådet, 2002, 2010). I delstudie två, tre och fyra har först rektorerna vid berörda skolor kontaktats och gett sitt medgivande till både intervjuer och filmning. I delstudie två kontaktades därefter informanterna via telefon där de informerades om studiens syfte samt hantering och användning av data. Därefter informerades informanterna återigen före intervjuerna, både muntligt och skriftligt. Informanterna informerades också om att deras deltagande var frivilligt och att de kunde avbryta deltagandet när de så önskade.

I delstudie tre och fyra kontaktades lärare eller lärarlag för ett personligt möte där jag informerade om studiens syfte samt hantering och användning av data. Därefter besökte jag personligen klassen under en lektion för att träffa alla elever och för att informera eleverna om mitt forskningssyfte och om hur data skulle hanteras och användas. Alla informanter i studien informerades också om att deras deltagande var frivilligt och att de kunde avbryta deltagandet när de så önskade.

Därefter försågs alla deltagare med en skriftlig information om studien, hanteringen av materialet samt kontaktuppgifter. Skriftligt godkännande inhämtades från alla informanter som var över femton år och för elever under femton år inhämtades skriftligt medgivande från föräldrar eller annan målsman. Utöver detta inhämtades vid varje filminspelning ett muntligt medgivande från eleverna. De elever som vid något tillfälle inte velat bli filmade har därmed inte heller behövt delta. Detta har inte varit något problem då de flesta elever gärna velat medverka.

Samtliga deltagare har garanterats anonymitet; därmed har alla personer i avhandlingen fingerade namn. Vidare nämns ingen av de medverkande lärarnas eller elevernas skolor vid namn för att på så sätt inte avslöja informanternas identitet.

Sammanfattning av artiklarna

Avhandlingens empiriska underlag består av fyra delstudier. Gemensamt för studierna som presenteras i artiklarna är att de på olika sätt förhåller sig till de didaktiska frågorna *vad*, *hur* och *varför* i grundskolans tidigare årskurser. Delstudierna berör också undervisning i grundskolans tidigare årskurser och har fokus på den naturvetenskapliga verksamheten. Delstudierna försöker också svara på de övergripande frågorna: Vilka mål och syften angående undersökande arbetssätt skapas i sammanhang såsom skolans läroplaner, i undervisningen, i klassrummet, samt i lärares samtal om denna undervisning? Hur kan dessa mål och syften göras kontinuerliga i undervisningen? Nedan följer en kort sammanfattning av resultaten som framkommit i de olika delstudierna.

Delstudie I: Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år

Läroplaner är viktiga riktningsgivare för lärares arbete med undervisning och lärande. När nya läroplaner introduceras i skolan introduceras de som en del av en kontext där även andra faktorer påverkar undervisningens innehåll. Mål från tidigare läroplaner kan till exempel vara en del av lärares erfarenhet och en del av hur nya läroplaner tolkas även om målen är borttagna och inte en del av den nya läroplanen (Muschamp, 2011). Därmed kan tidigare läroplaner påverka vad som implementeras i undervisningen. I min första delstudie har jag analyserat fem läroplaner med tillhörande kursplaner, Lgr 62, Lgr 69, Lgr 80, Lpo 94 och Lgr 11 angående vad elever ska lära sig om den naturvetenskapliga verksamheten.

Mål med den naturvetenskapliga verksamheten finns närvarande genom alla de analyserade läroplanerna. Vad eleverna ska lära sig om den naturvetenskapliga verksamheten betonas dock olika genom läroplanerna. Därmed synliggörs flera förskjutningar, vilket möjliggör för till exempel lärare, lärarstudenter och läroplansutvecklare att använda dem som verktyg för reflektion om innehåll och metoder samt vilka konsekvenser dessa förskjutningar får för undervisningen.

I delstudien framträder till exempel en förskjutning från att den metod som eleverna ska lära sig liknar en induktiv metod (att nå slutsatser genom att observera) till att den alltmer liknar en deduktiv metod (att formulera frågor, hypoteser eller förutsägelser och att jämföra resultatet med dessa). I och med detta sker också en ökad betoning på akademiska begrepp. Även det kritiska förhållningssättet förskjuts från att främst beröra elevernas egna undersökningar till att även omfatta naturvetenskap i allmänhet. Det blir också en ökad betoning på rapportering som en social process. I Lgr 11 är detta inte lika tydligt. Den metod som eleverna ska lära sig kan i viss utsträckning åter liknas vid en induktiv metod (genom att begreppen hypotes och förutsägelse försvinner, medan begreppet felkällor införs) och användningen av akademiska begrepp minskar. Läroplanen har inte heller lika tydligt fokus på rapportering av resultaten som en social process.

Alla fem läroplanerna behandlar i olika utsträckning mål med naturvetenskapliga arbetssätt och det sker en förskjutning från att enbart göra naturvetenskapliga undersökningar till att eleverna också ska lära sig om naturvetenskapens karaktär. Att naturvetenskap är empiriskt grundad uttrycks i alla läroplaner och det sker en förskjutning från att denna empiriska grund behandlas som fakta till att den beskrivs som något föränderligt. Naturvetenskapens beroende av subjektivitet och sociala dimensioner förstärks även med tiden. Lgr 11 avviker från trenden och talar åter om naturvetenskaplig kunskap som fakta och som något som kan skiljas från värdering.

Delstudie II: Selektiva traditioner i grundskolans tidigare år: Lärares olika betoningar av kvalitéer i NO-undervisningen

Att tolka och översätta läroplaner och undervisningsinnehåll till aktiviteter för lärande är en del av lärares profession, men didaktiska val kan också bli betraktade som bra och självklara. Sådana val kan därmed vara svåra att upptäcka och förändra. Delstudie två är ett empiriskt bidrag till debatten som berör lärarens och elevens roll och undervisningens syfte. Min andra delstudie beskriver hur lärare arbetar med yngre elever i naturorienterade ämnen genom undersökande arbete. Lärarna som deltar i studien berättar om deras didaktiska val utifrån den egna undervisningen med NTA.

Utifrån lärarnas beskrivning av den egna undervisningen har jag analyserat de didaktiska val som beskrivs av lärarna samt konsekvenserna av dem vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen. Dessa didaktiska val har jag valt att kalla för kvalitéer i undervisningen. Med hänsyn till vilka kvalitéer som olika lärare beskriver som att de är bra respektive dåliga har jag

funnit fyra selektiva traditioner. Dessa fyra selektiva traditioner har jag valt att kalla för den 1) *faktaorienterade*, 2) *aktivitetsorienterade*, 3) *samarbetsorienterade* samt 4) *kommunikationsorienterade*.

Inom den *faktaorienterade* selektiva traditionen betonas främst kognitiva och normativa kvalitéer. I fokus för undervisningen är ämneskunskaper och därmed behöver eleverna följa instruktioner på rätt sätt för att komma fram till det förutbestämda resultatet. Betoningen på att eleverna måste komma fram till ett korrekt svar påverkar undervisningens upplägg. Lärarna uttrycker att de minskar ner eller hoppar över moment som är svåra. Här beskrivs att svåra moment är att läsa texter, dokumentera eller när eleverna möter nya begrepp. Elevernas arbete för att komma fram till det förutbestämda resultatet innebär också att vissa normer inte får brytas. En sådan norm är till exempel om eleverna gör annat än det som är planerat med materialet. Det undersökande arbetet innebär att eleverna formulerar förutsägelser och därefter följer instruktionerna för att komma fram till ett förutbestämt resultat.

Den *aktivitetsorienterade* selektiva traditionen har en tydlig betoning på estetiska kvalitéer och praktiskt arbete. Arbetssättet, elevernas intresse och nyfikenhet är centrala i lärarnas beskrivning av undervisningen. Elevernas upplevelser av undervisningen som rolig eller tråkig beskrivs ha betydelse för om eleverna tar sig vidare i aktiviteterna eller inte. Dessa estetiska kvalitéer, påverkar på så sätt lärarnas val av vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen. Även kognitiva kvalitéer, vad eleverna upplever som svårt, påverkar vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen. Lärarna beskriver exempelvis moment där eleverna analyserar, dokumenterar och möter nya begrepp som svåra moment. Att eleverna får arbeta praktiskt ses däremot som en bra kvalité vilket också uppskattas av eleverna. Det undersökande arbetet kan beskrivas som att eleverna formulerar förutsägelser eller gissningar för att därefter följa instruktioner. Om resultatet blir det förväntade har däremot en underordnad betydelse.

Inom den *samarbetsorienterade* selektiva traditionen beskrivs en kombination av fokus på ämnesinnehåll och elevernas engagemang. Elevernas engagemang och intresse har betydelse för om eleverna tar sig vidare i aktiviteterna. Även kognitiva kvalitéer har betydelse för om de tar sig vidare i aktiviteter eller inte; till exempel beskrivs att det kan vara svårt för elever att ta eget ansvar, samarbeta eller att följer instruktioner. Samtidigt uttrycks undervisningen som mindre tråkig när eleverna arbetar fritt utan att läraren styr. Vid det praktiska arbetet inkluderas också arbetssätt där eleverna får använda flera sinnen, fantasi och kreativitet. Dessa arbetssätt beskrivs som medel för att öka intresset för naturvetenskap, men samtidigt uttrycks det som ett mål i sig att elever får använda fantasi och kreativitet. Det undersökande arbetssättet innebär att eleverna, i mindre grupper, formulerar förutsägelser eller gissningar, följer instruktioner och når fram till slutsatser.

Den *kommunikationsorienterade* selektiva traditionen beskriver också en undervisning där ämnesinnehåll, arbetssätt och elevernas intresse och upplevelser kombineras. Kontinuitet, vana, engagemang och positiva upplevelser beskrivs som något som hjälper eleverna att ta sig vidare i aktiviteten. Inom traditionen betonas också att eleverna ska lära sig om naturvetenskapliga metoder. Vidare beskrivs att eleverna gör lite mer öppna undersökningar där upplägget av dessa diskuteras gemensamt i klassrummet; även undersökningarnas resultat och slutsatser beskrivs diskuteras gemensamt i klassrummet. Eleverna formulerar också förutsägelser men däremot erbjuds eleverna inte att formulera frågeställningar. Att lära sig naturvetenskapliga begrepp och förklaringar beskrivs som svårt men samtidigt som en bra kvalitet.

Jämförelse mellan delstudie ett och två

Vid en jämförelse mellan delstudie ett och två synliggörs olika betoningar på vad eleverna ska lära sig. De mål som i delstudie ett berör kunskaper om naturvetenskapliga undersökningar och om naturvetenskapens karaktär är inte synliga i delstudie två. De förmågor som eleverna ska lära sig för att genomföra naturvetenskapliga undersökningar är också mera sparsamt beskrivna i delstudie två. Ingen av traditionerna betonar betydelsen av att eleverna är delaktiga i att formulera frågeställningar. De förmågor som betonas handlar främst om att elever ska göra förutsägelser eller gissningar och att de därefter ska följa instruktioner för att komma fram till ett förutbestämt resultat. Enbart en av de selektiva traditionerna beskriver att eleverna även är delaktiga i att planera undersökningar.

Den metod som eleverna ska lära sig kan därmed närmast liknas vid en kombination av en induktiv och en hypotetisk deduktiv metod. Eleverna gör förutsägelser för att därefter följa instruktioner och på så sätt komma fram till ett förutbestämt resultat. Delstudie två visar att eleverna främst ska lära sig om naturvetenskapliga förklaringar genom undersökande arbete. Att naturvetenskapliga förklaringar grundas på empiri behandlas av alla läroplaner, men är inget som lärarna explicit talar om. Däremot beskrivs elevernas undersökande arbete på ett sådant sätt att undersökningarna förväntas leda till en empiri som på ett direkt sätt visar naturvetenskapliga förklaringar. Genom att eleverna följer instruktioner för att komma fram till ett förutbestämt svar framträder dessa naturvetenskapliga förklaringar också snarare som objektiva sanningar än som något föränderligt.

