

Anders Jakobsson

**ELEVERS INTERAKTIVA LÄRANDE  
VID PROBLEMLÖSNING I GRUPP**

En processtudie

Distribueras av:  
Institutionen för pedagogik  
Lärarytbildningen  
205 06 Malmö  
tel: 040-665 70 00; 665 81 34  
fax: 040-665 82 10

© 2001 Anders Jakobsson  
ISBN 91-88810-19-4  
ISSN 0346-5926  
Reprocentralen, Lärarytbildningen, 2001

STUDIA PSYCHOLOGICA ET PAEDAGOGICA  
SERIES ALTERA CLVI

ANDERS JAKOBSSON

**ELEVERS INTERAKTIVA LÄRANDE  
VID PROBLEMLÖSNING I GRUPP**  
**En processtudie**

INSTITUTIONEN FÖR PEDAGOGIK  
LÄRARHÖGSKOLAN I MALMÖ

*Till Ida, Emma, Jonatan och Magdalena*

*Ett stort tack till alla mina vänner som hjälpt mig att förverkliga denna avhandling och ett särskilt tack till min handledare Gunilla Svingby.*

# Innehåll

1	Problem och syfte .....	11
1.1	Problemet .....	11
1.2	Studiens syfte .....	15
1.3	Avgränsningar .....	17
2	Svenska grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskap .....	18
2.1	Vardagstänkande och ämneskunskaper.....	18
2.1.1	Elever har problem att lösa enkla uppgifter.....	18
2.1.2	Att mäta begreppsförståelse.....	19
2.1.2	Inte bara svenska elever har svårigheter.....	24
2.1.3	Reanalysen visar att man kan dra andra slutsatser.....	24
2.2	Svenska elevers kunskaper i naturvetenskap ur ett internationellt perspektiv.....	27
2.2.1	Third International Mathematic and Science Study (TIMSS) .....	27
2.2.2	Reanalys av de svenska elevernas resultat.....	28
2.2.3	Provuppgifternas utformning missgynnar flickorna .....	32
2.3	Att lösa praktiska uppgifter i naturvetenskap.....	33
2.3.1	De svenska eleverna är duktiga i praktisk naturvetenskap .....	33
2.4	Naturvetenskaplig problemlösning i grupp.....	34
2.5	Sammanfattning av svenska grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskap .....	35
3	Elevers förståelse av växthuseffekten och den globala uppvärmningen.....	38
3.1	Jordens växthuseffekt och den globala uppvärmningen.....	38
3.1.1	Den förstärkta växthuseffekten och jordens globala uppvärmning.....	40

3.2	Elevers förståelse av växthuseffekten.....	41
3.2.1	Elevers förståelse av den förstärkta växthus- effekten och den globala uppvärmningen.....	43
3.3	Elevers handlingsberedskap och handlingskompetens .....	44
3.3.1	Flickorna tar hotet om klimatförändring på större allvar.....	46
3.4	Några hypoteser inför studien.....	46
4	Svenska grundskoleelevers attityder till naturvetenskap.....	48
4.1	Många elever har en negativ inställning till skolans naturvetenskapliga undervisning.....	48
4.2	Elevernas livsprojekt.....	50
4.3	En flickvänlig naturvetenskap.....	50
4.4	Sammanfattning av elevernas attityder.....	53
5	Naturvetenskap som subkultur .....	55
5.1	Elever upplever naturvetenskap som en specifik värld .....	55
5.2	Två världar .....	56
5.3	"Kunskapsemfaser" .....	60
5.4	Sammanfattning och några frågor inför studien.....	60
6	Elevers lärande i naturvetenskap .....	62
6.1	Socialkonstruktivism och sociokulturella teorier om lärande .....	62
6.1.1	Människans förståelse av verkligheten är socialt konstruerad.....	63
6.1.2	Lärandet är situationsbaserat.....	64
6.1.3	Lärandet utvecklas i språklig interaktion med andra.....	65
6.1.4	Lärandet är en aktiv och kontinuerlig process .....	66
6.2	Några frågor inför studien.....	68
7	Problemlösning och lärande .....	69
7.1	Problemlösning i naturvetenskaplig undervisning.....	69
7.2	Processfärdigheter och problemlösning .....	72
7.3	Lärande genom "Real-world problem solving".....	74
7.4	Sammanfattning om lärande vid problemlösning .....	75

8	Forskning om elevsamarbete .....	77
8.1	Samarbete mer effektivt endast under vissa förutsättningar .....	79
8.2	Uppgiftens utformning påverkar samarbetet.....	82
8.3	Sammanfattning om elevsamarbete .....	85
9	Naturvetenskaplig undervisning utifrån ett teknik- och samhällsperspektiv.....	87
9.1	Färdigheter och affektiva mål i undervisningen.....	88
9.3	Flickor gynnas av att studera naturvetenskap från ett samhälleligt perspektiv.....	90
9.4	Sammanfattning om STS-undervisningen.....	92
10	Den empiriska studien.....	95
10.1	Metodval.....	95
10.2	Urval och kontext.....	97
10.2.1	Skolan, lärarna och eleverna .....	97
10.2.2	Elevernas problemställning.....	98
10.3	Uppläggning och lärarroll.....	99
10.4	Insamling av data .....	100
10.4.1	Förprov med uppföljande intervjuer .....	101
10.4.2	Intervjuer rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund .....	102
10.4.3	Videoinspelning av gruppernas arbete.....	102
10.4.4	Elevernas processpärm.....	103
10.4.5	Efterprov med uppföljande intervjuer.....	103
10.5	Metod och Syfte .....	103
10.6	Metoddiskussion.....	104
10.6.1	Forskaren som deltagande observatör.....	104
10.6.2	Dokumentation genom videoinspelning .....	106
10.6.3	Elevernas processpärm.....	106
10.6.4	För- och efterprov.....	107
10.6.5	Intervjuer rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund .....	109
10.7	Det empiriska materialet .....	109
10.8	Analys och tolkning.....	110
10.8.1	Språklig kommunikation.....	110

10.8.2	Kontextuell analys.....	112
10.9	Trovärdighet och giltighet.....	113
10.9.1	Konstruktion av utvecklingskategorier.....	114
10.9.2	Kategorisering av elever före och efter undervisningen.....	115
10.9.3	Kategorisering av eleverna under problem- lösningsprocessen.....	115
10.9.4	Utvecklingssituationer.....	116
11	Resultat.....	118
11.1	Kunskaper om växthuseffekten och jordens globala uppvärmning.....	118
11.1.1	Utvecklingskategoriernas tre perspektiv.....	118
11.1.2	Utvecklingskategorier.....	119
11.2	Utveckling av elevernas kunskap om och förståelse av problemställningen.....	138
11.2.1	Några avgränsningar.....	138
11.2.2	Elevernas lärande utvecklas positivt.....	139
11.2.3	Elevernas utveckling och grundskolans mål.....	140
11.2.4	Varje elevs kunskapsutveckling.....	141
11.2.5	Elever med stark kunskapsutveckling.....	146
11.2.6	Elever med svag kunskapsutveckling.....	147
11.2.7	Flickor och pojkar.....	148
11.3	Kvalitativa utvecklingssituationer.....	151
11.3.1	Tova.....	151
11.3.2	Ingolf.....	158
11.3.3	Amelie.....	165
11.3.4	Felicia.....	172
11.3.5	Evert.....	179
11.4	Lärstrategier.....	186
11.4.1	Att formulera frågor och hypoteser.....	186
11.4.2	Att skriva sammanfattningar.....	187
11.4.3	Att utnyttja samarbete effektivt.....	187
11.4.4	Att använda flera källor samtidigt under samarbetet.....	188
11.5	Lärattityder.....	189
11.5.1	Fem olika lärattityder.....	191
11.5.2	Meningsskaparen.....	192



11.5.3	Kunskapsbyggaren.....	193
11.5.4	Etikern.....	195
11.5.5	Reproducenten.....	196
11.5.6	Relationsunderhållaren.....	197
11.5.7	Klassificering av eleverna i de fem lärattityderna .....	198
11.5.8	Framgångsrika lärattityder .....	200
11.5.9	Mindre framgångsrika lärattityder.....	202
11.5.11	Lärattityden avgörande för kunskaps- utvecklingen.....	204
11.5.12	Lärattityd och lärande .....	205
11.6	Samarbete påverkar elevernas kunskapsutveckling .....	208
11.6.1	Exempel på samarbete i B-gruppen.....	208
11.6.2	Samarbetskonflikten resulterar i ett perspektivbyte .....	211
11.6.3	Illahija hamnar utanför diskussionen.....	212
11.6.4	Lauras och Illahijas samarbete.....	214
11.6.5	Analys av hur Illahijas och Lauras samarbete påverkar deras lärande .....	216
11.6.6	Exempel på samarbete i C-gruppen.....	219
11.6.7	Slutsatser: Samarbete positivt för elevernas lärande.....	223
12	Sammanfattning och diskussion.....	227
12.1	Bakgrund till studien.....	227
12.2	Resultat av den genomförda studien.....	228
12.2.1	Elevernas kunskapsutveckling .....	228
12.2.2	Sex utvecklingskategorier.....	229
12.2.3	Kvalitativa utvecklingssituationer.....	230
12.2.4	Elevernas lärstrategier.....	230
12.2.5	Lärattityder.....	232
12.2.6	Lärattityd och kunskapsutveckling.....	235
12.2.7	Samarbete påverkar elevernas kunskaps- utveckling.....	235
12.3	Diskussion.....	237
12.3.1	Samtal och lärande.....	237
12.3.2	Meningsskapare och Etiker gynnas av arbetsättet.....	238

12.3.3	Utveckla Reproducenternas lärattityd .....	240
12.3.4	Kunskapsbyggarna gynnas av en traditionell No-undervisning.....	241
12.3.5	Relationsunderhållarna behöver förstå syftet med undervisningen.....	243
12.3.6	Låt eleverna få välja undervisning utifrån sin lärattityd .....	245
12.3.7	Bör den naturvetenskapliga undervisningen endast bestå av individuell valfrihet?.....	246
12.3.8	Att förstå hur elevers lärande utvecklas.....	247
	Summary.....	250
	Referenser .....	273
	Bilagor .....	287

# 1 Problem och syfte

## 1.1 Problemet

Nästan varje vecka kan man i dagstidningar läsa om bristen på kvalificerade naturvetare och tekniker i det svenska samhället och näringslivet. Samtidigt visar ett antal högskolor och universitet att de har svårigheter att fylla platserna till många av sina utbildningar med denna inriktning. Politiker från olika partier och företrädare för näringslivet varnar för att bristen på naturvetare och tekniker på sikt kan äventyra den ekonomiska utvecklingen och välbefindandet i Sverige. Flera regeringar har under de senaste decennierna försökt åstadkomma en förändring av dessa förhållanden genom ett antal olika åtgärder. Ett exempel på en sådan satsning är NOT-projektet (Naturvetenskap Och Teknik). Detta projekt har som en av sina målsättningar försökt åstadkomma en attitydförändring så att fler ungdomar skall bli intresserade av att söka naturvetenskapliga- och tekniska utbildningar. Projektet syftar dessutom till att, i ett mer långsiktigt perspektiv, utveckla undervisningen i grund- och gymnasieskola så att barn och ungdomar får en mer positiv inställning till naturvetenskap och teknik. Förhoppningen är att det i framtiden skall bli enklare att rekrytera ungdomar till naturvetenskapliga- och tekniska högskoleutbildningar och därigenom säkerställa samhällets framtida ekonomiska utveckling och välbefindande.