Läroplanerna visar också på en ökad betoning av elevers och lärares arbete med att nå slutsatser och kritiskt granska som en social process. Detta förhållningssätt är inte synligt hos alla traditioner. Den kommunikationsorienterade traditionen är den tradition som också betonar betydelsen av att elever

och lärare tillsammans samtalar om resultaten. Den samarbetsorienterade traditionen beskriver snarare ett arbetssätt där en bra kvalitet är att eleverna inte behöver hjälp av läraren.

Delstudie III: A pragmatist understanding of learning progressions

Att det finns en problematik i undervisningen med att knyta elevernas språk och erfarenheter till undervisningens syfte har tidigare konstaterats. För att kunna reflektera över och utveckla en sådan relation kan det vara intressant att först analysera och exemplifiera hur problematiken kan synliggöras i undervisningssituationer. Därför har jag valt att i delstudie tre ge två exempel på klassdiskussioner mellan en lärare och elever i en årskurs fem där elevernas språk och erfarenheter inte relateras till undervisningens övergripande syfte. Exempelen är valda med tanke på att visa hur organiserande syften kan användas för att stödja hur elevers och lärares språkbruk och erfarenheter kan göras kontinuerliga i klassrummet. Studien visar hur organiserande syften kan fungera som verktyg för att analysera, utvärdera och planera undervisningen.

Eleverna i studien är i elvaårsåldern och klassen arbetar med NTA-temat *Rörelse och konstruktion*. Det övergripande syftet är *hur friktion inverkar på rörelse*. Ett övergripande syfte kan beskrivas som lärares och/eller läroplaners naturvetenskapliga syften som eleverna ska lära sig. Ett sådant övergripande syfte, som till exempel *hur friktion inverkar på rörelse*, kan vara problematiskt för elever att tala om innan de fått egna erfarenheter av friktions inverkan på rörelse. Därför introduceras ofta eleverna i ämnesområden med hjälp av andra mer elevorienterade syften. I denna studie har eleverna till exempel byggt leksaksfordon och därefter genomfört några olika experiment. Eleverna har bland annat provat att köra leksaksfordonen med och utan däck på fälgarna. Efter att eleverna genomfört experimenten följer en klassdiskussion där eleverna i tur och ordning får berätta om sina undersökningar, vad som hände och vilka slutsatser som de dragit.

I delstudien visas två exempel på närliggande syften där elever och lärare talar om elevernas undersökningar. Med närliggande syften menar vi de mer elevcentrerade syftena som möjliggör att eleverna kan delta med sina erfarenheter och sitt språkbruk. Vid det första närliggande syftet talar läraren och eleverna om *varför man har däck på bilarna* och vid det andra närliggande syftet talar de om *ifall elevernas fordon skulle fortsätta i evighet om inget motstånd fanns*. Det första närliggande syftet fungerar som mål i sikte, vilket synliggörs genom att det tycks vara fullt begripligt för eleverna och genom att de deltar i samtalen med sitt vardagsspråk och med sina erfarenheter. Det

andra närliggande syftet fungerar inte som mål i sikte eftersom eleverna har svårt att delta med sina erfarenheter och sitt språkbruk.

Genom att analysera samtalen med hjälp av närliggande och övergripande syften samt PEA synliggörs att samtalen främst berör de närliggande syftena. I det första exemplet talar elever och lärare främst om däckens egenskaper i allmänhet, till exempel hur däcken skyddar fälgen och vägen. Det övergripande syftet om hur friktion inverkar på fordons rörelse nämns nästan inte i klassamtalet, eftersom inget av begreppen friktion eller rörelse används. Samtalet utgår från elevernas erfarenheter och deras val av ord för att beskriva vad som händer när ett fordon kör med eller utan däck. De ord, som berör rörelse och friktion, som eleverna använder tycks vara funktionella och är relevanta för det övergripande syftet, men kan inte helt ersätta begreppen *friktion* och *rörelse*.

I det andra exemplet samtalar elever och lärare utifrån det närliggande syftet, varför elevernas leksaksfordon stannar efter ett tag. Eleverna hade tidigare även undersökt hur länge ett leksaksfordons hjul snurrade när det snurrade fritt respektive när det vidrörde karossen. Därefter introducerade läraren begreppet friktion. Bland annat beskrev läraren att friktion gör så att ett fordon stannar och att utan friktion så skulle ett fordon kunna röra sig i all evighet. Utifrån det påståendet fortsatte diskussionen om deras leksaksfordon skulle fortsätta i all evighet ifall inget motstånd fanns. Under samtalets gång förskjuts syftet till att mer handla om hur saker rör sig i rymden.

Resultaten visar att ingen i samtalen skiljer på närliggande och övergripande syften. Det är inte heller någon som jämför elevernas val av ord med de mer naturvetenskapliga eller belyser vilka ord som har relevans för det övergripande syftet. Eftersom de naturvetenskapliga termerna inte nämns får eleverna inte möjlighet att organisera sina erfarenheter och användning av språk i förhållande till dessa. Därmed är det svårt att avgöra i vilken utsträckning som orden friktion, motstånd och rörelse står fast och kan användas av eleverna. Studien visar att vad eleverna erbjuds att lära sig är beroende av om organiserande syften och språkbruk görs kontinuerliga.

Delstudie IV: Using organizing purposes to support learning progressions: a study of talk in primary science classrooms

I delstudie tre gav jag exempel på hur organiserande syften kan användas för att analysera om elevens och lärares språkbruk och erfarenheter görs kontinuerliga i klassrummet. I delstudie fyra visar jag hur en sådan kontinuitet är beroende av att de närliggande syftena fungerar som mål i sikte. Vidare be-

skrivs hur lärare skapar kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften och hur det påverkar det innehåll som eleverna erbjuds. I delstudien exemplifieras också hur lärandeprecision är beroende av kontinuitet mellan organiserande syften.

I delstudien deltar elever och lärare som arbetar i förskoleklass till och med årskurs tre. Undervisningen utgår från NTA-temat *Fast och flytande*. Temat har 15 uppdrag och eleverna arbetar med uppdragen under en förmiddag, cirka 120-180 minuter, i veckan. Undervisningen startar med en genomgång av dagens uppdrag och därefter genomför eleverna undersökningar i mindre grupper för att avsluta uppdraget med en gemensam genomgång i helklass. Det övergripande syftet är *att eleverna ska lära sig om egenskaper hos fasta och flytande ämnen*. Eleverna ska lära sig att använda samlande begrepp som form och färg för att beskriva egenskaper på ett mer systematiskt sätt.

Resultatet synliggör inledningsvis betydelsen av att närliggande syften fungerar som mål i sikte. I studien exemplifieras närliggande syften som fungerar som mål i sikte, men också närliggande syften som inte fungerar som sådana. I exemplen ska eleverna undersöka hur fyra olika vätskor ser ut när de droppar dem på ett vaxat papper. Eleverna ska också dokumentera vad de observerar. I det första exemplet är det närliggande syftet *att göra droppar på det vaxade pappret och beskriva hur vattendropparna ser ut*. Eleverna undersöker vatten och beskriver vattendroppen: *den är till en liten bulle, och så ser det ut som en smörgås* och *bula*, varmed en av eleverna skriver *bula*. I det andra exemplet undersöker eleverna lim som droppas på det vaxade pappret. Det närliggande syftet är *att göra droppar på det vaxade pappret och beskriva hur limdropparna ser ut*. Den andra delen av det närliggande syftet fungerar inte som mål i sikte, vilket syns genom att eleverna inte kommer vidare i aktiviteten. Eleverna vet att de ska beskriva limdropparna men de vet inte vad som är relevant eller inte i sammanhanget. I samtalen är det ingen som använder mer generella termer som form och färg för att systematisera beskrivningarna av dropparnas utseende. Därmed erbjuds inte eleverna att systematisera sina beskrivningar *bulle* och *bula* som beskrivningar av form. En sådan systematisering är en del av det övergripande syftet och skulle kunna hjälpa eleverna att förstå vad som är eller inte är relevant i sammanhanget.

I resultatet visas också exempel på hur lärare gör närliggande syften kontinuerliga med det övergripande syftet. Detta exemplifieras först med hur lärares användning av samlande begrepp skapar kontinuitet. Eleverna har först undersökt och rangordnat 20 föremål utifrån hårdhet. Därefter, i den gemensamma klassdiskussionen, låter läraren eleverna välja ett föremål och därefter beskriva hur föremålet kändes. Det närliggande syftet är här *att välja ett föremål och beskriva hur föremålet känns*. Eleven i exemplet beskriver att det valda föremålet känns *mjukt*, vilket läraren därefter systematiserar som

en form av hårdhet. Eleverna erbjuds därmed att lära sig om hårdhet utifrån hur föremålen känns, men också att hårdhet kan beskrivas olika, till exempel som mer eller mindre mjukt. Därmed synliggörs också progression: eleverna möter först olika hårda föremål, därefter använder de sitt vardagsspråk för att beskriva hårdhet och slutligen möter de med lärarens hjälp hur mjuk kan systematiseras som en hård egenskap.

I resultatet exemplifieras också hur lärares och elevers gemensamma användning av samlande begrepp skapar kontinuitet. Vid detta tillfälle har eleverna undersökt vad som händer när de droppar några vätskor i vatten. När eleverna gjort detta sker en återsamling där elever och lärare talar om dagens uppdrag samtidigt som läraren demonstrerar genom att droppa vätskorna i vatten. I exemplen synliggörs att det är det samlande begreppet *löslighet* som läraren har för avsikt att använda för att systematisera elevernas språkbruk och erfarenheter. Läraren skapar i exemplen kontinuitet mellan närliggande syften och kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften vid flera tillfällen. Eleverna i exemplen erbjuds progression beträffande begreppet *löslighet*. Först får eleverna möta frågeställningen om huruvida limklumparna kommer att försvinna eller inte, därefter samtalar de om färgen på vattnet och vad färgen beror på. I samtalet tillåts eleverna att använda både sitt vardagliga språk men också att använda ett mer naturvetenskapligt språkbruk. Läraren systematiserar elevernas språkbruk utifrån den begreppsliga generaliseringen *löser*.

Diskussion

I avhandlingen finns en strävan att utveckla verktyg som lärare kan använda för att stödja elever i deras arbete med undersökande arbetssätt. Utifrån denna strävan har fyra delstudier genomförts för att på olika sätt studera vilka mål och syften angående undersökande arbetssätt i NO som skapas i sammanhang såsom läroplaner, i undervisning och i lärares samtal om denna undervisning. Laborativt och undersökande arbete i grundskolan har studerats tidigare men främst är det grundskolans senare årskurser och gymnasiet som studerats (bl.a. Högström, 2009; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002a). Därför vill jag i denna avhandling rikta uppmärksamheten främst mot grundskolans tidigare årskurser.

Det finns naturligtvis olika sätt att utveckla verktyg som kan hjälpa lärare att reflektera över undervisningens innehåll och arbetssätt. Jag har valt att i delstudie ett och två utveckla sådana verktyg genom att försöka synliggöra det som annars kan tas för givet, det vill säga förskjutningar av mål och syften i läroplaner samt selektiva traditioner i grundskolans tidigare årskurser. I delstudie tre och fyra synliggör jag verktyg som har betydelse för kontinuitet och lärandeprecision i undervisningen, nämligen hur organiserande syften kan användas för att analysera och planera undervisning.

Mål och syften i undervisningen enligt delstudie ett och två

Vid jämförelse mellan delstudie ett och två framkommer en skillnad mellan vad elever ska lära sig utifrån de mål och syften som beskrivs. I läroplanerna finns mål om att eleverna ska lära sig genomföra naturvetenskapliga undersökningar, lära sig begreppsligt om naturvetenskapliga undersökningar samt lära sig om naturvetenskapens karaktär. Av dessa mål betonar lärarna främst målet att eleverna ska lära sig genomföra undersökningar. Utöver detta mål beskriver lärarna mål som betonar att eleverna ska lära sig naturvetenskapliga förklaringar och mål om att eleverna ska uppleva naturvetenskap eller NO i skolan som roligt eller intressant.

Denna skillnad mellan de mål som uttrycks i läroplaner och lärares mål och syften med undervisningen har naturligtvis betydelse för vad elever i grund-

skolans tidigare årskurser erbjuds att lära sig. Oavsett vilka mål som åsyftas med att eleverna arbetar laborativt eller undersökande behöver målen samt hur arbetssättet hjälper eleverna att nå dem specificeras (White, 1996).

Vilka verktyg beskrivs i avhandlingen?

I delstudie ett synliggjordes flera förskjutningar genom fem läroplaner av mål och syften angående undersökande arbetssätt. Dessa förskjutningar vill jag uppmärksamma som verktyg för reflektion och diskussion, eftersom tidigare läroplaner fortfarande är en del av lärares erfarenhet och kan påverka hur nya läroplaner tolkas och implementeras i skolan (Muschamp, 2011). Att synliggöra och diskutera kan vara en förutsättning för att förändra och utveckla undervisningen.

I delstudie två har jag valt att studera hur lärare beskriver och värderar sin egen undervisning med yngre elever i sammanhang när de undervisar undersökande med NTA. Det är ett relativt nytt sätt att undervisa för flertalet av de lärare som deltar i studien. När ett nytt arbetssätt tillämpas kan tidigare undervisningstraditioner fungera som tolkningsramar för vad som inkluderas eller exkluderas i undervisningen (Englund, 1986; Fensham, 1988; Sund & Wickman, 2008; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995). Studien skapar därmed verktyg för reflektion beträffande de selektiva traditioner och de kvalitéer som dessa traditioner betonar. På så sätt synliggörs traditioner och kvalitéer som annars kan tas för givna.

I delstudie tre och fyra har jag skapat verktyg för att analysera, utvärdera och utveckla hur mål och syften kan göras kontinuerliga med varandra i undervisningen. I delstudierna har jag studerat interaktionen mellan lärare och elever när de arbetar med undersökande arbetssätt. Genom att analysera elever och lärares handlingar med hjälp av organiserande syften och PEA synliggörs vilka erfarenheter och språkbruk som eleverna erbjuds att ta del av. Genom denna analys tydliggörs om eleverna även erbjuds en progression i lärandet. Studierna visar att det är viktigt att närliggande syften fungerar som mål i sikte för eleverna och att dessa görs kontinuerliga med det övergripande syftet. De organiserande syftena kan därmed fungera som verktyg för att analysera och utvärdera den egna undervisningen men också fungera som verktyg vid planering av undervisning för att på så sätt forma en tydligare lärandeprocession.

Utifrån resultatet av avhandlingens fyra delstudier kommer jag här att redogöra för hur beskrivna mål och syften skulle kunna göras kontinuerliga i undervisningen, vilket också är avhandlingens andra övergripande frågeställning. Därmed kommer jag nedan att diskutera följande tre mål för un-

dersökande arbetssätt: 1) att kunna genomföra undersökningar och lära sig begreppsligt om naturvetenskapliga undersökningar, 2) att lära sig om naturvetenskapens karaktär samt 3) att lära sig naturvetenskapliga förklaringar.

Vidare är en strävan i avhandlingen att utifrån delstudie tre och fyra analysera och diskutera betydelsen av undersökande arbete i relation till lärandeprocession som en social process. I delstudie två talar flertalet lärare om betydelsen av att elever upplever naturvetenskap eller NO-undervisningen som rolig eller intressant. Därmed vill jag även uppmärksamma och diskutera undersökande arbete utifrån betydelsen av estetiska förhållningssätt.

Att kunna genomföra undersökningar och lära sig begreppsligt om naturvetenskapliga undersökningar

I delstudie ett beskrivs hur det skett en förskjutning genom läroplanerna från mål som innebär att eleverna främst genomför undersökningar till mål som inkluderar att eleverna är delaktiga i hur undersökningarna ska genomföras och i deras innehåll. Det finns också en viktig förskjutning från att eleverna iakttar eller observerar till att eleverna löser problem eller genomför systematiska observationer. Dessa förskjutningar innebär också en ökad betoning på akademiska begrepp, som till exempel modell, teori, frågeställning, hypotes och förutsägelse för åtminstone fram till och med kursplanen 2000. I delstudie två är denna förskjutning mot senare läroplaner inte tydlig. De funna traditionerna betonar framförallt att formulera förutsägelser och genomföra undersökningar genom att följa instruktioner. I liten utsträckning talar lärarna i delstudie två om de bakomliggande förhållningssätten till naturvetenskapliga undersökningar eller att elever behöver lära sig de tillhörande begreppen, som till exempel hypotes eller experiment.

Enbart i en av traditionerna, den kommunikationsorienterade, talar lärarna om att eleverna är delaktiga i planeringen av undersökningar. Ingen lärare talar dock om att eleverna ska lära sig att formulera frågeställningar. Detta är inte ett helt ovanligt tillvägagångssätt när eleverna arbetar laborativt i grundskolan (jfr Andréé, 2007; Gunnarsson, 2008; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Flera tidigare svenska studier har också uppmärksammat att elever sällan erbjuds att lära sig om de mer bakomliggande förhållningssätten till naturvetenskapliga arbetssätt (Hult, 2000; Högström, Ottander & Beneckert, 2006; Löfdahl, 1987).

Om elever ska kunna använda och lära sig om naturvetenskapliga metoder behöver de naturligtvis även lära sig förmågor som att formulera frågeställningar och planera undersökningar. Elever behöver också få tala om undersökningar, vilket sällan sker explicit (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren,

2010). En möjlighet att göra detta explicit är att elever arbetar undersökande utifrån mer öppna undersökningar (Schwab, 1962), där elever även är delaktiga i att formulera frågeställningar och planera undersökningar tillsammans med läraren. Den kommunikationsorienterade traditionen i delstudie två omfattar undervisningstillfällen där elever och lärare planerar undersökningar tillsammans. Sådana tillfällen kan erbjuda elever och lärare tillfällen att även tala om bakomliggande begrepp som hypotes och frågeställning.

Ett exempel

I en studie av Lager-Nyqvist, Wickman, Lundegård, Lederman och Lederman (2011) undersöktes elevers förmåga att formulera frågeställningar som var möjliga att undersöka. Eleverna arbetade på så sätt utifrån en mer öppen form av undersökning (Schwab, 1962) samtidigt som problemet var givet. Eleverna i studien fick en så kallad *concept cartoon*, vilket visade en bild på en snögubbe och på tre barn som gjorde förutsägelser om vad de trodde skulle hända om de satte en jacka på snögubben. Uppgiften innebar att eleverna skulle undersöka vilken av tre föreslagna förutsägelser som var rätt. Eleverna ombads först att formulera en frågeställning skriftligt. Därefter ombads eleverna att genomföra undersökningen. Studien visade att det fanns en skillnad i vad eleverna kunde uttrycka begreppsligt och vad de kunde genomföra i handling. Flera elever hade problem med att skriva ner frågeställningen men vid planeringen genomfördes den i nästan samtliga fall utifrån en testbar fråga.

Utifrån ovanstående studie syns behov av att elever får tala om och formulera bakomliggande begrepp så som frågeställning. Studien visar också exempel på hur elever skulle kunna introduceras i diskussioner och reflektion om metodologiska begrepp och på så sätt också relatera sitt görande till naturvetenskapligt innehåll (Duschl, 2008; Skolverket, 2004). Genom att med hjälp av närliggande och övergripande syften analysera den undervisningen som ovanstående studie undersöker, vill jag beskriva hur en kontinuitet kan skapas mellan elevers begreppsliga uttryck och deras genomförande i handling.

I ovanstående exempel finns två övergripande syften: dels att eleverna formulerar undersökningsbara frågeställningar, dels att de lär sig om energi och energiflöde. Det finns också minst två närliggande syften, nämligen att de skriftligt formulerar en undersökningsbar frågeställning samt planerar och genomför en undersökning. Det finns här möjligheter att skapa kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften. Även om det inte var avsikten i ovanstående studie, så är det normalt en viktig del av undervisningen. I detta fall skulle en sådan kontinuitet kunna skapas genom att elever och lärare samtalar om de frågeställningar som eleverna formulerar och vilka av dessa frågeställningar som är undersökningsbara. Även efter att eleverna genomfört undersökningen finns möjlighet att återvända till frågeställningen för att

diskutera dess relation till själva undersökningen och hur frågeställningen kan förändras för att tydligare beskriva undersökningen.

Författarna till ovannämnda studie, Lager-Nyqvist, Wickman, Lundegård, Lederman och Lederman (2011), menar att det finns behov av att elever även lär sig ett analytiskt språk. Genom att planera undervisningen med hjälp av organiserande syften finns möjlighet att forma undervisning som erbjuder elever möten, som bidrar till att de når mål om att kunna genomföra och att tala om naturvetenskapliga metoder.

Att lära sig om naturvetenskapens karaktär

Att elever lär sig om naturvetenskapens karaktär omfattar kunskaper om naturvetenskaplig epistemologi och gränser för naturvetenskapens kunskaps-språk. Det råder dock inte någon fullständig konsensus bland forskare om vilka delmål som naturvetenskapens karaktär inkluderar. Däremot finns en accepterad nivå av generalitet, som är godtagbar för grundskolan (Lederman & Lederman, 2011). Dessa delmål är till exempel att naturvetenskaplig kunskap är preliminär, empiriskt grundad, subjektiv, beroende av mänsklig slutledningsförmåga samt att den finns i sociala och kulturella sammanhang. Delmålen är föreslagna av flera forskare (Lederman, 1998; McComas, 1998; Osborn, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003) och i delstudie ett analyserade jag läroplanerna med hjälp av ovanstående delmål, eftersom det råder viss konsensus om deras relevans gentemot grundskolan.

Delmålen om naturvetenskapens karaktär är dock relativt osynliga i avhandlingens övriga tre delstudier. Det kan naturligtvis bero på delstudiernas upp-lägg och metoder men indikerar ändå att detta område inte är en utpräglad eller en tydlig del inom NO-undervisningen för grundskolans tidigare års-kurser. Att dessa mål i regel inte är tydliga i naturvetenskaplig undervisning har visats också i tidigare studier (jfr Gericke & Hagberg, 2007; Lederman & Lederman, 2011; Lundin, 2007).

Av ovanstående delmål berörs flera i delstudie två, även om ingen tradition explicit betonar dem. Det är till exempel ingen av de selektiva traditionerna som betonar att naturvetenskapliga förklaringar grundas i empiri även om eleverna arbetar undersökande. Inte heller betonar någon av traditionerna frågan om hur säker naturvetenskaplig kunskap är i olika sammanhang. Den faktaorienterade traditionen beskriver snarare en motsatt syn, genom att betona betydelsen av att eleverna noggrant följer instruktioner för att komma fram till de rätta svaren. Ett sådant synsätt kan implicit medföra att naturvetenskaplig empiri betraktas som oföränderlig och som objektiva sanningar, vilka går att upptäcka i skolan genom att korrekt följa instruktioner (White,

1996). Eftersom synsättet är implicit är det lätt att det får vara oemotsagt och att ingen diskuterar hur säkra naturvetenskapliga kunskaper är i olika sammanhang (jfr Wickman & Persson, 2009).

Delstudie ett visar också att de tre temana, 1) naturvetenskapens beroende av subjektivitet, 2) mänsklig slutledningsförmåga, fantasi och kreativitet samt 3) att de återfinns i sociala och kulturella sammanhang, förstärks i läroplanerna med tiden. I intervjuerna med lärarna är dessa tre mål inte synliga. I delstudie två talar flera lärare om betydelsen av att använda kreativitet och fantasi, men detta sker enbart i sammanhang där eleverna erbjuds en utvidgning av praktiska moment. Att kreativitet i undervisningssammanhang främst förknippas med praktiskt arbete och teknisk design har även uppmärksamrats i tidigare studier (Newton & Newton, 2010).