Sjöberg (2000a) menar emellertid att den naturvetenskapliga undervisningen i ett demokratiskt samhälle också bör ha andra målsättningar. Förutom att rekrytera framtidens naturvetare och tekniker bör undervisningen ha en medborgerlig och en demokratisk inriktning. Han benämner denna inriktning "Science for Citizenship". Sjöberg hävdar att kunskaper i naturvetenskap och teknik är nödvändiga för ett aktivt deltagande i samhällets demokratiska beslutsfattande. Undervisningen bör därför ge framtidens samhällsmedborgare de kunskaper som behövs för att kunna vara med i den demokratiska processen och aktivt delta i samhällsutvecklingen. Flera aktuella frågeställningar om exempelvis

genteknik, kloning av organismer, bestrålning av livsmedel, energiförsörjning och olika miljöproblem kräver att samhällsmedborgarna har goda kunskaper för att kunna fatta välunderbyggda beslut. Det är emellertid högst tveksamt om ungdomar väljer att studera naturvetenskap och teknik utifrån samhällets framtida behov eller av demokratiska skäl. Troligtvis sker ungdomars val utifrån mer individuella överväganden. Sjöberg (2000a) menar att studier i naturvetenskap och teknik ofta resulterar i ett personligt lönsamt yrkesliv i ett högteknologiskt och vetenskapsbaserat samhälle. Mycket tyder på att en utbildning i naturvetenskap och teknik är nyckeln till ett bra arbete, ekonomisk framgång och möjligheter till personlig utveckling. Ungdomar som väljer andra utbildningsvägar har generellt svårare att nå dessa fördelar.

Trots att det existerar starka personliga och samhälleliga argument för att välja en naturvetenskaplig eller teknisk utbildning finns det många ungdomar som tvekar inför detta val. Elevers uppfattningar om undervisningen kan ge en del av förklaringen till tveksamheten. Ett antal attitydundersökningar (se Skolverket, 1996a; Wester, 1997) visar att många elever har en negativ inställning till skolans naturvetenskapliga undervisning. I en av dessa studier (Wester, 1997) beskriver nästan hälften av eleverna att de upplever stora delar av undervisningen i naturvetenskap som tråkig, abstrakt och svårbegriplig. Flickor är överlag mer negativa än pojkar. En attitydundersökning (Sjöberg et al, 2000b) av ungdomar från 21 länder visar att de svenska flickorna tillhör de mest kritiska av alla elever i undersökningen. En annan studie (Andersson, 1995) visar att fyra av tio elever inte upplever den svenska grundskolan som intellektuellt utvecklande eller kreativ. Bara en femtedel av eleverna upplever skolan som en utmaning och att undervisningen tillåter dem att använda sin fantasi. Mycket få elever uttrycker att skolarbetet har någon personlig betydelse eller någon relevans för det "riktiga livet utanför skolan". En rapport från Skolverket (1993c) visar också att många elever upplever avståndet mellan verklighet och ideal i undervisningen som mycket stort. Eleverna uttrycker att de vill vara med och påverka och planera undervisningen. De vill också att undervisningen i större utsträckning skall utgå från verkliga problem och ge tillfälle till samarbete med andra elever.

Även lärarna uttrycker ett tydligt missnöje med undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena (Skolverket, 1993c). De vill att undervisningen i högre grad skall engagera eleverna och lägga större vikt vid

problemlösning och förståelse. Många lärare uttrycker också en frustration över resultaten i de nationella utvärderingarna i de naturvetenskapliga ämnena. Dessa pekar på att svenska elever har allvarliga kunskapsbrister. Enligt utvärderarna klarar endast en minoritet av eleverna i skolår nio mycket enkla och grundläggande uppgifter (se Skolverket, 1993a; Skolverket, 1998). Slutsatser från internationella studier (Skolverket, 1996a) pekar också på att svenska elever når medelmåttiga resultat vid internationella jämförelser. Dessa studier har emellertid kritiserats för bristande validitet vilket diskuteras i ett senare avsnitt. Oavsett hur dessa studier tolkas är det rimligt att anta att elevernas inställning och bristande intresse påverkar deras prestationer negativt. Studier (Wester, 1997) pekar också på att attitydskillnader mellan flickor och pojkar skapar och underbygger genusrelaterade prestationsskillnader i de naturvetenskapliga ämnena.

Ungdomars bristande intresse för naturvetenskap och teknik är inte endast ett svenskt problem. Liknande problem finns i alla västeuropeiska länder USA, Japan och Australien. I flera av dessa länder har också lärare och utbildningsforskare försökt att formulera alternativa arbetsätt för att öka elevernas intresse. Ett exempel är den sk STS-undervisningen (Aikenhead, 1994a). STS står för Science, Technology and Society. I denna undervisning studeras naturvetenskapliga begrepp och teorier utifrån ett samhälleligt och tekniskt perspektiv. Målsättningen med undervisningen är att underlätta elevernas förståelse och integration av sin sociala, tekniska och naturliga omgivning. Enligt Aikenhead (1994a) ger STS-undervisningen bättre förutsättningar att skapa en kontextuell och meningsfull undervisning vilket medför att eleverna blir mer motiverade och engagerade i undervisningen. Ett annat exempel utgörs av en undervisning som utgår från "Real World Problem Solving" (Nagel, 1996). I denna undervisning är utgångspunkten reella och autentiska problem med naturvetenskapligt och tekniskt innehåll. Det innebär att de naturvetenskapliga begreppen tränas först efter att eleverna fått en grundläggande upplevelse och förståelse i begreppens naturliga och verkliga kontext. Problemlösningen sker vanligtvis i grupp där eleverna söker relevant information som behövs för att bearbeta problemet. Vid informationssökningen kan eleverna utnyttja olika resurser genom att använda bibliotek, datornätverk, kommunala och statliga organ samt kontakter med utomstående experter. Eleverna i gruppen förväntas samarbeta genom att fördela arbetet, dis-

kutera resultatet och testa möjliga lösningsförslag. Lärarens roll i denna fas utgörs av att vara en resurs i sökandet efter relevant information, att utveckla elevernas kritiska granskning av informationen och få eleverna att behålla fokus på själva problemställningen.

Även i Sverige förs en diskussion om hur undervisningen bör förändras för att få fler elever intresserade. Skolmyndigheterna föreslår också förändringar av undervisningen men utifrån ett annat perspektiv. Exempelvis konstaterar utbildningsdepartementet (SOU, 1996:67) att den nya informations- och kommunikationstekniken (IKT) skapar förutsättningar för och krav på nya arbetssätt och förbättrat lärande i den svenska skolan. Skriften betonar att framtidens lärande kommer att ske i en ökad kommunikation med andra människor i samhället och i världen. I en skrift från utbildningsutskottet (SOU, 1998/99) ges en detaljerad beskrivning över hur den nya tekniken kan tänkas förändra arbetssätt och lärande i svenska skolor. Dokumentet beskriver en undervisning som utgår från ett undersökande, problemlösande och informationssökande arbetssätt. Eleverna förväntas arbeta i grupp och lärarrollen utvecklas alltmer mot ett handledande eller stödjande mentorskap under arbetet. Man beskriver en undervisning som utgår från problembaserade uppgifter där eleverna självständigt förväntas söka information. I dokumenten beskrivs tillgången till IKT som en förutsättning för att skolan skall kunna utveckla nya arbetssätt och eleverna skall kunna utveckla nya kunskaper och en djupare förståelse av undervisningens innehåll.

Pedersen (1998) menar emellertid att svenska skolmyndigheter har ett alltför teknikoptimistiskt synsätt och riskerar att förbise en kritisk analys av informationsteknikens faktiska möjligheter. Studier om undervisning och lärande kan inte heller entydigt visa att elever lär sig bättre, djupare eller mer med hjälp av den nya tekniken (Pedersen, 1998; SITE, 1998; CSCL, 1999). Under senare år har utbildningsforskare alltmer vänt blicken från tekniken och istället fokuserat hur samarbete (collaboration) och interaktion mellan elever påverkar lärandet under ett problemlösande arbetssätt. Trots detta existerar fortfarande en förvirring om varför och under vilka omständigheter elevers lärande utvecklas positivt under ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp (Johnsson & Johnsson, 1994). Det saknas också studier som beskriver vilka faktorer som påverkar elevers lärande när de i dessa situationer har tillgång till IKT (Koschmann, 1999).

Man kan sammanfattningsvis påstå att en förutsättning för att fler ungdomar skall välja naturvetenskapliga och tekniska utbildningar på högskolenivå tycks vara att de får en positiv upplevelse av dessa ämnen redan i grundskolan. Flera studier (Skolverket, 1996a; Wester, 1997) visar att en stor del av eleverna i Sverige inte upplever undervisningen på detta sätt utan tycks istället utveckla en negativ attityd till naturvetenskap och teknik under sin grundskoletid. Mycket pekar alltså på att undervisningen måste utgå från mer elevaktiva arbetssätt för att eleverna skall uppfatta undervisningen som intressant och spännande. Elever uttrycker också att de vill att undervisningen skall utgå från autentiska uppgifter, verkliga problem och att de skall få tillfälle att samarbeta med andra elever. Skolmyndigheterna (SOU, 1998/99) vill att undervisningen i högre utsträckning skall bygga på ett undersökande, problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Sammantaget kan dessa förändringar förhoppningsvis bidra till att eleverna utvecklar en mer positiv inställning till skolans naturvetenskap. Men samtidigt är det viktigt att betona att utbildningsforskningen idag inte entydigt kan beskriva vad som påverkar elevernas lärande när de arbetar med ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Forskningen kan inte heller med säkerhet beskriva vilka faktorer som påverkar lärandet när elever samarbetar. Denna studie avser att ta ett första steg när det gäller att förstå vad som påverkar elevernas lärande i naturvetenskap under en sådan situation.

## 1.2 Studiens syfte

En central utgångspunkt för denna studie är att elevers lärande sker i sociala sammanhang och i en språklig interaktion med andra elever. Kunskap finns inte enbart inom individen utan också mellan människor. Den utvecklas i samtal då människor kommunicerar med varandra och försöker förstå varandra. Detta synsätt utvecklades av Vygotsky (1929, 1960, 1986) och har sedan vidareutvecklats i vad som ofta kallas ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärandet (Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 1995, 2000; Cobern & Aikenhead, 1998; Schoultz, 2000). Ur ett sociokulturellt perspektiv är lärande en fråga om att tillägna sig kommunikativa redskap och språkliga färdigheter som kan användas i olika sociala sammanhang. Kunskap ingår på detta sätt i en social och kulturell verklighet. Detta medför att kunskap är

"situerad" (Lave, 1988; Hennessy, 1993) vilket innebär att situationen då kunskapen konstrueras har betydelse för hur lärandeprocessen utvecklas. Undervisningssituationen blir en integrerad del av det totala lärandet. Lärandet blir därmed också bundet till den kontextuella situation där det konstruerades och kunskaperna blir kontextberoende. Schoultz uttrycker det som att "människor kommunicerar på olika sätt beroende på vilken kontext man agerar i" (Schoultz, 2000, s. 28). Det betyder att människor talar om naturvetenskap på olika sätt beroende på om sammanhanget är vetenskapligt eller vardagligt. På samma sätt kan man anta att elevernas sätt att kommunicera om naturvetenskap blir olika beroende på om de sitter i en intervjusituation med en forskare eller om de samarbetar med andra elever i den vanliga undervisningen.

Med stöd i en sociokulturell- eller socialkonstruktivistisk teori om lärandet antar jag att eleverna kan utveckla sina kunskaper när de arbetar med ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Teorier om "cooperative learning", "collaborative learning" (Slavin, 1990; Hertz-Lazarowitz & Miller, 1992; Koschmann, 1999), "peer learning" (O'Donnell & King, 1999) och metakognitiva teorier (Baird, 1986; Allwood & Reiman, 1999) används för att underlätta beskrivningen av elevernas lärande i denna situation.

I denna studie kommer elever i grupp att angripa och bearbeta en naturvetenskaplig problemställning om växthuseffekten och jordens framtida klimat med ett problemlösande och informationssökande arbetssätt. Elevernas problemställning berör jordens globala klimat, dess växthuseffekt och på vad sätt människans aktiviteter eventuellt påverkar dessa fenomen. Det gäller för eleverna att beskriva de grundläggande fenomen och faktorer som påverkar jordens globala temperatur i olika riktningar, avgöra värdet i den införskaffade informationen och hur denna kan användas för att bearbeta problemet. Under problemlösningssprocessen har eleverna tillgång till IKT, böcker, artiklar och en speciell start- och resurssida på Internet. Med IKT avses i denna studie de texter, bilder, frågesidor, diskussionssidor och de övriga resurser Internet kan erbjuda.

Avsikten med studien är att studera elevers kunskapsutveckling av naturvetenskapliga begrepp och teorier under ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Syftet är att undersöka vilka faktorer som påverkar elevernas kunskapsutveckling under problemlösningssprocessen. I denna situation är det viktigt att studera hur elevernas



samarbete och interaktion påverkar lärandet. Med interaktion avses då den ömsesidiga påverkan, den växelverkan och det samspel som sker mellan gruppens medlemmar när de angriper och bearbetar problemställningen.

För att eleverna skall kunna bearbeta problemet behöver de utveckla kunskaper om ett antal naturvetenskapliga begrepp och teorier. Skillnader i elevernas kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen kan då observeras och beskrivas. Elevernas utveckling kan framförallt tolkas genom en noggrann observation av interaktionen mellan elever och deras språkliga användning av begreppen och teorierna under problemlösningsprocessen. Det är därför av stor vikt att noga observera de situationer, då enskilda elever kvalitativt utvecklar sin användning av de naturvetenskapliga begreppen och förändrar sin förståelse av problemställningen. Studiens syften kan formuleras enligt följande:

- Ta reda på vilka faktorer och situationer som påverkar elevers kunskapsutveckling av naturvetenskapliga begrepp och teorier under ett problemlösande och informationssökande arbetssätt.
- Ta reda på hur samarbetet och interaktionen mellan elever påverkar deras kunskapsutveckling av naturvetenskapliga begrepp och teorier vid problemlösning i grupp.

### 1.3 Avgränsningar

På grund av att datainsamlingen resulterat i ett mycket omfattande empiriskt material redovisas vissa delar av studien i separata artiklar. Detta gäller framförallt elevernas användning av informations- och kommunikationstekniken och en analys över hur datoranvändningen påverkat elevernas lärande under problemlösningsprocessen. Dessa avsnitt redovisas i två artiklar varav en redan är publicerad under namnet *Vad påverkar elevers kunskapsutveckling under ett problemlösande arbete i grupp?* (Jakobsson, 2001a). En andra artikel *Elevers interaktiva lärande och användning av IKT vid problemlösning i grupp* (Jakobsson, 2001b) är under arbete. Detta innebär att elevernas användning av informations- och kommunikationstekniken endast behandlas översiktligt i denna avhandling. Studiens övergripande syfte beskrivs under punkten 2.1.

## 2 Svenska grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskap

I detta kapitel beskrivs svenska grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskap sett från ett utvärderingsperspektiv. Syftet är inte att ge en uttömmande beskrivning av alla studier inom området utan att analysera några studier som kan ge en bild av forskningsläget rörande elevernas kunskaper. Framförallt kommer elevernas kunskaper, problemlösningsförmåga och praktiska färdigheter i de naturvetenskapliga ämnen att belysas.

### 2.1 Vardagstänkande och ämneskunskaper

#### 2.1.1 Elever har problem att lösa enkla uppgifter

Under, 1990-talet genomfördes ett antal nationella utvärderingar av den svenska grundskolan. Utvärderingarna av de naturvetenskapliga ämnen har framförallt haft syftet att fokusera elevernas begreppsförståelse (Skolverket, 1993a). Forskarna som genomförde utvärderingen menar att detta är naturligt eftersom den naturvetenskapliga undervisningen syftar till att eleverna skall lära sig begrepp som sedan kan användas till att förstå omvärlden på ett bättre sätt. Målsättningen har varit att formulera kunskapsfrågor av faktakaraktär och frågor där det handlar om att förstå sammanhang och tillämpa kunskaper i en ny situation. Forskarna menar att detta ger en inblick i elevernas sätt att tänka som i sin tur ger uppslag till hur undervisningen bör förändras (Skolverket, 1993b).

Resultaten ger en negativ bild av elevernas kunskaper. Studierna visar att det finns allvarliga brister när det gäller elevernas naturvetenskapliga kunskaper. Endast en minoritet av eleverna i skolår nio klarar mycket enkla och grundläggande uppgifter formulerade utifrån läroplanens mål. Detta gäller i princip alla de delområden som man har utvär-

derat. Utvärderarna påstår att en realistisk målsättning för den lokala skolan bör vara att minst 75% av eleverna får godkänt på majoriteten av uppgifterna. Resultatet av utvärderingen visar att inte en enda av de deltagande skolorna lyckades nå upp till detta mål. Andelen elever som uppnått delmålen på de olika skolorna varierar mellan 4-60%. Inom vissa delområden lyckades inte ens hälften av eleverna få ett enda godkänt svar. Ett exempel på ett sådant delområde är fotosyntes. Endast var tredje elev klarar att redogöra för hur mängden syre och koldioxid förändras i en plastpåse som omsluter en krukväxt och sedan får stå solbelyst. Nära hälften av eleverna tror felaktigt att mängden koldioxid ökar och en tredjedel tror att syremängden i plastpåsen minskar (Skolverket, 1993b).

Ett annat exempel är frågan vad avgaserna från en bil väger om bilen förbrukar 50 kg bensin. Endast var åttonde elev svarar att avgaserna väger mycket mer än 50 kg trots att de får välja bland fem svarsalternativ. När eleverna sedan skall förklara mer ingående, kan endast 4% på ett acceptabelt sätt redogöra för att det sker en kemisk reaktion mellan bensinen och luftens syre och att avgaserna därigenom väger betydligt mer än den ursprungliga bensinen. Sju av tio elever tror att avgaserna väger lika mycket eller mindre än den ursprungliga bensinen. Många elever motiverar sina felaktiga svar med att bensinen förbrukas, förbränns eller omvandlas till energi och att gaser är lätta eller lättare än luft. Med andra ord ligger svårigheten för eleverna i att förstå att gaser är materia och att de väger något. För att svara rätt måste eleverna dessutom känna till att bensin reagerar med luftens syre, vilket gör avgasernas massa betydligt större än den ursprungliga bensinen (Skolverket, 1993a).

I ovanstående exempel beskrivs en dystert bild av elevernas kunskaper om grundläggande naturvetenskapliga fenomen. Men studien beskriver egentligen endast hur stor del av eleverna som svarar rätt och hur felsvaren fördelas mellan olika elevuppfattningar. Detta förfaringsätt ger kanske inte en rättvisande bild av hur det verkligen förhåller sig.

### 2.1.2 Att mäta begreppsförståelse

De nationella utvärderingarna i de naturvetenskapliga ämnena har fått utstå kritik för att skapa artificiella intervjusituationer och för att under-

sökningarna sker isolerade från sitt sammanhang. Säljö menar att det inte är begrepp "in action" utan begrepp "on display" man analyserar (Säljö, 1995, s. 11). Han ifrågasätter alltså om begreppsforskningens metoder är tillräckliga för att kunna analysera elevernas tankar om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Enligt Säljö bör man istället undersöka vilka begrepp eleverna använder i olika sammanhang genom att ställa frågor och lyssna till deras resonemang eller analysera vad de skriver. Schoultz (2000) har i en studie försökt att upprepa delar av den nationella utvärderingen för att avgöra vilken betydelse undersökningsmetoden och undersökningskontexten har. I studien fick eleverna samma frågeställning som i den nationella utvärderingen men frågeställningen var nu invävd i en naturlig kontext. En annan skillnad var att studien genomfördes med hjälp av ett resonerande intervjuamtal med eleverna. Vid en jämförelse visar det sig att i den nationella utvärderingen klarar endast var femte elev frågeställningen medan det i Schultz studie var 90% av eleverna som resonerade på ett korrekt sätt. Schultz menar att skillnaderna inte nödvändigtvis måste bero på elevernas förståelse av de naturvetenskapliga begreppen utan att undersökningsmetoden i de nationella utvärderingarna hindrar eleverna att förstå frågeställningen.

Jag skall nu granska elevsvaren på en uppgift från den nationella utvärderingen för att se om det är möjligt att dra andra slutsatser om elevernas kunskaper än vad man gjort i rapporten. I presentationen av resultaten har utvärderarna under varje kategori gett några exempel på hur eleverna resonerar. En närmare granskning av elevernas resonemang kan eventuellt ge en tydligare bild av elevernas kunskaper. Frågeställningen vad bilavgaserna väger fanns med i den nationella utvärderingen (Skolverket, 1993a, s. 69-71) och formulerades på följande sätt:

I ett laboratorietest tankar man en bil med 50 kg bensin. Man kör så motorn tills tanken är tom och tar reda på hur mycket materia som kommer ut ur avgasröret under tiden. Vad blir resultatet? Sätt kryss!

- Mycket mindre än 50 kg
- Mindre än 50 kg
- Cirka 50 kg
- Mer än 50 kg
- Mycket mer än 50 kg

Förklara hur du tänkte!

#### *Avgaserna väger mycket mindre*

Ungefär hälften av eleverna har uppfattningen att avgaserna väger mycket mindre eller mindre än 50 kg. Av dessa elever är det en fjärdedel som menar att bensinen används, förbrukas, förbränns eller blir till energi. Dessa elever har resonerat på följande sätt:

- Det kommer ut mycket mindre än 50 kg därför att mycket av bensinen omvandlas till värmeenergi som inte går att väga.
- Mycket av bensinen omvandlas till energi.

(Skolverket, 1993a, s. 70)

Elevernas motiveringar är inte korrekta. Avgaserna väger betydligt mer än den ursprungliga bensinen, eftersom den reagerar med luftens syre. Men elevernas påståenden är trots detta inte ointressanta. Eleverna har en korrekt uppfattning att bensin "innehåller" energi. Det är denna energi som driver motorn och därmed själva bilen. Man vet dessutom att energi inte kan vägas. Vad eleverna troligen inte vet, eller inte tänker på, är att bensin innehåller kemiskt bunden energi och syre som frigörs och utnyttjas vid förbränningen och att restprodukterna bl.a. blir koldioxid och vatten. Bensinen omvandlas alltså inte till energi som eleverna tycks tro utan energin frigörs vid förbränningen. Det finns med andra ord stor anledning att tro att frågeställningen för dessa elever mer berör energibegreppet än att förstå att bensin reagerar med syre när den förbränns. Det finns ytterligare en svårighet för eleverna i uppgiften, nämligen förhållandet att gaser går att väga. Eleverna har normalt inga eller få erfarenheter av att väga gaser vilket kan innebära att eleverna missförstår uppgiften.