Forskning om undervisning och lärande av naturvetenskapens karaktär (NOS) visar att elever inte lär sig implicita mål inom området naturvetenskapens karaktär när de arbetar undersökande (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). För att elever ska lära sig om naturvetenskapens karaktär behöver de explicit erbjudas undervisning om dessa mål (Lederman & Lederman, 2011). En viktig förutsättning för om naturvetenskapens karaktär introduceras i undervisningen är lärares syn på denna och hur den kan implementeras i undervisningen. Det räcker inte med att lärare har kunskaper om naturvetenskapens karaktär, utan andra faktorer, som till exempel att lärarna kände sig obekväma med sin egen förståelse av NOS, avsaknad av resurser och erfarenhet av att undervisa om NOS, påverkar om lärare implementerar NOS i undervisningen eller inte (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998).

Ett exempel

Jag vill även här ge ett exempel på hur naturvetenskapens karaktär kan introduceras i grundskolans tidigare årskurser med hjälp av organiserande syften. Om det övergripande syftet är hur naturvetenskapen delvis är beroende av mänsklig slutledningsförmåga, fantasi och kreativitet, kan eleverna introduceras i området genom närliggande syften, till exempel aktiviteter där de har möjlighet att använda kreativitet och fantasi i sammanhang för att tolka empiri. Exempel på sådana aktiviteter för yngre elever föreslås av Bell (2008) och av Lederman, Lederman och Bell (2004). De föreslår en aktivitet där fossil används som empiri och där elever kan använda kreativitet och fantasi för att diskutera hur dessa organismer kan ha sett ut och levt. Denna aktivitet eller närliggande syfte behöver därefter göras kontinuerlig med det övergripande syftet, hur naturvetenskapen delvis är beroende av mänsklig slutledningsförmåga, kreativitet och fantasi. Detta kan vara ett sätt att låta yngre elever få erfarenheter av delmål inom naturvetenskapens karaktär. Detta gör samtidigt att undervisningen explicit behandlar naturvetenskapens

karaktär, vilket alltså är viktigt för att eleverna ska lära sig mål inom detta område (Lederman, 1998).

Att lära sig naturvetenskapliga förklaringar

Att elever lär sig om naturvetenskapliga förklaringar genom att laborera eller arbeta undersökande har ifrågasatts, eftersom det är en komplex process att utveckla naturvetenskapliga förklaringar från praktiskt arbete (Wellington, 1998). De undersökningar eller laborationer som eleverna genomför ger sällan en sådan omedelbar förståelse av ett naturvetenskapligt begrepp eller fenomen. Gunnarsson (2008) diskuterar problematiken och beskriver att laborationerna betraktas som teorineutrala och att en förståelse av det studerade fenomenet därmed förväntas vara uppenbart för eleverna (jfr Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002a). I likhet med tidigare studier synliggörs i avhandlingens delstudie tre att problematiken fortfarande är aktuell och även gäller för grundskolans yngre åldrar. För att eleverna i delstudie tre ska kunna dra slutsatser om hur friktion påverkar rörelse behöver de, i likhet med vad som beskrivits i tidigare studier, hjälp med att se vad i deras undersökning som är relevant eller inte i förhållande till rörelse och friktion.

För att kunna urskilja vad som är relevant behövs kunskaper om den bakomliggande teorin, vilken i delstudie tre handlar om hur friktion inverkar på rörelse. Detta är samtidigt det övergripande syftet, vilket eleverna också ska lära sig. Eleverna har alltså oftast liten vetskap om teorin i förhand. Utan teorin är det svårt för elever att dra slutsatser, till exempel om friktionens betydelse för hur ett leksaksfordon färdas med eller utan däck, även om eleverna gör observationer. Elever behöver stöd och handledning av en mer kompetent person, till exempel läraren, för att de ska kunna nå relevanta slutsatser (jfr Högström, 2009; Wickman & Östman, 2002a). De selektiva traditionerna, faktaorienterade och samarbetsorienterade, som framkom i delstudie två och som mer betonar elevers självständiga arbete som en bra kvalitet i undervisningen, kan därmed vara problematiska om det självständiga arbetet innebär att eleverna ska nå slutsatser på egen hand. Inom traditionerna betraktar också lärarna arbetssättet som svårt för eleverna, eftersom de till exempel har problem med att reflektera självständigt eller inte alltid kommer fram till de förväntade resultaten. Traditionerna uttrycker dock problematiken som orsakad av eleverna snarare än av undervisningsmetoden. Det finns här ett tydligt behov av fortsatta diskussioner om konsekvenserna av undervisning där elever antas kunna nå kunskaper om naturvetenskapliga förklaringar utan hjälp av läraren.

Att formulera relevanta förutsägelser och att göra relevanta observationer

Förutom att det är svårt för elever att dra slutsatser utifrån resultat visar delstudie tre och fyra att det inte alltid är självklart för elever vad de ska göra förutsägelser om eller vad som ska observeras (jfr Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002a). För att elever ska kunna formulera relevanta förutsägelser eller göra relevanta observationer behöver de kunna handla utifrån förväntade konsekvenser, det vill säga dessa behöver fungera som mål i sikte för eleverna. I delstudie fyra är eleverna ombedda att gissa vad som händer när läraren rör om i ett glas med vatten och några droppar lim. Även om eleverna nyligen själva droppat lim i vatten, är det inte självklart vad som är en relevant händelse i förhållande till lärarens syfte. Eftersom eleverna inte vet att lärarens syfte är att diskutera löslighet, gissar eleverna utifrån andra erfarenheter, till exempel att det bildas skum. I delstudien beskrivs hur läraren hjälper eleverna med att gissa utifrån hans syfte genom att ställa nya frågor som tydligare ringar in syftet. *Tror ni att limklumparna kommer att försvinna?* Därmed får eleverna kunskap om förväntade konsekvenser och därmed kan de utifrån sammanhanget göra relevanta förutsägelser och observationer.

I delstudie två beskrivs också att eleverna ska jämföra sina gissningar med det avsedda undersökningsresultatet för att se om de gissat rätt eller fel. I likhet med det Gyllenpalm, Wickman och Holmgren (2010) kallar för hypotesskräck, beskriver lärarna i delstudie två att eleverna är rädda för att gissa fel och att de knappt vågar gissa överhuvudtaget. Därmed poängterar samtliga traditioner betydelsen av att elevernas förutsägelser eller gissningar får vara fel eftersom det bara är gissningar. Så kan kanske vara fallet, men för att en progression ska vara möjlig behöver det eleverna gör förutsägelser om vara knutet till syftet. Elever behöver kunna formulera förutsägelser utifrån aktivitetens syfte och på ett sådant sätt att det hjälper dem att fortsätta med aktiviteten. När närliggande syften fungerar som mål i sikte har eleverna möjlighet att handla utifrån förväntade konsekvenser. För att lyckas med detta behöver dessa yngre elever få hjälp av en lärare och av kunskap om aktivitetens syfte. Att ha kunskap om förhållandet mellan våra handlingar och förväntade konsekvenser medger att vi kan planera och styra våra handlingar och deras konsekvenser (Biesta & Burbules, 2003). För att en lärandeprocess utifrån syftet ska kunna ske behöver elevernas förutsägelser och observationer vara kontinuerliga med syftet. De senare läroplanernas betoning av att eleverna är delaktiga i formuleringen av frågeställning och planering kan här ses som en hjälp att göra eleverna medvetna om förväntade konsekvenser av undersökningen. Elever som har kunskaper om frågeställningen och planerat undersökningen kan därmed ha större möjlighet att formulera relevanta förutsägelser.

Naturvetenskapliga begrepp

Eleverna behöver också få möta naturvetenskapliga begrepp och ges möjligheter att använda dessa. Enligt Lemke (1990) behöver elever få tala om naturvetenskapliga fenomen med ett naturvetenskapligt språkbruk. Hur detta organiseras kan och bör naturligtvis se olika ut. Hubber, Tytler och Haslam (2010) beskriver hur en undervisning om kraft kan struktureras och organiseras. Läraren använder pilar som semiotisk resurs för att hjälpa eleverna att förstå hur kraft påverkar objekt. Studien analyserades i ett senare sammanhang med hjälp av organiserande syften och därmed synliggjordes hur de närliggande och övergripande syftena gjordes kontinuerliga med varandra (Tytler, m.fl. 2011). Till exempel introduceras kraft med hjälp av att eleverna formar lerklumpar för att de därefter med hjälp av sitt vardagliga språk beskrev hur de behandlat leran. Eleverna använder ord som *klämt*, *tryckt* och så vidare. Dessa ord systematiseras därefter utifrån mer generaliserande begrepp som *skjuta (push)* och *dra (pull)* i tabeller på tavlan. Därefter följer fler närliggande syften som görs kontinuerliga med varandra och med det övergripande syftet (Tytler, m.fl. 2011). Detta är viktigt för att en lärandeproggression angående naturvetenskapligt språkbruk ska kunna erbjudas eleverna.

I delstudie fyra exemplifierar jag också hur mer vardagliga ord och uttryck som *mjuk* och *limmet går ihop med vattnet* görs kontinuerliga med mer naturvetenskapliga begrepp. Läraren hjälper eleverna genom att systematisera mjuk som en form av hårdhet och *limmet går ihop med vattnet* görs kontinuerligt med begrepp som *förenar sig*, *blandar*, *löser* och *löser sig*. Lärarna har här en väsentlig roll. På detta sätt knyts och relateras elevers ”görande” vid undersökande arbetssätt till ett naturvetenskapligt innehåll (Duschl, 2008; Skolverket, 2004).

Andra studier rörande klassamtal mellan lärare och yngre elever visar att lärarna ibland använder samma begrepp som eleverna och därmed i likhet med delstudie tre inte erbjuder eleverna ett mer naturvetenskapligt språkbruk. Vid andra tillfällen använder lärarna naturvetenskapligt språkbruk utan att knyta det till elevernas språk (Berg, Löfgren & Eriksson, 2007). Därmed finns även här ett behov av att utveckla undervisning där elevers begrepp görs kontinuerliga med ett naturvetenskapligt språkbruk.

Undervisning som en social process

Utifrån de exempel som jag hittills beskrivit vill jag ytterligare betona betydelsen av samtal mellan lärare och elever som en viktig del av undervisningen (jfr Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003) och av det praktiska eller undersökande arbetet. Att elever kommer vidare i en aktivitet med hjälp av

en mer erfaren person beskrivs av Vygotsky (1978) som *the zone of proximal development* (ZPD), vilket också har betydelse för kopplingen mellan elevers görande och hur det relateras till naturvetenskapligt innehåll. Därmed vill jag diskutera vad delstudierna uppmärksammat att lärare särskilt behöver observera och lyfta fram i klassrumsdiskussioner för att en progression ska kunna ske. I delstudie tre och fyra är det uppenbart att det är i mötet med elever och med närliggande och övergripande syften som läraren gör skillnad och kan skapa kontinuitet och lärandeprecision.

I delstudie tre och fyra har jag studerat lärandeprecision som de möjliga vägar som skapar en brygga mellan utgångspunkt och önskad slutpunkt (National Research Council, 2007). I delstudierna har jag valt att använda närliggande syften som utgångspunkter och övergripande syften som slutpunkter. I delstudierna syns att det inte automatiskt skapas en brygga mellan närliggande och övergripande syften. Klassrumsdiskussionen i delstudie tre handlar främst om det närliggande syftet och att det inte knyts till det övergripande syftet. I detta exempel talar elever och lärare främst om det närliggande syftet, varför vi har däck på våra bilar, medan det övergripande syftet, om hur friktion inverkar på rörelse, inte nämns i diskussionen. Därmed skapas inte heller någon brygga mellan betydelsen av däck på våra bilar och friktions inverkan på rörelse. Studien visar därmed på betydelsen av att lärare är medvetna om organiserande syften och har en plan för hur de kan skapa kontinuitet mellan dem tillsammans med eleverna.

Lärare behöver också hjälpa elever så att närliggande syften fungerar som mål i sikte, till exempel vad som är relevant att formulera förutsägelser om eller att observera. Vidare behöver lärare hjälpa elever att skapa kontinuitet mellan närliggande syften och övergripande syften genom att organisera och diskutera vad i elevernas observationer eller resultat som är relevant i förhållande till det övergripande syftet. Slutligen behöver lärare organisera och skapa kontinuitet mellan elevernas språk och ett mer naturvetenskapligt språkbruk. Wickman (under tryckning) relaterar en sådan organisation till Deweys empiriska metod och beskriver tre steg: 1) det närliggande syftet behöver fungera som mål i sikte så att elever och lärare kan tala om relevanta erfarenheter, 2) vad som är relevant eller inte utifrån de närliggande syftena i förhållande till det övergripande syftet behöver urskiljas och 3) elevernas språkbruk behöver därefter relateras till dessa urskiljningar. Att analysera klassrumssamtal med hjälp av organiserande syften tydliggör om och hur dessa syften görs kontinuerliga i samtalet.

I delstudie två beskrivs inom den aktivitetsorienterade traditionen att lärarna minskar ner eller hoppar över klassdiskussioner eftersom eleverna tröttnar. Detta kan tolkas som ett uttryck för att lärare behöver hjälp med att strukturera klassamtal så att de är meningsfulla för eleverna. Kanske visar det också på behovet av att elever och lärare talar om närliggande syften och att dessa

syften fungerar som mål i sikte så att eleverna kan delta med sina erfarenheter och sitt språk. Det kan även vara ett uttryck för lärares osäkerhet i ämneskunskaper och att detta påverkar deras sätt att kommunicera med eleverna.

Det finns naturligtvis även andra skäl till att fördjupa förståelsen av undervisning som en social process. I delstudie ett finns en förskjutning av det kritiska förhållningssättet från elevernas egna undersökningar till att omfatta naturvetenskapen i allmänhet. Att lära sig naturvetenskap har beskrivits av Lemke (1990) som att det omfattar att lära sig ett naturvetenskapligt språkbruk, men också att elever erbjuds möjlighet att argumentera för sina värderingar. Detta kan vara viktigt även för yngre årskurser och har betydelse för skolans uppdrag att fostra elever till ansvarsfulla medborgare (Kolstø, 2001). Elevernas åsikter och värderingar behöver därmed få ta plats och tid i anspråk. Mötet behöver inkludera elevernas erfarenheter och frågor för att innehållet inte ska begränsas till enbart *basfakta* (Arvola Orlander, 2011).

Undersökande arbete som en gemensam erfarenhet

I delstudie tre och fyra syns också betydelsen av att elever och lärare har gemensamma erfarenheter. Elevernas möjlighet att till exempel undersöka skillnaden mellan hur ett leksaksfordon färdas med eller utan däck har betydelse för klassdiskussion. Genom det närliggande syftet får elever och lärare gemensamma erfarenheter av till exempel hur leksaksfordonets rörelse påverkas av om fälgen har däck eller inte. Elever erbjuds därmed också möjlighet att vara delaktiga och tillfälle att tala om rörelse och friktion med sitt vardagliga språk. För lärare erbjuder närliggande syften en med eleverna gemensam utgångspunkt för att skapa en brygga till det övergripande syftet. Elever behöver få tid och möjlighet att diskutera och reflektera tillsammans med lärare, vilket är ovanligt vid praktiskt och undersökande arbete, eftersom eleverna vanligen är engagerade i de praktiska aktiviteterna, men får små möjligheter att diskutera deras resultat och erfarenheter (Watson, Swain & McRobbie, 2004).

Estetik som en kvalité i undervisningen

Estetik förknippas vanligen med konst men kan också knytas till känslor som gillande eller ogillande och till smak, till exempel vad som är vackert eller fult (Wickman, 2006). Estetik har tidigare beskrivits som en viktig del av naturvetenskap (jfr Lemke, 2001). Empiriska studier visar också att estetik har betydelse för att förstå naturvetenskap och för intresse och deltagande i naturvetenskapliga aktiviteter (jfr Jakobsson, 2008; Wickman, 2006).

Estetik som kvalité för deltagande i undervisningen

I delstudie två framkommer att estetiska kvalitéer anses ha en särskild betydelse i NO-undervisningen. Av fyra selektiva traditioner betonar tre av dem, den aktivitetsoorienterade, den samarbetsorienterade och den kommunikationsorienterade, att estetiska kvalitéer har betydelse för att eleverna ska ta sig vidare i aktiviteten. Jag tolkar det som att om aktiviteten inte upplevs som estetiskt positiv av eleverna, tar de sig inte vidare. Estetiken kan därmed beskrivas som kontinuerlig med NO-undervisning och undersökande arbets sättet genom att estetiska upplevelser påverkar eleverna så att de antingen tar sig vidare eller inte i aktiviteten. Estetiska kvalitéer i undervisningen beskrivs av lärarna utifrån elevernas känslor och som något som undervisningen sätter i rörelse. Här beskrivs känslor som till exempel glädje, spänning och intresse, men också känslor som tråkighet och trötthet. Känslor som glädje, spänning och intresse är något som traditionerna beskriver som positivt i undervisningen och som inkluderas i denna. Flera lärare beskriver att de förändrar undervisningen för att eleverna ska få uppleva dessa känslor. Andra känslor, som tråkighet och trötthet, beskrivs som negativa känslor och som något lärarna försöker undvika. Konsekvenserna beskrivs av lärarna i dessa traditioner som att elevernas känslor har betydelse för deras val av undervisningsinnehåll och arbetssätt.

I delstudie två motiverar lärarna också betydelsen av estetik med att de vill att NO ska vara roligt och att de vill väcka intresse för naturvetenskap. Några lärare nämner också att elevers positiva känslor ger lärarna positiv feedback. Flera tidigare studier visar att ett vanligt mål bland lärare är att NO-undervisningen ska vara rolig och väcka intresse (jfr Högström, 2009; Jenkins, 2007; Wellington, 1998). Att väcka intresse eller att undervisningen ska vara rolig som mål för laborationer är dock ifrågasatt. White (1996) argumenterar för att laborationer inte är den bästa metoden att göra naturvetenskap rolig eller intressant. Samtidigt menar White (1996) att han liksom många andra tycker om att arbeta laborativt, även om han arbetar utifrån andra mer vetenskapliga syften.

Konkurrens mellan olika mål

Den aktivitetsoorienterade traditionen i delstudie två har en betoning på att elever ska tycka att det är roligt med naturvetenskap och om resultatet inte blir rätt spelar mindre roll. Därmed uttrycks ett förhållningssätt som jag tolkar som att det är viktigare att eleverna har roligt än att de får en undervisning om naturvetenskapliga förklaringar. Traditionens förhållningssätt kan liknas vid Berg, Löfgren och Erikssons (2007) studie där kemiinnehållet skymdes på grund av lärarens strävan mot att skapa intresse för naturvetenskap. Berg, Löfgren och Eriksson (2007) beskriver att undervisning där lärare först vill väcka elevers intresse för naturvetenskap och därefter erbjuda

eleverna ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll samtidigt med att läraren tar ett steg tillbaka riskerar att betona enbart intresset. Därmed betonas ytterligare betydelsen av att elevernas görande behöver relateras till mer naturvetenskapliga sammanhang.

Estetik som ett sätt att erfara

Andra studier visar hur estetiska erfaren den är kontinuerliga med lärande av naturvetenskapliga förklaringar, estetik och normer (Jakobson & Wickman, 2008; Wickman, 2006). Ett estetiskt erfalande kan här beskrivas med hjälp av Deweys (1934/1980) begrepp *aesthetic experience* som estetiska, praktiska, emotionella och intellektuella aspekter samtidigt. Wickman (2006) beskriver en studie där universitetsstudenter använde estetiska värdeomdömen för att beskriva vad som var relevant eller irrelevant i sammanhanget. Därmed fanns en relation mellan studenternas estetiska erfaren den och vad studenterna kunde lära sig (Wickman, 2006). I avhandlingens delstudie fyra samtalar en lärare och några elever om vattendroppar på ett vaxat papper, vattendropparna beskrivs till exempel som jättefina, snygga och perfekta. Dessa estetiska uttryck hjälper eleverna att avgöra vad de ska observera och beskriva, även om det inte hjälper dem med hur de ska beskriva vattendropparna. På så sätt är elevernas och lärarnas estetiska erfalande närvarande i aktiviteten och sammanbundna med vad eleverna erbjuds att lära sig.

Estetik som ett uttrycksmedel och en färdighet

Flera av lärarna i delstudie två beskriver hur de väljer att lägga till eller uppmana eleverna att arbeta med till exempel fantasi och kreativitet, dels för att utveckla förmågor inom estetik, dels för att det finns en relation till att det gör arbetet roligare. Forskning visar att det finns ett behov av att NO-undervisningen använder olika representationsformer, till exempel bild, drama och språk. Ødegaard (2007), som studerat drama i naturvetenskaplig undervisning, talar om flera fördelar med kreativa konstformer i undervisningen. Förutom att dessa ger en variation kan de till exempel komplettera elevernas erfarenheter och kombinera kreativ naturvetenskap och filosofiska frågor om kunskap. Det kan därmed vara positivt att eleverna får delta i undervisningsformer som erbjuder dem att medverka i olika naturvetenskapliga praktiker och som samtidigt engagerar och skapar intresse för naturvetenskap.

Fortsatt forskning

Trots att det finns gott om studier om undersökande arbetssätt visar denna avhandling på behovet av fortsatt forskning mot yngre elevers arbete med

undersökande arbete. De metoder och kategoriseringar som utarbetats här är resultatet av enskilda studier. Nya studier kan visa att dessa kategorier kan behöva utökas eller revideras. Väsentligast för denna avhandling är dock i vilken grad funna förskjutningar och traditioner samt organiserande syften kan bli användbara för lärare för att skapa en mer genomtänkt och målmedveten undervisning. Fortsatt forskning får utvisa hur de bäst kan fungera som stöd på detta sätt.

Betoningen av att NO-undervisningen i grundskolans ska vara relevant för alla elever som medborgare är en viktig aspekt av undervisningen för de yngre åldrarna (Lederman & Lederman, 2011; Roberts, 2007). Vad som därmed kan anses vara relevant att yngre elever lär sig i naturvetenskap behöver lyftas fram och diskuteras. En viktig del av den undervisning som internationellt anses vara relevant för alla elever är bland annat att elever lär sig använda naturvetenskapliga metoder (Lederman & Lederman, 2011; Roberts, 2007; Wickman & Persson, 2009). De senare läroplanerna uttrycker också mål som inkluderar att eleverna är delaktiga i vad undersökningar ska handla om och hur de ska genomföras. Detta innebär en ökad betoning på akademiska begrepp angående naturvetenskapliga undersökningar. Traditionerna i delstudie två betonar dock inte detta. Hur denna diskrepans ska kunna bli mindre behöver studeras ytterligare om läroplanernas mål ska tas på allvar. De organiserande syften som jag presenterar i delstudie tre och fyra kan i sammanhanget vara ett verktyg, men detta behöver studeras och utvecklas vidare. Därmed finns behov av forskning och utveckling genom vidare studier där forskare och lärare tillsammans utformar en heuristik för undervisning med hjälp av närliggande och övergripande syften och hur dessa kan göras kontinuerliga. Ett särskilt fokus behöver här även riktas mot hur elevernas vardagliga termer kan knytas till mer naturvetenskapliga begrepp. Ett viktigt moment som jag med denna avhandling vill påtala är också betydelsen av att närliggande syften fungerar som mål i sikte för eleverna. Vid undersökande arbete gäller detta särskilt när eleverna formulerar förutsägelser, observerar och drar slutsatser. Slutligen finns behov av att ytterligare studera hur lärandeprecision ser ut och hur lärare skapar precision för de yngre åldrarna mellan olika moment, terminer och årskurser.