#### *Avgaserna väger lika mycket*

Ungefär en femtedel av eleverna tror att avgaserna väger cirka 50 kg, alltså lika mycket som den ursprungliga bensinen. Här följer några exempel hur eleverna resonerar:

- Därför att det inte kan bli mera än vad det var från början.
- Vikten kan inte försvinna.
- Det kommer ut lika mycket som man stoppade in fast i andra former.

- Den mängd materia som förbränns är lika stor eftersom antal atomer ej förändras.

(Skolverket, 1993a, s.70)

Även dessa påståenden är felaktiga i förhållande till frågeställningen. Men de pekar också på intressanta tolkningsmöjligheter som kan vidga förståelsen av elevernas kunskaper. Påståendena tyder på att eleverna faktiskt har kunskaper om viktiga naturvetenskapliga principer och fenomen. De förstår att bensinen inte bara försvinner vid förbränningen. Eleverna uttrycker att bensinen förändras på något sätt och att materia finns kvar fast i andra former. Det är möjligt att eleverna resonerar endast utifrån substansen i bensinen och helt bortser från luftens syre. Materia från bensinen finns ju kvar i avgaserna. Att det sedan tillförs syre från luften vid förbränningen betraktas inte som lika viktigt. Även i detta fall är det möjligt att frågeställningen får eleverna att fundera över andra naturvetenskapliga principer än vad författarna avsåg att göra. Dessutom visar svaren att eleverna besitter viktiga kunskaper om naturvetenskapliga principer även om dessa endast utgör en del av hela den kunskap man behöver för att lösa problemet.

#### *Avgaserna väger mer än bensinen*

28% av eleverna har svarat att avgaserna väger mer eller mycket mer än 50 kg. Dessa elever har svarat rätt eller är i närheten av det rätta svaret. Det visar sig dock att hälften av eleverna i denna kategori inte har förklarat eller motiverat sitt svar. Här är ett exempel:

- Det är så bara. Kommer ihåg att någon har sagt det.

(Skolverket, 1993a, s. 71)

I en kort kommentar till frågeställningen och elevernas resonemang konstaterar utvärderarna att en möjlig förklaring till detta förhållande ligger i att frågeställningen har använts vid tidigare EKNA-studier (Andersson, et al, 1979-1989). Detta kan innebära att en del lärare har tagit upp diskussionen i sin undervisning och att elever har kommit ihåg själva svaret men att de glömt eller inte har förstått motiveringen till uppgiften. Det finns alltså en viss risk att hälften av de elever som hamnar i denna kategori endast har besvarat frågeställningen som en ren faktauppgift där man har memorerat svaret. Man får med andra ord inte veta hur dessa elever resonerade om uppgiften eller vad de egentli-

gen har förstått eller inte förstått. Några andra elever har svarat att avgaserna väger mer än bensinen utifrån ett resonemang att gaser har större volym. Här följer några exempel:

- Det kanske kommer ut mera. Varför? Alla gaser och ångor som bildas blir väl rätt mycket + alla partiklar.
- En liten gnutta bensin motsvarar ju mycket mer gas i volym.

(Skolverket, 1993a, s. 70)

Ungefär 3% av eleverna har resonerat utifrån att gaser är tunga eller har större volym. Dessa påståenden besvarar egentligen inte frågeställningen men innehåller ändå intressanta möjligheter till tolkning. I det andra påståendet visar eleven att han/hon förstår att avgaserna tar större plats än bensinen. Detta kan innebära att eleven i fråga verkligen har förstått att materia har tillförts vid förbränningen och att avgaserna därmed väger mer än den ursprungliga bensinen. Men det finns dessutom en annan tolkningsmöjlighet som innebär, att eleven uppfattar att avgaserna väger mer än bensinen endast eftersom de har större volym. Alltså att själva volymökningen i sig innebär att avgaserna väger mer. Denna elev inser kanske inte att det sker en kemisk förening med luftens syre och att det är denna reaktion som tillför ny materia. Möjligheten finns att just för att eleven i detta fall resonerat felaktigt kring volymbegreppet har han/hon kommit fram till rätt svar.

Utvärderarna konstaterar att endast 4% av eleverna har löst uppgiften korrekt och samtidigt klarat av att ge en godkänd naturvetenskaplig förklaring. En orsak som anges som förklaring är att många elever saknar den grundläggande begreppsstruktur som är nödvändig för att förstå en frågeställning av denna typ. Några av eleverna lyckas dock motivera sina svar på ett bra sätt:

- Det tillkommer en hel del annan materia. Syrepartiklar ur luften. Och vid förbränningen bildas koldioxid och ev. kolmonoxid.
- Ämnen i bensinen förenar sig med ämnen i luften och går ut genom avgasröret.

(Skolverket, 1993a, s. 70)

### 2.1.2 Inte bara svenska elever har svårigheter

Ett antal internationella studier visar att många elever har stora problem att förstå flera av de svårigheter som ingår i en uppgift som den ovanstående. I en intervjustudie (Novack och Nussbaum, 1978) av 14-15 åringar från Israel kunde endast sex av tio elever ange att luft består av partiklar. En stor del av dessa elever menade att dessa partiklar inte har någon mätbar massa eftersom luft är "så lätt". I en engelsk studie (Brook, Briggs & Driver, 1984) av ca 300 15-åringar hade endast en femtedel av eleverna en acceptabel kunskap om partiklar i gas. En tredjedel av eleverna i studien hade uppfattningen att själva partiklarna kunde utvidgas, bli varma, smälta eller uppvisa biologiska livsfunktioner. Många elever har alltså svårigheter att förstå att gaser består av partiklar som har massa och går att väga vilket är en viktig förutsättning för att lyckas med uppgiften.

En annan svårighet i denna uppgift ligger i att det sker en kemisk reaktion mellan bensinen och luftens syre vilket innebär att avgaserna väger betydligt mer än den ursprungliga bensinen. I en annan engelsk studie (Driver, 1985) kunde endast 15% av eleverna ange att brinnande stålull väger mer än den ursprungliga stålullen eftersom syre tillförts vid förbränningen. Studien visar dessutom att många elever vet att syre behövs vid förbränning men att de inte inser att själva förbränningen tillför materia i form av syre. När det gäller att förstå energibegreppet, som också ingår i uppgiften, visar studier (Solomon, 1992b) att engelska elever har i princip samma föreställningar som de svenska. I uppgiften tillkommer ytterligare en svårighet eftersom alla inblandade ämnen är i gasform. Detta gör frågeställningen än mer abstrakt för eleverna. Det finns alltså mycket som pekar på att denna uppgift är komplex och svår att lösa och att detta troligtvis inte bara gäller svenska elever.

### 2.1.3 Reanalysen visar att man kan dra andra slutsatser

Min reanalys av uppgiften visar att det är möjligt att ifrågasätta rapportens (Skolverket, 1993a) slutsatser. Det finns en inneboende motsättning mellan resultatet på de uppgifter som avser att mäta elevers s.k. tilläpade kunskaper och de uppgifter som avser att mäta faktakunskaper. Det finns en uppenbar risk att slutsatserna i rapporten blir alltför negativa. I en annan del av utvärderingen fick eleverna frågan när kol-



dioxid bildas. I denna uppgift klarade 78% av eleverna av att ange att koldioxid bildas när en vanlig bil kör. Dessutom klarade ungefär sju av tio att beskriva att koldioxid även bildas när ved och olja brinner. Det tycks som om många av eleverna har en god kunskap om att koldioxid bildas vid förbränning när uppgiften är mer enkel och vardaglig. I de tillämpade uppgifterna kan en analys som utgår från elevernas sätt att resonera öka möjligheterna att ge en mer nyanserad bild än vad som presenteras i rapporten. Flera av elevsvaren i de nationella utvärderingarna som avfärdats som felaktiga innehåller riktiga och viktiga naturvetenskapliga resonemang. Om man genomför en reanalys utifrån Säljös (1995) kritik av begreppsforskningen går det att visa att ett otillräckligt eller felaktigt svar kan ge information om vad elever faktiskt kan och hur de resonerar.

En minoritet av svenska elever i skolår nio klarar mycket enkla och grundläggande uppgifter enligt utvärderarna (Skolverket, 1993a). Flerparten av frågeställningarna avser att mäta elevernas kunskaper i tillämpade situationer. Eleverna förväntas både ha kunskaper inom området och dessutom använda dessa i en ny och kanske främmande situation. Detta bör med stor sannolikhet innebära svårigheter för många av eleverna. Resultaten visar också att så är fallet. De frågeställningar som avser mäta faktakunskaper med fasta svarsalternativ och där eleverna inte behöver motivera sina svar visar betydligt högre lösningsfrekvenser än övriga frågor. Det kan innebära att eleverna är mer vana vid denna typ av frågeställningar. Med tanke på hur undersökningen (Skolverket, 1993a) genomförts är det rimligt att anta att utvärderingen endast visar att många elever saknar erfarenhet av att tillämpa sina kunskaper i en ny och ovan situation. Denna förmåga är avgörande för att man skall förstå naturvetenskapliga fenomen i sin omvärld. Min reanalys visar alltså att eleverna besitter relativt goda baskunskaper i de naturvetenskapliga ämnena, men saknar i stor utsträckning erfarenheten och förmågan att tillämpa dessa kunskaper i nya och komplexa situationer.

För att godkännas i flera av frågeställningarna krävs att eleverna skall använda korrekta naturvetenskapliga begrepp och ett adekvat naturvetenskapligt språkbruk. Elevsvar som gör detta placeras i de kategorier som bedöms som bättre än de övriga och får godkänt på frågeställningen. Detta innebär att lösningsfrekvensen endast blir 1-5% på ett antal av frågorna. Detta förfaringsätt ger ett missvisande resultat. Svar som placerats i lägre kategorier innehåller ofta riktiga och viktiga

naturvetenskapliga principer. De är dock alltför ofullständiga för att bedömas som korrekta. Bristerna består ofta i ett otillräckligt språkbruk eller på att eleven besvarat frågan på en annan nivå än vad som förväntades och ofta mer konkret och vardagligt. Eleverna svarar med andra ord inte endast rätt eller fel. Deras påståenden är rätt eller fel i förhållande till en korrekt naturvetenskaplig förklaring. En annan möjlighet är att analysera elevernas kunskaper utifrån en helhetsbild av deras "förklaringsmodeller" eller sätt att resonera.

Elevernas svar har placerats i kategorier utifrån ett enda uttalande på en enda frågeställning. Provsituationen i sig kan även förklara vissa av bristerna i svaren. Eleverna har endast haft möjlighet att avge skriftliga svar. De förväntas lösa ett antal relativt svåra uppgifter under tidspress och skriftligt formulera ett korrekt svar med ett relevant naturvetenskapligt ordval. Detta innebär självklart begränsningar i elevernas möjligheter att uttrycka sina faktiska kunskaper kring de frågeställningar de ställts inför. Man måste fråga sig vilken betydelse själva provsituationen har för elevernas förmåga att avge kvalitativa svar och på vilket sätt dessa förhållanden påverkar bedömningen av elevernas kunskaper i naturvetenskap. Tyvärr saknas en diskussion om dessa förhållanden.

Reanalysen av delar av den nationella utvärderingen (Skolverket, 1993a) visar en betydligt mer positiv bild av elevernas kunskaper i naturvetenskap. Det finns därmed anledning att ifrågasätta giltigheten i de nationella utvärderingarna. Det finns en inneboende motsättning mellan resultaten som mäter tillämpade kunskaper och de som mäter faktakunskaper som inte diskuteras eller problematiseras. Reanalysen pekar på att en mer nyanserad slutsats är att eleverna har relativt goda baskunskaper i naturvetenskap men saknar erfarenheter och färdigheter att tillämpa dessa i nya och komplexa situationer. En analys som mer ingående försöker undersöka elevens sätt att resonera om naturvetenskap visar att elevsvaren i hög utsträckning innehåller riktiga resonemang och viktig information om elevens kunskaper.