English summary

Inquiry practice in primary school

This thesis deals with the use of the inquiry-based approach in the primary school and presents findings on what goals and purposes are created in contexts such as curricula, teaching, in the classroom, teachers' conversation on teaching involving an inquiry approach. Using these results I describe tools that teachers can use to support students when using an inquiry-based approach. Therefore the aim of this thesis can be described as descriptive and methodological. The tools may aid reflection, analysis and development of teaching and work as a method to shape heuristics for teachers striving to support students of science. The four studies of the second part of the thesis have been developed as fundamentals for answering the research questions of the thesis:

What goals and purposes are created in different contexts such as curricula, teaching, in the classroom, teachers' conversation on teaching involving an inquiry-based approach?

In what way may these goals and purposes be made continuous in the teaching?

Teaching scientific inquiry is an important part of the teaching in primary school and an essential part of scientific literacy (Roberts, 2007). Scientific literacy refers to a teaching with relevance for all students in their capacity as citizens, even if they in the future will not make a career in science (Lederman & Lederman, 2011). Thus a relevant teaching of science, apart from knowledge on terms and explanations, must give the students capabilities to use scientific methods and knowledge of how results can vary depending on the context in which an inquiry was performed (Wickman & Persson, 2009). Common goals regarding the teaching of science in school are for students to learn skills and about scientific inquiry as well as the nature of science. In primary school it is not unusual that the goal scientific inquiry is emphasized (Lederman & Lederman, 2011). When students study through an inquiry-based approach, teachers often have additional or other goals. These may, for example, be that the students by studying through inquiry will learn sci-

entific terms, explanations or that the activity will make the students curious and interested in science (Högström, 2009).

It has been shown, however, that students do not automatically reach these more general goals when studying through an inquiry (Lemke, 1990; Säljö & Bergqvist, 1997; Wickman & Östman, 2002). Here teachers have a significant task to create continuity between the students' experimenting or inquiring and the goal of the lesson. Students also must improve their scientific language together with teachers. Therefore dialogues in class have an important function because students and teachers need to reflect together on the results of the work (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). The purpose of this thesis is therefore to develop tools for teachers to support students when using an inquiry-based approach. The intention is to find different tools that may help teachers to create continuity between students' work and the goal of the lesson. Below the theoretical approaches that are the starting point for the choice of method for the studies are accounted for.

Theoretical framework

The thesis has a pragmatic and socio-cultural perspective. As Dewey (1938/1997) expressed, an important aspect is learning as reorganizing earlier habits or framing new habits. Learning is therefore seen as emanating from encounters with other people where words and actions create meaning and where earlier experiences are revalued in new encounters. Earlier encounters are used together with other people to create new knowledge when encountering the goal and the material. Dewey claims that both interaction and continuity are fundamental principles needed in order for experience to develop. That something is done continually can be described by Dewey's (1938/1997) empirical method; earlier experiences are reconstructed and transformed in new situations.

Even if learning for the future is continually at work, you must focus on the present in the activity at hand, not on expectations on future demands. Thus the content should have meaning in the present and not be seen as a tool to be used later in life. There is however not an either-or-relation between the two—the present affects the future (Dewey, 1938/1997). Teaching needs to offer occasions for creating meaning that is relevant in the present and at the same time develops repertoires for actions in future encounters.

Meaning implies to continue with an activity in a fruitful way with regards to its purposes according to the later Wittgenstein's (1953/1992) thoughts on language games and Dewey's ideas on experience and education. Activities are always contextual, and since no one context is exactly like another, pre-

vious experiences cannot be directly applied. They need to be reorganized in order for us to create new meaning in relation to the new context.

The teaching also needs to be designed to enable learning progression. The National Research Council (2007) define learning progressions as the ways "by which children can bridge their starting point and the desired endpoint" (NRC, 2007, s 214). In this thesis I use the more open definition and the plural of learning progressions, which means that no assumptions are made about how the learning progressions takes place. I also do not assume that there is only one right way to achieve learning progression. In studies three and four I have studied how teachers and students create learning progressions through connecting the starting point to the desired endpoint. The learning progressions are analyzed with the help of organizing purposes. The purposes can be described as helping the students to steer their actions in a certain direction—to deal with an issue in a purposive way. This is a relatively new way of studying progressions and the way they develop in the classrooms (Wickman & Ligozat, 2011).

Organizing purposes are grouped as ultimate purposes and proximate purposes. An ultimate purpose may be described as teachers' or curriculum's scientific purpose that is to be taught. Such an ultimate purpose may be difficult for students to talk about from general contexts without experience and knowledge of the meaning of the terms. Ultimate purposes therefore usually are introduced in schools by the aid of proximate purposes. Proximate purposes mean the more student-centered purposes that allow the students to relate to their own experiences and to use their language. Proximate purposes working in such a way are described by Dewey (1938/1997) as ends-in-view, meaning that the students see the goal of the activity. In this thesis I have studied teaching progressions by analyzing how teachers and students create ways to make possible continuity between proximate and ultimate purposes. For progression to happen students need to be involved in the ultimate purpose of the teaching. Therefore teachers need to be aware of and create continuity between proximate and ultimate purposes together with the students, in the activities and encounters of the teaching.

In the second study I have chosen to study the contents and methods of the teaching by studying the selective traditions that appeared in teachers' accounts of their own teaching. This process, where the traditions of a culture operate is always selective in such a way that certain meanings and practices are emphasized, while others are excluded (Williams, 1973). The traditions may be seen as collective habits (Dewey, 1922/2005) that for example are found within school's culture. Earlier studies show that various educational traditions also have specific approaches towards knowledge and educational methods (Williams, 1973; Englund, 1986; Fensham, 1988; Öhman, 2004;

Östman, 1995). These traditions therefore describe what is considered a good teaching method for students within the culture. To be able to reflect on and develop teaching with an inquiry-based approach, teachers must become aware of the habits and traditions within their own school culture.

Data Collection

In the thesis I have chosen to study the inquiry-based approach in the primary school. Currently the school development program, Science and Technology for All (NTA), has an important role for the teaching of science for younger students. Thus I have chosen to study teachers' work with NTA and an inquiry-based approach in the primary school.

Selection and collection of data for the thesis have been conducted in several ways. For study one, five curricula were selected together with their syllabuses (Lgr 62, Lgr 69, Lgr 80, Lpo 94 & Lgr 11). These curricula were chosen because several teachers spoke of or referred to four of these during the collection of data for the other three studies. I chose the fifth curriculum, Lgr 11, because at the time of the study it was newly published. For study two data were collected by interviewing twenty teachers on 13 occasions. The teachers chosen for the study had participated in at least two of the unit courses provided by the NTA. Thus all teachers participating in the interviews had experience of at least two units provided by NTA. Some teachers were interviewed separately while others were interviewed as a group. The reason for the group interviews was that these teachers were actively cooperating on a joint unit. The interviews were semi-structured and lasted about 60 minutes.

For studies three and four classroom observations were conducted. The first selection of schools, teachers and classes was unsystematic. Then the headmasters of these schools were contacted to ascertain if their schools worked with the NTA. Based on this information the teachers planning to work with NTA were contacted. The classroom observations then were conducted with teachers and students having given their consent. These were conducted in six different classes with students from primary school. In total 24 teaching occasions were filmed, each occasion lasted between 90 and 180 minutes and was filmed by two cameras. Special focus was given to the students' inquiry-based approaches to the tasks, the teacher's conversations with groups of students and classroom discussions.

The studies have been done using qualitative methods to highlight and understand different situations. The researcher can be seen as a co-creator of the results by way of choosing the questions, sequences and texts. The purpose of this thesis and the studies, as well as the choice of theoretical starting

points, also influences the study. Regardless of how I as a researcher work, alternative interpretations exist. The aim has been to be explicit on how the studies have been analyzed and interpreted. It is important that the results of the studies are seen as tools for reflection and discussion.

Study one

The purpose of study one was to analyze and compare what five curricula describe that students in compulsory school should learn about science. The study highlighted the goals that are stated in the curricula for science education. The following questions were formulated to study this: What are the students going to learn about performing scientific investigations? What are the students going to learn about the nature of science? And a more overall question: How has the emphasis between and within these two goals shifted over time and changed in the differing curricula?

The curricula texts were analyzed in two steps from what they pass on or do not pass on regarding scientific inquiry. First the texts were analyzed regarding which were their goals regarding scientific inquiry. Secondly the goals were divided into two categories, 1) what students should learn about carrying out scientific inquiries and 2) what students should learn about the nature of science. These two goals are closely related to one another and overlap, it has however, been useful to separate them in the analysis. In the study I examined both regarding which terms were used and which descriptions were made in the texts.

The results highlight several shifts in the goals describing what students are to learn about scientific inquiry. Here a shift is seen from the student being taught by what resembles an inductive method (reaching conclusions by observing) to what resembles a deductive method (to formulate questions, hypothesizes or predictions and compare the results with these) and from an emphasis on carrying out investigations to an emphasis on more conceptual understanding of scientific investigations. From this comes a greater emphasis on academic concepts. Also the critical approach is shifted from having mostly focused on the students' own investigations to encompassing science as a whole. Documentation as a social process is also increasingly emphasized. The Lgr 11 is not as clear on this. The method the students are to learn may to a certain extent yet again be seen as an inductive method (the terms hypothesis and prediction disappear, while the term sources of error is introduced) and the use of academic terminology is reduced. The curriculum also focuses less on reporting of the results as a social process.

All five curricula describe scientific work more or less extensively and there is a shift from conducting scientific investigations only, to also learning

about the nature of science. That science is based on empirical findings is expressed in all curricula and there is a shift from treating this empirical foundation as fact into describing it as something variable. Lgr 11 departs from this trend and speaks anew on scientific knowledge as facts and something that can be separated from values. The dependence of science on subjectivity and social dimensions is also increased over time.

Study two

The second study was an investigation of how teachers work with younger students using an inquiry-based approach in science. The analysis used the following questions: Which selective traditions are found in the teachers' accounts of their own teaching? Which different qualities are emphasized in these traditions? What does the emphasis in the traditions mean for the contents offered to the students?

In study two, teachers were interviewed; these interviews were recorded and transcribed. The interviews then were analyzed in four different steps. In step one the parts of the interviews describing course content and student participation were chosen. In step two the sequences were classified as good or bad based on the ways the teachers described the qualities of their teaching as inclusive or exclusive. In the next step all aesthetic, normative and cognitive expressions were marked. Thus the sequences were classified as aesthetic, normative and cognitive good or bad qualities. In a fourth step the differing qualities have been coded and sorted. From this sorting some recurring patterns appeared and the teachers' accounts were categorized into traditions. This categorization was discussed with the co-writer of the study and at seminars. Thus four selective traditions were identified; these were labeled 1) fact-oriented, 2) activity-oriented, 3) cooperation-oriented and 4) communication-oriented. Lastly was studied how inquiry-based approaches were apparent in the four different selective traditions.

The traditions have partly similar but also differing approaches to inquiry. Common to all four traditions is that an inquiry approach above all is described as a method by which the students are to learn scientific explanations. To some extent is described that the students are to learn skills mostly to formulate predictions or guesses and to conduct investigations by following instructions. Only the communication-oriented tradition describes that the students also work with more open investigations where they are involved for example in planning how the investigations are to be conducted (Schwab, 1962). Three of the traditions (the activity-oriented, the cooperation-oriented and the communication-oriented) also emphasize as an important quality of inquiry-based approaches that they stimulate students and create interest for science. The selective traditions and the qualities were

highlighted in this study and thus making it possible to challenge these traditions and qualities, which otherwise may be taken for granted.

Studies three and four

The purpose of study three was to study how learning progressions can be understood as finding ends-in-view. By studying students' and teachers' actions in the classroom it is possible to visualize how proximate purposes need to function as ends-in view and how they must be made continuous with ultimate purposes. Continuity may be described from Dewey's (1938/1997) empirical method; earlier experiences are reconstructed and transformed in new situations. By something being transformed means how earlier experiences and future activities are changed and made continuous (Wickman, 2006). The study attempts to answer two questions: How are the students' and teachers' language use and experiences made continuous in this classroom? How may organizing purposes be used in order to support this continuity for learning about science? These research questions helped enable us to observe how the use of language and the experiences of the teachers and the students wasn't made continuous in the classrooms discussion. Hence, an analysis with organizing purposes may function as tools for teachers when analyzing, evaluating and planning teaching progressions.

In study four learning progressions are investigated by studying how teachers create continuity between organizing purposes and how it affects the contents the students are offered. To study this, the following questions were formulated: How does the teacher create visible progressions for the students? How can the organizing purposes be used to study and support such progressions? The research questions of the study are here contributing to the description of how teachers create visible progressions for the students and how these examples may be analyzed with the aid of organizing purposes.

Studies three and four emanate from classroom observations where teachers and students converse about their experiences, about the situation at hand. The students work on different assignments within different NTA units. After this the students have conducted small investigations or experiments. In study three for example the students studied how a toy vehicle runs with or without tires on its wheel rims. By studying the films several times certain sequences were singled out and transcribed. The sequences that gave explicit examples of conversations on proximate and/or ultimate purposes were chosen. In study three two conversation sequences were chosen that gave examples on classroom discussions where the proximate purposes function as ends-in-view, but where these were not made continuous with the ultimate purpose. In study four three conversation sequences were singled out show-

ing examples of the need for proximate purposes to function as ends-in-view and how proximate purposes may be made continuous with the ultimate purposes.

In both studies the organizing purposes have been singled out first. The proximate purposes have been identified by studying what happens in the activity, what teachers and students converse about. The ultimate purpose, what the students are to learn, has been identified from the descriptions by teachers and the teachers' guide of the purpose of the teaching, the unit or the assignment. In the studies examples are shown of proximate purposes where teachers and students converse about the investigations of the students. By proximate purposes we mean those more student centered purposes making possible for the students to participate with their experiences and language. The first proximate purpose in study three means that the teacher and the students' converse about why you have tires on cars. The second proximate purpose is about whether the students' vehicles would go on forever if there was no resistance. These examples function as ends-in-view which is apparent since the students that participate in the conversations can make use of their everyday language and their experiences.

However, the results show that nobody separates proximate and ultimate purposes during the conversations. Also no one compares the choice of words of the students with the scientific terms or highlight which words are relevant for the ultimate purpose. Since the scientific terms are not mentioned, the students are not given the opportunity to organize their experiences and use of language accordingly. Thus it is difficult to ascertain to what extent the words friction, resistance and movement may be used by the students. What the students are offered to learn is dependent on whether organizing purposes and use of language are made continuous.

In study four the result shows the importance of the fact that proximate purposes function as ends-in-view. When a proximate purpose does not function as an end-in-view the students do not progress in the activity. The students in study four know that they are supposed to describe the drops of glue, but they do not know what is and what is not relevant in the context. In the conversations no one uses more than general terms like shape and color to systematize the description of how the glue drops look. So the students are not offered to see what the relevant descriptions are from these more generalized terms. Systematizing terms may be important and may help the students understand what is and what is not relevant in the context.

The results show examples of how teachers make proximate purposes continuous with the ultimate purposes. This is first exemplified by how teachers' use of cumulative terms creates continuity. The students have first studied

and ranked 20 objects according to their hardness. In the following classroom discussion the teacher lets the students choose one object and describe how that object felt; the proximate purpose is here to choose an object and describe the feel of it. The student in the example describes that the chosen object feels "soft", which the teacher then systemizes as a form of hardness. The students thereby are offered to learn about hardness from the feel of the objects but also that hardness may be described differently, for example as "soft". Also a progression is made visible, first the students meet objects of various hardness, then they use their everyday language to describe hardness and ultimately they are helped by the teacher to see how "soft" may be systematized as a quality of hardness.

The results also exemplify how the collective use of cumulative terms by teachers and students is creating continuity. On this occasion the students have studied what happens when they drop some fluids into water. The students then reunite, and the teacher and the students' converse about the assignment of the day as the teacher drops the fluids in water. The example makes visible that it is the cumulative term solubility that the teacher has the intention to use to systematize the language used by the students. In the examples the teacher creates continuity between proximate and ultimate purposes on several occasions. The students in the example are offered a progression of the concept of solubility. First the students meet the question whether the glue lumps will disappear or not, then they discuss the color of the water and about what causes the coloring. Lastly the students' language is systematized from the conceptual generalization "dissolves". Some students also try to use the term dissolve in different ways.

Discussion

Study one highlighted how the emphasis between and within the two goals, making investigations and nature of science, over time shifted and changed in the different curricula. Earlier curriculums can be a part of teachers experience and hence influence how new curriculums are interpreted and implemented at school (Muschamp, 2011). Study two emphasized the selective traditions and qualities that were found in teachers' account of their own teaching. These traditions can work as a frame for what counts as a good teaching and in that sense what will be included or excluded in teaching (Englund, 1986; Fensham, 1988; Sund & Wickman, 2008; Williams, 1973; Öhman, 2004; Östman, 1995). In that way studies one and two make visible what in other cases could be taken for granted. Studies three and four describe how analysis with organizing purposes may function as tools for teachers when analyzing, evaluating and planning teaching progression.

Aims and purposes in studies one and two

When comparing study one and study two a difference is apparent between what the students are to learn from studying inquiry and what they are offered to learn. The goals described in study one regarding what students are to learn about scientific investigations and the nature of science are not visible in study two. That students are to learn skills for performing scientific investigations is also sparingly mentioned, for example none of the traditions describe that the students are involved in formulating questions. It is emphasized, though, that students are to make predictions or guesses and follow instructions to reach a predetermined result. Only one of the selective traditions describes that the students are involved in planning investigations. The method the students are to learn may be seen as a mix of an inductive and a hypothetic deductive method. The students make predictions but they follow instructions to reach conclusions by help of their observations. This is not an unusual way of teaching (Andrée, 2007; Gunnarsson, 2008; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). The goals about the nature of science are also not obvious in study two, which is also rather usual in compulsory school (Gericke & Hagberg, 2006; Lederman & Lederman, 2011; Lundin, 2007). Study two shows that the students foremost shall learn scientific explanations by carrying out inquiry. This teaching strategy is rather difficult for students because the students' investigations rarely give such immediate explanations (Gunnarsson, 2008; Säljö & Bergqvist 1997; Wickman & Östman, 2002a). For the students following instructions to reach a predetermined answer these scientific explanations appear as objective truths rather than something changeable (White, 1996).

The curricula also show an increased emphasis on the work of the students and the teachers to reach and critically review conclusions as well as a focus on the social process. That students can move on in their activities together with a more experience person could be seen in the view of Vygotsky's zone of proximal development (Vygotsky, 1978). This approach is not visible in all traditions. The communication-oriented tradition is the one emphasizing the importance of students and teachers discussing the results together. The cooperation-oriented tradition rather describes a method where it is seen as good if the students do not need help from the teacher. The activity-oriented tradition expresses that is not so important if the investigations of the students do not show the correct results, the main thing is that the students are interested and have fun. Several traditions emphasize that inquiry practices stimulate and arouse interest in science. That the teaching is stimulating is important for the students to move on in the activity. Aesthetics have earlier been described as an important part of science (Lemke, 2001) and as important to understand, interest of science and to participating in science education (Jakobson, 2008; Wickman, 2006).

Aims and purposes in study three and four

That students learn science terms, explanations and skills or are taught through scientific investigations or the nature of science is not automatic. Rather an explicit teaching is demanded related to the respective goals. In studies three and four examples are given of learning progressions as possible paths that create a bridge between the starting point and desired end point (NRC, 2007). These studies show that it is important for paths to create a bridge that is visible. The teaching needs to allow the students to participate in a way in which they may use their language and experiences in the encounters with different activities together with the teacher. Therefore teachers need to be aware of proximate purposes and plan for such encounters. In these encounters the students will need help on what language and which experiences are relevant in accordance to the ultimate purpose (Wickman in press). This means that teachers also need to plan for how proximate purposes can be made continuous with the ultimate purpose. Wickman (in press) describes how such an organization may be related to the empirical method of Dewey (1938/1997) and describes this in three steps, 1) the proximate purpose needs to be functioning as an end-in-view so that teachers and students may converse on relevant experiences, 2) what is or is not relevant in relation to the proximate purpose needs to be defined, and 3) the students' use of language needs to be related to these definitions.

Referenser

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Tregust, D. & Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- 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.
- Anderhag, P. & Wickman, P.-O. (2006). *NTA som kompetensutveckling för lärare: Utvärdering av hur lärares deltagande i NTA utvecklar deras kompetens att stödja elevernas begrepps- och språkutveckling*. Stockholm: Lärarhögskolan i Stockholm.
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. Ingår i Abell S. K. & Lederman N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 807-830). London: Lawrence Erlbaum.
- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen: En studie av naturorienterade undervisningsaspekter i grundskolan*. Stockholm: HLS Förlag.
- Appelton, K. (2007). Elementary science teaching. Ingår i Abell, S. K. & Lederman, N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 493-536). London: Lawrence Erlbaum.
- Arvola Orlander, A. (2011). *Med kroppen som insats: Diskursiva spänningsfält i biologiundervisningen på högstadiet*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Atkin, J. M. & Black, P. (2007). History of science curriculum reform in the United States and the United Kingdom. Ingår i Abell S. K. & Lederman N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 781-806). London: Lawrence Erlbaum.
- Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grade 3-8*. New York: Allyn & Bacon/Longman.
- Berg, A., Löfgren, R. & Eriksson, I. (2007). Kemiinnehållet i undervisningen för nybörjare. En studie av hur ämnesinnehållet får konkurrera med målet att få eleverna intresserade av naturvetenskap. *Nordina*, 3, 146-162.
- Bergqvist, K. & Säljö, R. (1994). Conceptually blindfolded in the optics laboratory. Dilemmas of inductive learning. *European Journal of Psychology of Education*, 9(1), 149-158.
- Bergström, G. & Boréus, K. (2005). *Textens mening och makt: Metodbok i samhällsvetenskaplig text- och diskursanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Biesta, G. & Burbules, N. C. (2003). *Pragmatism and educational research*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. New York: Teacher College Press.