## 2.2 Svenska elevers kunskaper i naturvetenskap ur ett internationellt perspektiv

### 2.2.1 Third International Mathematic and Science Study (TIMSS)

TIMSS-projektet är en internationell undersökning om elevers kunskaper i matematik och naturvetenskap anordnad av The International Association for The Evaluation of Educational Achievement (IEA). Studien är världens hittills största komparativa studie inom utbildningsområdet. Totalt har 750 000 elever från ett fyrtiotal länder från alla världsdelar deltagit. I Sverige deltog ca 9000 elever i skolår 6, 7 och 8 (Skolverket, 1996a). I detta avsnitt beskrivs de svenska elevernas resultat i ett internationellt perspektiv.

En första granskning av TIMSS-studien (Skolverket, 1996a) visar att de svenska 13-åringarna presterar ett relativt genomsnittligt resultat både i naturvetenskap och matematik. I det teoretiska provet i naturvetenskap hamnar svenska elever i skolår sju på 11:e plats av 26 jämförda länder. De svenska elevernas prestationer är mer homogena än i motsvarande länder. Lågpresterande elever får ett högre resultat än motsvarande grupper från andra länder. Dock får högpresterande elever i Sverige något sämre resultat än i andra länder. Flickor och pojkar i Sverige presterar likvärdiga resultat i matematik. I naturvetenskap finns signifikanta genusskillnader till pojkarnas fördel. Störst är skillnaderna i delmoment som berör fysik och kemi.

De olika provuppgifterna (Skolverket, 1996b) i TIMSS-studien har haft avsikten att mäta både formella och tillämpade kunskaper inom de naturvetenskapliga ämnena. I vissa av provuppgifterna redovisas stora skillnader i lösningsfrekvens mellan elever från olika länder. En av studiens slutsatser är att de svenska eleverna visar upp ett betydligt bättre resultat än det internationella genomsnittet när det gäller att lösa uppgifter där man använder sina kunskaper i enkla och vardagliga situationer. Detta gäller framförallt i fysik och kemi. På motsvarande sätt är de svenska elevernas resultat något sämre när det gäller formella ämneskunskaper och förmågan att använda naturvetenskapliga metoder.

## 2.2.2 Reanalys av de svenska elevernas resultat

Jag avser nu att prova om resultatet går att analysera på annat sätt än vad man har gjort i skolverkets studie (Skolverket, 1996a). Reanalysen avser att undersöka hur resultatet påverkas av att göra prestationsjämförelser utifrån antal skolår istället för utifrån elevernas ålder. För det andra ämnar reanalysen problematisera de redovisade prestationsskillnaderna mellan flickor och pojkar.

I 37 av totalt 86 provuppgifter i naturvetenskap får de svenska eleverna mer än fem procentenheter högre resultat än det internationella genomsnittet. Endast i 17 provuppgifter når de ett sämre resultat. Det är då väsentligt att påpeka att den internationella jämförelsen är gjord mellan 13-åringar. I Sverige går dessa elever i skolår sju. I nästan alla andra länder går eleverna i skolår åtta (Danmark undantaget). Med andra ord jämförs de svenska eleverna i den internationella undersökningen med elever som har gått ett år längre i skolan. Eftersom den svenska TIMSS-studien även har undersökt elever i skolår åtta är det möjligt att göra en internationell jämförelse mellan elever som har gått 8 år i skolan. Det visar sig då att de svenska eleverna får mer än fem procentenheter högre resultat än det internationella genomsnittet i 67 provfrågor av 86. Endast i sju provfrågor får de svenska eleverna mer än fem procentenheter lägre resultat. Vid en sådan jämförelse blir de svenska elevernas resultat bland de bästa i hela studien. En sådan jämförelse är naturligtvis inte helt rättvis men förtydligar några viktiga slutsatser. Även i skolår åtta får de svenska eleverna ett sämre resultat än genomsnittet när det gäller att förstå och använda naturvetenskapliga metoder eller arbetssätt. Detta är alltså en trend som håller i sig och därför bör uppmärksammas. När det gäller elevernas förmåga att definiera formella ämnesbegrepp framträder en mer nyanserad bild. De svenska eleverna klarar dessa uppgifter bra förutom några kemi- och ekologi-uppgifter. I Skolverkets rapport (1996a) beskrivs de svenska elevernas resultat som genomsnittliga i en internationell jämförelse. Detta omdöme är inte helt rättvisande. De svenska eleverna når goda och i vissa fall mycket goda resultat. Speciellt när det gäller att dra slutsatser från en given information eller att använda sina kunskaper för att lösa ett problem eller en enkel och vardaglig situation.

Frågan är då om de svenska 14-åringarna kan betrakas som duktiga i naturvetenskap eller inte. Naturligtvis är det inte möjligt att entydigt besvara denna frågeställning utifrån TIMSS-studien. Men här finns en

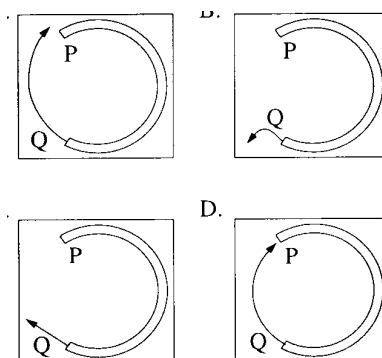
möjlighet att peka på skillnader mellan olika kunskapsstyper som blir tydlig i studien. I den internationella diskussionen om den naturvetenskapliga undervisningens syfte brukar två olika perspektiv framhållas (för en översikt se Sjöberg, 2000a). Dessa kan benämnas som "Science for Citizenship" eller Science for Scientists". I det första perspektivet betonas den kunskap som eleverna behöver som samhällsmedborgare. I det andra perspektivet betonas de kunskaper som framtidens naturvetare behöver. TIMSS-studien pekar på att de svenska eleverna når ett gott resultat i det första perspektivet men inte ett riktigt lika bra resultat i det andra.

I vissa av provuppgifterna redovisas stora skillnader i lösningsfrekvens mellan flickor och pojkar. Dessa skillnader är statistiskt signifikanta till pojkarnas fördel. Vid en analys av provfrågorna upptäcker man tydliga genusmönster. Vissa av provfrågorna kan definieras som typiska "pojkrågor" och andra som typiska "flickrågor". I den andra delen av reanalysen avser jag studera eventuella samband mellan kön och uppgifternas innehåll och utformning. Exempelvis visade Lie och Sjöberg (1984) redan i början av, 1980-talet att sättet att formulera frågor och valet av naturvetenskapligt innehåll kan skapa prestationsskillnader mellan flickor och pojkar.

### *Pojkuppgifter*

Vid en granskning av provuppgifterna går det att upptäcka relativt stora prestationsskillnader till pojkarnas fördel i vissa uppgifter. I figur 1 ges ett exempel på en uppgift som kan betraktas som en typisk "pojkrågift". I denna provuppgift når pojkarna i skolår sju ett betydligt bättre resultat än flickorna. Skillnaden är drygt 20 procentenheter. Om man undersöker samtliga provuppgifter i fysik och kemi, där pojkar i skolår sju presterar mer än fem procentenheter högre resultat än flickorna, framträder ett tydligt mönster. I en majoritet av dessa provuppgifter förekommer figurer, diagram eller bilder från en experimentell situation med en typisk naturvetenskaplig laboratorieutrustning. Dessa uppgifter verkar missgynna flickorna. Dessutom handlar uppgifterna ofta om att tolka ett förlopp eller en konstruktion. Den vardagliga anknytningen är minimal eller saknas helt. Typiska pojkuppgifter innehåller ord som atom, molekyl, amperemeter, kemisk reaktion eller reflektor. Det handlar då ofta om att definiera formella ämnesbundna ord eller begrepp för att kunna lösa uppgiften.

En böjd räanna är placerad på ett vågrätt bord som figurerna visar. En kula puttas in i räanna vid P så att den lämnar räanna vid Q. Följande figurer visar bordet och räanna sedda uppifrån. Vilken figur visar hur kulan rör sig sedan den lämnat räanna vid Q.



*Figur 1.* Exempel på en uppgift där pojkar presterar klart bättre än flickor (Skolverket, 1996b uppgift O13)

Ett antal studier visar på stora skillnader när det gäller vilket naturvetenskapligt innehåll flickor respektive pojkar föredrar. Exempelvis visar SAS-studien (Sjöberg et al, 2000b) att flickor i betydligt högre utsträckning väljer att studera vardagliga naturfenomen medan pojkar gärna väljer abstrakta naturvetenskapliga begrepp. Om man har för avsikt att nå någorlunda rättvisande resultat i utvärderingar som TIMSS-studien måste dessa förhållanden beaktas vid utformningen av provuppgifterna.

### *Flickuppgifter*

Vid en granskning av samtliga provuppgifter blir det tydligt att flickorna presterar ett betydligt bättre resultat än pojkarna i vissa typer av uppgifter. Här är ett exempel:

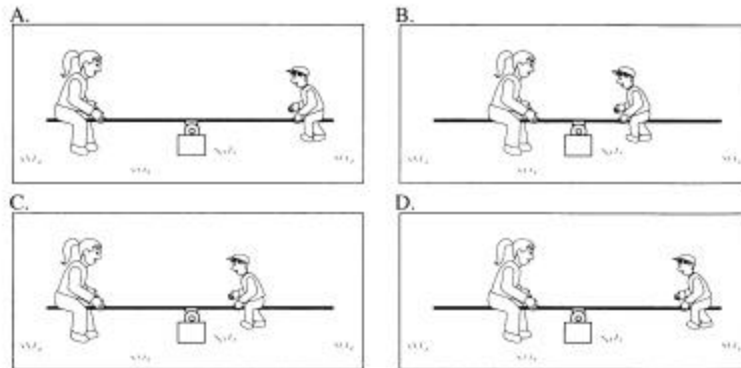
Johan blev sjuk i influensa. Skriv ner ett sätt han kan ha fått den på.  
(Skolverket, 1996b uppgift O17)

Nästan 79% av flickorna i skolår sju lyckades hitta en smittoväg. Detta skall jämföras med pojkarnas drygt 58%. Flickorna presterar generellt bättre i biologi än i övriga naturvetenskapliga ämnen. Detta gäller särskilt provfrågor som handlar om människokroppen. En möjlig tolkning kan vara att en kunskap om dessa frågor påverkar det vardagliga livet, välbefinnandet och hälsan vilket intresserar flickorna. Om man äter näringsriktig kost och undviker att bli smittad av sjukdomar mår man bättre. Det finns alltså en direkt nyttoaspekt i dessa uppgifter jämfört med många av de andra. Dessutom är ord och begrepp i uppgifterna enkla och vardagliga och saknar formella naturvetenskapliga definitioner.

Vid en jämförelse med andra uppgifter från TIMSS-studien så framträder ett tydligt mönster. Flickorna presterar ett högre resultat i uppgifter som innehåller ett vardagligt material och lägre resultat i uppgifter där det är avgörande att förstå eller använda en experimentell utrustning. Ett antal provuppgifter i studien (Skolverket, 1996b) stödjer en sådan slutsats. Andra studier (Sjöberg et al, 2000b) bekräftar att flickorna inte fäster samma vikt vid den experimentella utrustningen eller att de behöver längre tid att vänja sig vid den än pojkarna. Frågan är om utrustningen som används i vissa uppgifter (se figur 1) är relevant att använda i denna typ av utvärderingar. Man kan ifrågasätta om denna uppgift mäter ett viktigt kunskapsområde i grundskolans naturvetenskapliga undervisning. Risken är att det är uppgiftens utformning som utgör skillnaden mellan pojkars och flickors "kunskaper" i naturvetenskap och att man bortser från reella skillnader i andra avseenden.