- Dewey, J. (1934/1980). *Art as experience*. New York: Perigree Books, Berkely Publishing Group.
- Dewey, J. (1938/1997). *Experience and Education*. New York, NY: Touchstone.
- Dewey, J. (1922/2005). *Människans natur och handlingsliv: Inledning till en socialpsykologi*. Göteborg: Daidalos.
- Duncan, R. G. & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606-609.
- Duncan, R. G., Rogat, A. & Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th-10th grades. *Journal of research in science teaching*, 46(6), 655-674
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- Ekborg, M. & Lindahl, B. (2007). *NTA som skolutvecklingsprogram: Utvärdering av effekten av kompetensutveckling på lärarna och deras värderingar samt effekten på kommun- och rektorsnivå*. Stockholm: Kungliga Vetenskapsakademien. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hkr:diva-609>
- Emanuelsson, J. (2001). *En fråga om frågor: hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap*. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Englund, T. (1986). *Curriculum as a political problem. Changing educational conceptions, with special reference to citizenship education*. Uppsala universitet, Studentlitteratur: Lund.
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10-12-åringars förståelse av materialets förändringar*. Göteborg: Göteborgs universitet
- Eskilsson, O. (2008). The Quality of Lower secondary student's discussions during labwork in chemistry. *Eurasia Journals of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 247-254.
- Fensham, P. J. (red.) (1988). *Development and Dilemmas in Science Education*. London: The Falmer Press.
- Gericke, N. M. & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education*, 16(7-8), 849-881.
- Goffman, E. (1974). *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. Boston: Northeastern University Press.
- Gunnarsson, G. (2008). *Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner*. Norrköping: Linköpings universitet.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O. & Holmgren, S.-O. (2010). Teachers' language on scientific inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151-1172.
- Hamza, K. M. (2010). *Contingency in high-school students' reasoning about electrochemical cells: Opportunities for learning and teaching in school science*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*, 27, 323-337
- Heikkilä, M. & Sahlström, F. (2003). Om användning av videospelning i fältarbete. *Pedagogisk forskning i Sverige*, 8(1-2), 24-41.
- Helldén, G. (2005). Exploring understandings and responses to science: A program of longitudinal studies. *Research in Science Education*, 35, 99-122.
- Helldén, G., Lindahl, B. & Redfors, A. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Hubber, P., Tytler, R. & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40, 5-28.
- Hult, H. (2000). *Laboration – myt eller verklighet: En kunskapsöversikt över laborationer inom teknisk och naturvetenskaplig utbildning*. CUP:s Rapportserie, (6), Linköping, Sverige: Linköpings universitet, Centrum för universitetspedagogik.
- Hultén, M. (2008). *Naturens kanon: Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842-2007*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *Nordina*, 5, 54-66.
- Högström, P. (2009). *Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares mål och hur de implementeras*. Umeå: Umeå universitet.
- Jakobson, B. (2008). *Learning science through aesthetic experience in elementary school: Aesthetic judgement, metaphor and art*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Jakobson, B. & Wickman, P.-O. (2008). The roles of aesthetic experience in elementary school science. *Research in Science Education*, 38, 45-65.
- Jenkins, E. (2007). School science: A questionable construct? *Journal of Curriculum Studies*. 39(3), 265-282.
- Johansson, A.-M. & Wickman, P.-O. (2011). Syften som stöd för minne och lärande i undervisningen. Ingår i Säljö, R. (red.) *Lärande och minnande som social praktik*. Stockholm: Norstedt.
- Kolstø, D. (2001). *Science education for citizenship. Thoughtful decisions-making about science-related social issues*. Oslo, University of Oslo, Faculty of Mathematics and Natural science.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- 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: Göteborgs universitet.
- Lager-Nyqvist, L., Wickman, P.-O., Lundegård, I., Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2011). Vad lär sig och minns elever om att göra naturvetenskapliga undersökningar? Att bedöma begreppsligt vetande och praktiskt kunnande. Ingår i Säljö, R. (red.) *Lärande och minnande som social praktik*. Stockholm: Norstedt.
- Lederman, N. G. (1998). The state of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of science education [On-Line]*, 3(2), 1-12.
- Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. Ingår i Flick, L. B & Lederman, N. G, (red.), *Scientific Inquiry and Nature of Science, Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. Ingår i Abell, S. K. & Lederman, N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 831-879). London: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2011). The development of scientific literacy: A function of the interaction and distinctions among subject matter, nature of science, scientific inquiry, and knowledge about scientific inquiry. Ingår i Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-O., Erickson, G. & MacKinnon, A. (red.) *Exploring the Landscape of Scientific Literacy*. New York: Routledge.

- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Bell, R. L. (2004). *Constructing Science: In Elementary Classrooms*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood, New Jersey: Ablex.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Lundin, M. (2007). *Students' participation in the realization of school science activities*. Norrköping: Linköpings universitet.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practise. Ingår i Abell, S. K. & Lederman, N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 392-441). London: Lawrence Erlbaum.
- Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola: kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel = [The subject physics in the Swedish junior high school and the comprehensive school]: [survey and alternatives from a physics didactic point of view]*. Uppsala: Uppsala universitet.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of nature of science: Dispelling the myths. Ingår i McComas, W. F. (red.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 53-70). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mehan, H. (1979). *Learning Lessons: The Social Organization of Classroom Instruction*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Molander, B. (1996). *Kunskap i handling*. Göteborg: Daidalos.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003) *Meaning Making in secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Muchschamp, Y. (2011). Stepping into the unknown: Reflections on Scotland's new curriculum. Ingår i Hodson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching* (s. 265-272). Leverkusen, Barbara Budrich Publishers.
- National Research Council (USA). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (USA). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade k-8*. Washington, DC: National Academy Press.
- Newton, L. D. & Newton, D. P. (2010). What teachers see as creative incidents in elementary science lessons. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1989-2005.
- Nilsson, P. (2008). *Learning to teach and teaching to learn: Primary science student teachers' complex journey from learners to teachers*. Norrköping: Linköpings universitet.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes toward science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A delphi study of expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Permer, K. & Permer, L. G. (2002). *Klassrummets moraliska ordning: Iscensättningen av lärare och elever som subjekt för ansvarsdiskursen i klassrummet*. Lund: Lunds universitet.
- Persson, H. (2003). *Vad händer när icke-naturvetare bedriver NO-undervisning? Fysik och kemi på låg- och mellanstadiet*. Stockholm: HLS förlag.

- Plummer, J. D. & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 768-787.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. Ingår i Abell S. K. & Lederman, N. G. (red.) *Handbook of Research on Science Education* (s. 729-780). London: Lawrence Erlbaum.
- Sandell, K., Öhman, J. & Östman, L. (2005). *Education for sustainable development: nature, school and democracy*. Lund: Studentlitteratur.
- Schoultz, J., Hultman, G. & Lindqvist, M. (2003). *I början fick vi använda vår fantasi. Utvärdering av elevers och lärares lärande och utveckling inom NTA-projektet*. Linköpings universitet/KVA. Linköping.
- Schoultz, J., Säljö, R. & Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk: Discourse, artefacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44, 103-118.
- Schwab, J. J. (1962). *The teaching of science as enquiry*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schwab, J. J. (1978). The nature of scientific knowledge as related to liberal education. Ingår i Westbury, I. & Wilkof, N. J. (red.) *Science, Curriculum and Liberal Education: Selected Essays* (s. 68-104). Chicago: The university of Chicago Press.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (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.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4-13.
- Skolverket (1996). *Grundskolan: kursplaner, betygskriterier*. Stockholm: Statens skolverk.
- Skolverket (1998). *Läroplaner för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet: Lpo 94, anpassad till att också omfatta förskoleklassen och fritidshemmet*. Utbildningsdepartementet (red.) Stockholm: Utbildningsdepartementet. Fritzes.
- Skolverket (2000). *Grundskolan: kursplaner och betygskriterier*. Stockholm: Statens skolverk.
- Skolverket (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Sammanfattande huvudrapport*. Stockholm: Statens Skolverk.
- Skolverket (2008a). *Vad händer i NO-undervisningen? [Elektronisk resurs]: En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterade ämnen i svensk grundskola 1992-2008*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2008b). *Naturorienterade ämnen I årskurs 4. En analys av lärares och elevers uppfattningar om ämnesinnehåll och undervisning i TIMSS 2007*. Stockholm: Fritzes.
- Skolöverstyrelsen. (1962). *Läroplan för grundskolan*. Stockholm: SÖ-förlaget.
- Skolöverstyrelsen. (1969-1978). *Läroplan för grundskolan: Lgr 69*. Stockholm: Utbildningsförl.
- Skolöverstyrelsen. (1980-1986). *Läroplan för grundskolan Lgr 80*. Stockholm: Liber, Läromedel/Utbildningsförl.
- Sund, P. & Wickman, P.-O. (2008). Teachers' objects of responsibility: something to care about in education for sustainable development? *Environmental Education Research* 14(2), 145-163.

- Szybeck, P. (2002). Att kommunicera naturvetenskap: Världsbilder och livet I en värld. Ingår i Strömdahl, H. (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat* (s. 115-138).
- Säljö, R. & Bergqvist, K. (1997). Seeing the light: Discourse and practice in the optics lab. Ingår i Resnick, L. B., Säljö, R., Pontecorvo, C. & Burge, B. (red.), *Discourse, Tools and Reasoning: Essays on Situated Cognition* (s. 385-405). Berlin: Springer.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, R. (2005). *Lärande och kulturella redskap. Om lärprocesser och det kollektiva minnet*. Stockholm: Norstedts akademiska förlag.
- Trumbull, D. J., Bonney, R. & Grudens-Schuck, N. (2005). Developing materials to promote inquiry: Lessons learned. *Science Education*, 99 (6), 879-900.
- Tytler, R., Hubber, P., Johansson, A.-M., Wickman, P.-O., Prain, V., Carolan, J., Waldrip, B. & Duschl, R. (2011). Learning science through engaging with its epistemic representational practices. Ingår i Michelini, M & Duit, R. (red.) ESERA Ebook part3, *Teaching and learning science*, Lyon, 2011. http://lsg.ucy.ac.cy/esera/e_book/base/strand3.html
- Vetenskapsrådet (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk samhällsvetenskaplig forskning [Elektronisk resurs]*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Vetenskapsrådet (2010). *Forskningsetiska principer inom humanistisk samhällsvetenskaplig forskning [Elektronisk resurs]*. Vetenskapsrådet.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Watson, R. J., Swain, J. R. & McRobbie, C. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of Science Education*, 26(1) 25-45.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science. Time for re-appraisal. Ingår i Wellington, J. (red.), *Practical Work in School Science. Which Way Now?* London & New York: Routledge.
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 761-774.
- Wickman, P.-O. (2002). Vad kan man lära sig av laborationer? Ingår i H. Strömdahl, (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344.
- Wickman, P.-O. (2006). *Aesthetic experience in science education: Learning and meaning-making as situated talk and action*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wickman, P.-O. (Under tryckning). Developing didactics in Sweden using pragmatism. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Wickman, P.-O. & Ligozat, F. (2011). Scientific literacy as action: Consequences for content progression. Ingår i Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-O., Erickson, G. & MacKinnon, A. (red.) *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (s. 145-159). New York: Routledge.
- Wickman, P.-O. & Persson, H. (2009). *Naturvetenskap och naturorienterande ämnen i grundskolan – en ämnesdidaktisk vägledning*. Stockholm: Liber.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002a). Induction as an empirical problem: how students generalize during practical work. *International Journal of Science Education*, 24, 465-486.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002b). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601-633.

- Williams, R. (1973). Base and superstructure in Marxist Cultural Theory. *New Left Review*, 82, 3-16.
- Wittgenstein, L. (1953/1992). *Filosofiska undersökningar*. Stockholm: Thales.
- Wittgenstein, L. (1969/1992). *Om visshet*. Stockholm: Thales.
- Ødegaard, M. (2000). *The drama of science education: How public understanding of biotechnology and drama as a learning activity may enhance a critical and inclusive science education*. Oslo: University of Oslo.
- Ødegaard, M. (2007). Naturfag til nytte og glede! Naturvitenskaplig allmenndannelse ved dramatiske virkemidler. *Nordina*, 1, 76-85.
- Öhman, J. (2006). *Den etiska tendensen i utbildning för hållbar utveckling, meningsskapande i ett genomlevande perspektiv*. Örebro: Örebro universitet.
- Öhman, J. (2004). Moral perspectives in selective traditions of environmental education. Ingår i Wickenberg, P. (red.) *Learning to Change our World?* (s. 33-57). Lund: Studentlitteratur.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening: NO-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem. [Socialization and meaning]: [science education as a political and environmental-ethical problem]*. Uppsala: Uppsala universitet.
- Östman, L. (red.) (2003). *Erfarenhet och situation i handling: en rapport från projektet Lärande i naturvetenskap och teknik*. Uppsala: Uppsala universitet.