Resultatet från ett flertal provuppgifter tyder på att flickor upplever mötet med den mer formella naturvetenskapen mer problematisk än vad pojkar gör. I nedanstående uppgift (Figur 2) når flickor i skolår åtta ett sämre resultat än flickor i skolår sex och sju.

En möjlig tolkning är att de yngre flickorna i högre grad litat på sin egen erfarenhet och sin egen förmåga att dra slutsatser än de äldre. Mötet med den mer formella och ämnesbundna naturvetenskapen får flickorna att tveka över värdet av den egna vardagserfarenheten. De flesta elever har med stor sannolikhet en praktisk erfarenhet av att lösa problemet med gungbrädan. Men när skolan sedan försöker att utnyttja denna vardagserfarenhet för att dra teoretiska slutsatser i fysikundervisningen uppstår problem.



Figur 2. Vilken av bilderna ger den bästa beskrivningen? (Skolverket, 1996b uppgift N8)

### 2.2.3 Provuuppgifternas utformning missgynnar flickorna

Flickor presterar ett signifikant lägre resultat än pojkar i provuppgifter som avser att mäta elevernas kunskaper i naturvetenskap (Skolverket, 1996a). Skillnaderna är störst i fysik och kemi och lägst i biologi. Det finns en hel del som tyder på att uppgifternas utformning, presentationssätt och ordval kan vara viktiga faktorer som skapar dessa skillnader. Flickor verkar missgynnas av uppgifter som innehåller konstruktioner, figurer eller bilder från en experimentell situation utan vardaglig anknytning. Flickor verkar däremot gynnas av uppgifter där det handlar om att dra slutsatser från en given information eller sina egna kunskaper. Ett tydligt mönster är också att flickor gynnas av uppgifter där människan och människokroppen är i centrum. Det finns dessutom faktorer som tyder på att flickor upplever mötet med skolans formella ämnesbundna naturvetenskap som mer problematisk än vad pojkarna gör.



## 2.3 Att lösa praktiska uppgifter i naturvetenskap

### 2.3.1 De svenska eleverna är duktiga i praktisk naturvetenskap

Resultatsammanställningen av TIMSS-studiens praktiska del (Skolverket, 1997) visar att de svenska eleverna presterar bra resultat på det praktiska provet. I den naturvetenskapliga delen av provet placerar sig de svenska eleverna på fjärde plats. Andra länder som presterar goda resultat på det praktiska provet är Singapore, Schweiz, England och Skottland. Det finns inga säkerställda skillnader mellan flickors och pojkars resultat. Även i Sverige får flickor och pojkar helt likvärdiga resultat totalt. Det finns däremot genusrelaterade skillnader i resultaten mellan olika provuppgifter och mellan olika deluppgifter beroende på uppgiftens utformning och karaktär. Flickorna når ett lägre resultat än pojkarna när det gäller att besvara teoretiska frågeställningar som anknyter till experimenten. Flickorna når dock ett högre resultat än pojkarna när det gäller att genomföra noggranna undersökningar, beskriva mätvärden och dra slutsatser.

De svenska eleverna får mycket goda resultat när det gäller att genomföra experimenten och att använda en experimentell utrustning. Däremot är det betydligt svårare för eleverna när det gäller att förklara resultaten eller formulera generella regler. Det finns mycket i det praktiska provet som tyder på att de svenska eleverna inte är vana vid att diskutera sina resultat. I flera av uppgifterna klarar eleverna på ett utmärkt sätt av att genomföra själva uppgiften men har svårigheter att förstå skillnaden mellan att beskriva och förklara resultatet. En viktig slutsats från det praktiska provet är att eleverna behöver mer träning i att tala naturvetenskap, diskutera sina resultat och få jämföra resultaten med befintlig teori. Det praktiska provet visar också att många svenska elever har brister när det gäller att använda formella naturvetenskapliga metoder. De svenska eleverna har ofta gjort för få mätningar och har problem att genomföra systematiska undersökningar.

## 2.4 Naturvetenskaplig problemlösning i grupp

Inom ramen för den nationella urvärderingen genomfördes en undersökning av elevernas problemlösande förmåga i grupp (Skolverket, 1993d). Syftet med detta prov var att utvärdera elevernas färdigheter i att formulera problem, avgränsa sig, samla in data, sammanställa data, dra slutsatser och att presentera ett resultat. Uppgiften till eleverna formulerades med hjälp av ett brev från en engelsk student som undrar vilka effekter av den försurade nederbörden som kan märkas i Sverige. I brevet ställs dessutom frågor om eleverna själva kan notera någon förändring i sin omgivning som är orsakade av försurningen och om de kan genomföra egna undersökningar för att fastslå att dessa orsakats av den försurade nederbörden. Vidare frågas efter försurningens orsaker, vem som bär ansvaret för försurningen i Sverige och vad som görs för att förhindra dess skadeverkningar. Eleverna fick dessutom frågan om invånarna i Sverige känner oro inför framtiden på grund av försurningen.

Utvärderarna konstaterar att läroplanens mål när det gäller elevernas förmåga att arbeta undersökande och ifrågasättande inte kan sägas vara uppfyllda. 60% av grupperna har lyckats besvara minst en av frågeställningarna väl. Forskarna konstaterar emellertid att det är otillfredsställande att 40% inte har lyckats underbygga sina svar på någon frågeställning. En fjärdedel av grupperna har följt sin ursprungliga planering och bearbetat de frågeställningar de tänkt sig, medan 60% av grupperna tillfört nya frågor under arbetets gång. Eleverna visar också generellt liten självständighet i förhållandet till sina informationskällor. Direkta avskrifter ur böcker är inte ovanliga. Kritisk granskning av källorna är sällsynta. I lärarnas egna bedömningar framkommer att 60% av grupperna arbetar ganska oreflekterat. Knappt hälften av grupperna har genomfört en egen undersökning. Forskarna konstaterar att spridningen i denna uppgift är mycket stor. I vissa klasser har i stort sett alla grupper genomfört egna undersökningar, medan förhållandet har varit det motsatta i andra. Man har också försökt att göra en kvalitativ bedömning av de genomförda undersökningarna genom att titta på om eleverna utgått från en frågeställning, beskrivit metoder, gjort kommentarer och försökt förklara sina undersökningsresultat. Endast en tiondel av undersökningarna innehåller tre eller fyra av dessa kvaliteter.

Andra studier (Skolverket, 1993e) bekräftar, att det undersökande arbetet och arbete i grupp tillhör de minst tillämpade av arbetssätten i

grundskolan. Enligt studien är fortfarande arbetssätt där läraren talar eller frågar och eleven lyssnar eller svarar som dominerar i grundskolan. I en annan studie (Kärrqvist, 1996) av elevers problemlösande förmåga i gymnasieskolan menar författaren, att det existerar stora likheter mellan grundskolan och gymnasieskolan när det gäller elevernas brister i detta avseende. Endast var tionde elev i gymnasieskolans åk 3 klarar att granska texter kritiskt. Både grundskoleelever och gymnasieelever är ovana att formulera avgränsande frågeställningar och att ta med sig dem vid sovring och informationssökning. Eleverna är förhållandevis osjälvständiga i sin sökning och styrs ofta av skolböckernas uppläggning. Kärrqvist (1996) ger några förslag på hur bristerna kan avhjälpas. Hon menar att eleverna i betydligt högre utsträckning än idag behöver arbeta med "ostrukturerade uppgifter i realistiska sammanhang" som tränar eleverna i att avgränsa och formulera egna frågor. De tränas på detta sätt att använda olika processfärdigheter som är viktiga vid problemlösning. Eleverna behöver dessutom få fler tillfällen att själva välja informationskällor och tränas i att granska dem kritiskt.

## 2.5 Sammanfattning av svenska grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskap

I ovanstående genomgång av forskningsstudier framträder en relativt otydlig och splittrad bild av svenska grundskoleelevers kunskaper. Den nationella utvärderingen (Skolverket, 1993a,b) visar att svenska elever har allvarliga kunskapsbrister i de naturvetenskapliga ämnena. Det finns dock anledning att diskutera giltigheten i dessa studier. Säljö (1995) ifrågasätter om begreppsforskningens metoder är tillräckliga för att kunna analysera elevernas tankar om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen överhuvudtaget. Schoultz (2000) visar i en studie att när eleverna får resonera om ett naturvetenskapligt problem når de betydligt bättre resultat än i de nationella utvärderingarna. Min reanalys pekar på att de nationella utvärderingarna ger en alltför negativ bild av elevernas kunskaper i naturvetenskap. Analysen visar också att utvärderingarna innehåller en inneboende motsättning mellan resultaten som mäter tillämpade kunskaper och de som mäter faktakunskaper. Eleverna presterar betydligt bättre resultat i uppgifter som mäter grundläggande baskunskaper än i uppgifter där de måste tillämpa

sina kunskaper. Även andra studier bekräftar en sådan slutsats. TIMSS-studiens (Skolverket, 1996a) resultat tyder på att de svenska eleverna har goda baskunskaper. Studien visar också att om man jämför elevernas resultat efter antalet skolår istället för ålder får de svenska eleverna mycket goda resultat. En mer nyanserad slutsats blir därför att eleverna har goda baskunskaper men saknar erfarenhet av att använda dem i nya och komplexa situationer.

Hur kan det komma sig att det existerar så stora skillnader mellan elevernas förmåga att lösa uppgifter av faktakaraktär och deras förmåga att lösa tillämpade uppgifter? En logisk förklaring ligger i att tillämpade uppgifter är svårare, mer komplexa och kräver djupare förståelse. En annan förklaring är att eleverna helt enkelt saknar erfarenhet av denna typ av uppgifter. En rapport från Skolverket (1997) visar att svenska elever i stor utsträckning saknar erfarenhet av att lösa problem och diskutera naturvetenskapliga frågeställningar. Även studien om elevers problemlösning i grupp (Skolverket, 1993d) understryker en sådan slutsats. Mycket tyder på att om eleverna inte får arbeta med tillämpade uppgifter och lösa problem finns en uppenbar risk att de utvecklar en felaktig bild av naturvetenskaperna. Risken är överhängande att eleverna endast ser naturvetenskap som ett oändligt antal faktakunskaper och inte upptäcker naturvetenskapernas problemlösande karaktär. Flera studier pekar på att den naturvetenskapliga undervisningen i Sverige behöver utveckla elevernas förmåga att använda sina kunskaper i reella och verkliga situationer. Kärrqvist (1996) menar att eleverna behöver arbeta med "ostrukturerade uppgifter i realistiska sammanhang" för att träna sin förmåga att formulera frågor och strukturera undersökningar. Studien (Kärrqvist, 1996) visar också att eleverna har brister när det gäller att kritiskt granska källor, arbeta undersökande och ifrågasättande. Resultaten i det praktiska provet i TIMSS (Skolverket, 1997) tyder dessutom på att de svenska eleverna är ovana att diskutera experimenten och relatera dem till den teori man studerar. Samtliga av dessa studier pekar alltså på att svenska elever i högre utsträckning än idag behöver diskutera och resonera om naturvetenskapliga frågeställningar och problem.

TIMSS-studien (Skolverket, 1996a) visar signifikanta skillnader mellan flickors och pojkars prestationer i naturvetenskap till pojkarnas fördel. Om man genomför en reanalys av provfrågorna upptäcker man tydliga genusmönster. Vissa av provfrågorna kan definieras som typis-

ka "pojkrågor" och andra som typiska "flickrågor". Pojkar når högre resultat än flickor när provuppgifterna innehåller diagram, figurer eller bilder från en experimentell situation som skall tolkas. I dessa uppgifter handlar det ofta om att definiera formella ämnesbundna ord eller begrepp för att kunna lösa uppgiften. Den vardagliga anknytningen är minimal eller saknas helt. Denna typ av uppgifter tycks missgynna flickor. Däremot presterar flickor högre resultat än pojkar när kunskaperna är viktiga för det vardagliga livet, välbefinnandet och hälsan. I uppgifter som berör människokroppens funktion och uppbyggnad når flickorna också mycket goda resultat. Flickor når dessutom bättre resultat än pojkarna eller jämförbara resultat när provuppgifterna handlar om att dra slutsatser från en given information. Resultatet från ett flertal provuppgifter tyder också på att flickor upplever mötet med den formella naturvetenskapen mer problematiskt än vad pojkarna gör. Även andra studier bekråftar en sådan slutsats. Exempelvis visar SAS-studien (Sjöberg et al, 2000b) att flickor i betydligt högre utstråkning väljer att studera vardagliga naturfenomen medan pojkar gärna väljer att studera abstrakta naturvetenskapliga begrepp. En analys av provfrågorna pekar på att det framförallt är uppgifternas utformning, presentationssått och ordval som skapar och förstårker prestationsbundna genuskillnader.

En viktig slutsats inför min egen studie blir därför att försöka konstruera en problemlösningsuppgift som upplevs som engagerande och intressant av både flickor och pojkar. Problemställningen bör dessutom vara konstruerad så att den stimulerar eleverna till att samarbeta, diskutera och samtala under problemlösningsprocessen.

### 3 Elevers förståelse av växthuseffekten och den globala uppvärmningen

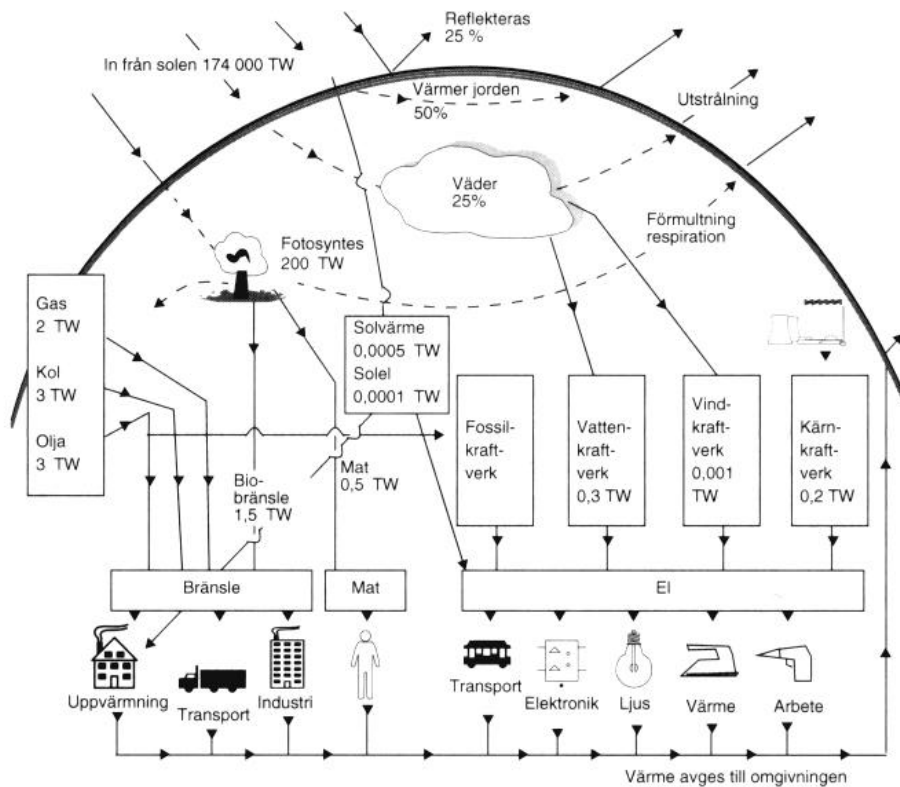
I min studie kommer elever att bearbeta en problemställning som berör växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Detta kapitel tar därför upp andra studier som beskriver elevers förståelse av detta område. I det första avsnittet ges också en kort och översiktlig beskrivning av jordens växthuseffekt och den globala uppvärmningen. Syftet är framförallt att ge en läsaren en kort bakgrund så att avsnitten om elevers förståelse av fenomenen blir tydligare och enklare att följa. Jag kommer i denna avhandling att använda termen "naturlig" växthuseffekt för en växthuseffekt på den nivå som rådde under mycket lång tid fram till industrialismens genombrott. Med termen "förstärkt", antropogen växthuseffekt menar jag den snabba ökning av växthuseffekten som är en konsekvens av människans teknikanvändande under de senaste 200 åren. Termerna och de begrepp de representerar kommer att diskuteras nedan.

#### 3.1 Jordens växthuseffekt och den globala uppvärmningen

Jordens atmosfär påverkar dess temperatur på en rad olika sätt. Ett av de viktigaste är växthuseffekten, som ger en återstrålning av värme från atmosfären mot jorden. Den åstadkoms av gaser, som förekommit under årmiljoner i atmosfären, men vilkas koncentration nu ökar snabbt på grund av mänsklig verksamhet. Utan växthuseffekten skulle jordens medeltemperatur vara ca  $-18^{\circ}\text{C}$  i stället för dagens ca  $15^{\circ}\text{C}$  (Bolin, 1993), alltså föga lämpligt för mänskligt liv.

Energi kan inte försvinna, den kan endast omvandlas till olika energiformer (energiprincipen, termodynamikens 1:a huvudsats). Alla ener-

giomvandlingar på jorden, både de som sker i naturen och de som människans teknik åstadkommer, resulterar i att energi strålar ut från jorden i form av långvågig värmestrålning (en följd av tempodynamikens 2:a huvudsats). Jordens temperatur bestäms därmed av en strålningsbalans mellan ett kortvågigt strålningsinflöde från solen och den utgående värmestrålningen (IR). Strålningsbalansen är självjusterande genom att jorden utstrålar mer energi ju högre dess temperatur är (enligt Stefan-Boltzmanns lag). En stabil balans mellan in- och utstrålning uppstår därför vid en viss temperatur. Jorden utstrålar då lika mycket energi som den absorberar. Denna strålningsbalans har varit relativt konstant under stora delar av jordens historia. I figur 3 beskrivs jorden i energiflödet från solen och några olika energiomvandlingar, naturliga och antropogena.



Figur 3. Jorden i energiflödet från solen. Energiomvandlingar (ur Areskoug, 1999, s. 15)

I atmosfären finns ett antal gaser som har egenskapen att absorbera långvågig värmestrålning från jorden men i hög utsträckning släppa igenom kortvågig strålning från solen. Man brukar kalla dessa gaser för växthusgaser. De vanligaste växthusgaserna är vattenånga, koldioxid, metan, dikväveoxid, ozon och freoner (CFC). Freonerna förekommer inte naturligt utan är antropogena ämnen (skapade av människor). Mängden växthusgaser reglerar hur mycket av jordens utgående värmestrålning som absorberas i atmosfären. En högre halt av växthusgaser innebär att mer energi absorberas i atmosfären som då får en högre temperatur. Atmosfären avger denna energi i form av värmestrålning mot jorden och rymden. En högre halt av växthusgaser i atmosfären medför alltså att en större mängd värmestrålning återstrålar mot jorden. Jordens temperatur ökar, utstrålningen ökar och en ny strålningsbalans uppnås vid en förhöjd medeltemperatur.

Under jordens historia har det också förekommit temperaturskiftningar och långsamma förändringar av jordens klimatiska förhållanden. Vid våra breddgrader har ett antal nedisningsperioder avlösts av varmare perioder. En varmare period började för ungefär 200 miljoner år sedan. De senaste 900 000 åren har dock karakteriserats av 4-5 stora nedisningar av norra halvklotet, varav den senaste avslutades för ca 9000 år sedan. Klimatforskare har idag ett antal teorier och hypoteser om orsaker till dessa förändringar (Houghton, 1995). Exempelvis är man idag relativt säker på att jordens medeltemperatur varierar i återkommande cykler bl.a. beroende på förändringar av jordaxelns lutning och jordbanans excentricitet (formen på banan). Man vet också att kraftiga vulkanutbrott och meteoritnedslag kan resultera i en ökad mängd stoftpartiklar i atmosfären som har en avkylande effekt på jorden. Vissa perioder av jordens historia har koldioxidhalten varierat kraftigt vilket inneburit förändringar av jordens medeltemperatur (Bolin, 1993).

### 3.1.1 Den förstärkta växthuseffekten och jordens globala uppvärmning

De senaste 200 åren av industrialism och befolkningsökning har inneburit att mänskligheten ökat sin energianvändning radikalt. Framförallt har industrialismens ökade förbränning av fossila bränslen (olja, kol, naturgas) resulterat i en höjning av koldioxidhalten i atmosfären. Ex-



empelvis ger 1 mils bilkörning ett utsläpp på ca 2 kg. En minskad areal skogsmark på jorden och försämrade livsvillkor för alger i världshaven bidrar också till en ökad koldioxidhalt i atmosfären (Clayton, 1995). Under de senaste 200 åren har halten av andra växthusgaser också ökat. Detta gäller framförallt metan, freoner (CFC), dikväveoxid och marknära ozon. Forskarna inom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997) är oense om vilken temperaturförändring den ökade mängden växthusgaser hittills inneburit. Naturvårdsverket (1996) beräknar att den ökade mängden koldioxid hittills resulterat i en temperaturökning på 0,3-0,6 °C. När det gäller framtidsprognoser är osäkerheten större. Forskare har beskrivit ett antal olika framtidsscenarier med förväntad temperaturökning de närmaste 100 åren i intervallet 1,0-3,5 °C (Houghton, 1995). Dessa temperaturförändringar brukar också benämnas som "den globala uppvärmningen". Oavsett vilken prognos som infrias finns konsensus i forskarvärlden (IPCC, 1997) om att människan måste minska utsläppen av växthusgaser i atmosfären om man vill undvika en temperaturökning på jorden i framtiden. Vid ett antal internationella konferenser har världens länder försökt komma överens om minskade koldioxidutsläpp. Dessa konferenser har hittills inte resulterat i några stora förändringar av koldioxidutsläppen. Forskargrupper från olika delar av världen varnar för att om inget görs kan den globala uppvärmningen resultera i kraftigt förhöjda vattennivåer i världshaven, förändrade vegetationszoner, minskande skördar, ändrade nederbördsförhållanden och en kraftig påverkan på olika ekologiska system. Detta kan i sin tur medföra att ett stort antal växt- och djurarter hotas och att livsvillkoren för många människor på jorden förändras (Houghton, 1995).

### 3.2 Elevers förståelse av växthuseffekten

Svenska elever i grund- och gymnasieskolan har svårt att förstå hur växthuseffekten verkar och vilken betydelse den har för jordens medeltemperatur. När de skall förklara blandar de ofta ihop den naturliga växthuseffekten med den förstärkta växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Relativt få elever vet att jorden har haft en naturlig växthuseffekt så länge den har haft atmosfär. Den nationella utvärderingen (Skolverket, 1998) visar att endast 10% av eleverna i skolår 9 har kunskaper om att det existerar en naturlig växthuseffekt. Studien

pekar också på att ungefär 40% av eleverna endast förklarar växthuseffekten som ett miljöproblem orsakat av människan. Det är också relativt vanligt att eleverna blandar ihop växthuseffekten med nedbrytningen av ozonskiktet. När eleverna mer ingående skall förklara hur växthuseffekten fungerar kan endast 1% av eleverna i skolår 9 och 5% av eleverna i gymnasiet ge en godtagbar förklaring, enligt forskarna. Dessa elever kan redogöra för att strålningsinflödet från solen och strålningsutflödet från jorden är av olika slag och att utflödet reduceras eller hindras på något sätt i atmosfären. På frågan om vad växthuseffekten är beskriver ungefär hälften av eleverna i skolår 9 istället orsaker till den förstärkta växthuseffekten eller undviker att besvara frågeställningen över huvud taget. Forskarna har kategoriserat elevernas förklaringsmodeller i följande kategorier (procentangivelsen avser elever i skolår 9):

1. Beskriver att växthuseffekten utgörs av ett isolerande skikt eller lock i atmosfären som gör så att det blir varmt på jorden (7%).
2. Beskriver att en förtunning av ozonskiktet innebär mer instrålning som gör det varmare på jorden (13%).
3. Beskriver att värmen inte kommer ut utan hindras av något i atmosfären (13%).
4. Beskriver strålningsinflödet men menar att värmen inte kommer ut utan hindras av något i atmosfären. Gör ingen skillnad på flödena (13%).
5. Beskriver att strålningsinflöde och utflöde är av olika slag. Utflödet hindras eller reduceras i atmosfären (1%).
6. Beskriver endast följder av eller orsaker till den förstärkta växthuseffekten (15%).
7. Övriga förklaringar eller besvarar ej frågan (40%).

Även andra studier (Boyes & Stanisstreet, 1993; Dove, 1996; Koulaidis & Christidou, 1998) visar att elever i hög utsträckning inte känner till växthuseffekten och de som gör det har stora svårigheter att förklara hur den verkar. Dessa studier visar att de svenska elevernas svårigheter inte på något sätt kan sägas vara unika. Elever i andra länder har i stort sett samma problem när de skall förklara växthuseffekten. De vanligaste problemen utgörs av att elever blandar växthuseffekten med ozonskiktets förtunning. Eleverna föreställer sig att en förtunning av

ozonskiktet medför mer instrålning från solen vilket resulterar i högre temperatur på jorden. Detta är i princip korrekt men verkan är försumbar jämfört med medverkan av den förstärkta växthuseffekten. Sammanblandningen mellan växthuseffekten och ozonskiktets förtunning är vanligt förekommande i samtliga studier inom området. Ett stort antal elever tror att växthuseffekten endast är ett miljöproblem. I flera av studierna (Boyes & Stanisstreet, 1993) är detta den vanligaste uppfattningen hos eleverna. En annan svårighet ligger i att elever har svårt att förstå växthusgasernas betydelse för växthuseffekten. Studier (se Brook & Driver, 1989) visar att elever har problem att förstå gasers egenskaper och uppfattar inte gaser som materia. Det innebär att det blir svårt för eleverna att förstå att gaser i atmosfären kan absorbera energi. Ytterligare ett problem ligger i att elever måste veta att strålningsinflödet från solen är av annat slag än strålningsutflödet från jorden. Det blir annars omöjligt att förstå att det kortvågiga strålningsinflödet i hög utsträckning kan ta sig igenom växthusgaserna och att det långvågiga strålningsutflödet i hög utsträckning absorberas i atmosfären. Elevernas problem kan sammanfattas i följande punkter:

- Blandar ihop växthuseffekten med ozonskiktets förtunning.
- Tror att växthuseffekten endast är ett miljöproblem orsakat av mänsklighetens ökade användning av fossila bränslen.
- Kan inte beskriva vilka gaser som är växthusgaserna och hur de verkar.
- Gör inte en kvalitativ skillnad på strålningsinflöde och strålningsutflöde.

### 3.2.1 Elevers förståelse av den förstärkta växthuseffekten och den globala uppvärmningen

I en omfattande engelsk studie (Boyes & Stanisstreet, 1997a) fick 14- och 15-åringar beskriva orsaker till den globala uppvärmningen och några andra aktuella miljöproblem. Studien visar att hela 83% av eleverna kan koppla ihop en ökad mängd bilavgaser med en förstärkt växthuseffekt. När eleverna skall beskriva vilka ämnen som bidrar och hur de verkar uppstår problem. Hälften av eleverna vet dock att koldioxid finns i bilavgaser och bidrar till en förstärkning av växthuseffekten. Ungefär en femtedel av eleverna uttrycker uppfattningen att det finns freoner i bilavgaser som bidrar och var tionde elev vet att kväve-

dioxid är en växthusgas. Hela 44% av eleverna föreställer sig att det är värmen i avgaserna som bidrar till den förstärkta växthuseffekten. Även andra studier (Mason & Santi, 1998) pekar på att många elever har uppfattningen att det är värmen i bilavgaserna som medför att jordens medeltemperatur stiger. I en studie (Frances et al, 1993) fick över 500 11-12 åringar svara på frågan vad mänskligheten kan göra för att minska den globala uppvärmningen. De vanligaste svaren blev att inte använda bensin som innehåller bly, att plantera träd, återvinna papper och minska användningen av bilar.

En amerikansk studie (Rubba, 1998) av 14-15 åringars uppfattningar om orsaker till den globala uppvärmningen visar att elever vanligtvis har vaga uppfattningar om växthusgaserna och hur de verkar. Mindre än 40% av eleverna kunde koppla ihop freoner (CFC) med växthuseffekten. Dessutom visade det sig att merparten av dessa menade att det är freonerna (CFC) som orsakar en förstärkt växthuseffekt på grund av att de förstör ozonskiktet. Flera andra studier visar också att kopplingen mellan freoner (CFC), en förtunning av ozonskiktet och en förstärkt växthuseffekt är mycket vanlig hos elever i 13-16 års åldern. I Boyes & Stanisstees (1997b) studie framkommer exempelvis att denna föreställning är den mest förekommande bland engelska 13-14 åringar. Nästan 60% av eleverna uttrycker att hål i ozonskiktet gör att mer solenergi når jorden och orsakar en global uppvärmning. I denna studie framkommer också att ungefär hälften av eleverna vet att det framförallt är koldioxid som orsakar den förstärkta växthuseffekten. Men nästan alla dessa elever menar att orsaken till växthuseffekten är att koldioxiden bryter ned ozonskiktet. I studiens sammanfattning diskuterar forskarna möjligheten att elever uppfattar ozonskiktets förtunning och den förstärkta växthuseffekten som ett och samma miljöproblem.

### 3.3 Elevers handlingsberedskap och handlingskompetens

En dansk studie (Breiting, 1994) pekar på att miljöundervisningen i danska skolor många gånger leder till att eleverna känner en frustration och handlingsförlamning efter undervisningen. Han menar att undervisningen relativt ofta leder till att eleverna får en förenklad förståelse av miljöfrågor och en känsla av att de är omöjliga att lösa. Studien visar

också att även om undervisningen har som målsättning att åstadkomma en utveckling av kunskaper och förändrade attityder leder den inte till en förändrad handlingsberedskap hos eleverna. Morgensen (1995) menar att miljöundervisningen i skolan framförallt måste sträva mot att utveckla elevernas handlingsberedskap och handlingskompetens i miljöfrågor. Enligt Morgensen innehåller handlingskompetens både kognitiva, värdemässiga, sociala och personlighetsmässiga perspektiv som måste tas upp i undervisningen. Han menar dessutom att undervisningen måste träna elevers förmåga att förhålla sig aktiva och kritiskt granskande mot nuvarande och framtida miljöproblem. Den kritiska kompetensen utgörs då av en normativ kunskap som innebär att elever måste tränas i att kritiskt utvärdera normativa påståenden. Morgensen gör också en undersökning (1995) av 150 14-åringars handlingsberedskap i miljöfrågor. I denna framkommer att elever som aktivt vill engagera sig i miljöfrågor också har en mer utvecklad handlingskompetens. Det vill säga att dessa elever i högre utsträckning än andra tycker att det är viktigt att samhällets medborgare aktivt deltar i de problem som uppstår i samhället. Dessa elever uttrycker också en beredskap att förändra sin levnadsstandard om detta är en förutsättning för att lösa miljöfrågor. De aktiva eleverna uttrycker dessutom ett ansvar som världsmedborgare och har tillit till sina egna möjligheter att påverka framtiden.

Andra studier (Gomez-Granell, 1993) visar att det finns en stark koppling mellan elevers kunskaper om miljöproblem och deras vilja till handling. Elever som har goda begreppsmässiga kunskaper har också en högre grad av handlingsberedskap än andra elever. Men det råder inga absoluta samband mellan kunskap och handlingsberedskap. En viktig förutsättning för elevernas handlingsberedskap ligger i att de har kunskaper om på vilka sätt ett personligt handlingsmönster kan påverka miljöfrågor. Det vill säga att elever måste ha ett redskap att förstå på vilka sätt deras vardagliga liv och handlingar kan påverka miljön. Studien pekar på att många elever saknar just denna koppling. Elever är i hög utsträckning omedvetna om relationen mellan sina dagliga aktiviteter och sin energianvändning och hur detta inverkar på miljön. Ett exempel på detta är att 93% av de tillfrågade gymnasieeleverna kunde redogöra för att bilkörning resulterade i en miljöpåverkan på atmosfären. Men bara 62% kunde koppla detta till utsläpp av koldioxid och endast 20% hade uppfattningen att olja innehåller fossilt bundet kol.

### 3.3.1 Flickorna tar hotet om klimatförändring på större allvar

I den Nationella utvärderingen (Skolverket, 1998) fick elever i skolår 9 i grundskolan och skolår 3 i gymnasieskolan ta ställning till hotet om en framtida klimatförändring på jorden. Av eleverna i grundskolan menar nästan 40% att man måste ta problemet på fullt allvar och vidta stora och kostsamma åtgärder för att komma tillrätta med problemet. Ungefär lika många tycker att man behöver ta hotet på visst allvar och endast vidta mindre kostsamma åtgärder. Av eleverna tycker 14% att man kan strunta i hotet eller inte vidta några åtgärder alls. Studien visar också relativt stora skillnader mellan flickors och pojkars handlingsberedskap inför framtiden. Flickorna är till större del än pojkarna beredda till kraftfulla åtgärder för att undanröja hotet. Hälften av flickorna och 34% av pojkarna menar att man måste ta hotet på fullt allvar. Dubbelt så många pojkar som flickor tycker att man kan strunta i hotet och att man inte behöver engagera sig.

## 3.4 Några hypoteser inför studien

I stort sett alla studier visar att elever i olika åldrar har problem att förstå de grundläggande naturvetenskapliga begreppen och teorierna om växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Detta kan av flera skäl inte betraktas som särskilt överraskande. För det första har det inte funnits en tradition att undervisa om växthuseffekten och den globala uppvärmningen i vårt land. Begreppen finns exempelvis inte explicit nämnda i kursplanerna för grundskolan (Skolverket, 2000). Andra studier (Dove, 1996) pekar på liknande förhållanden i andra länder. För det andra är de naturvetenskapliga förklaringarna och begreppen inom området komplicerade och komplexa och det krävs goda kunskaper för att förstå dem. Det finns dessutom ett antal olika vetenskapliga teorier och hypoteser om den globala uppvärmningen och jordens framtida medeltemperatur vilket inte förenklar saken (Houghton, 1995). För det tredje orsakar många av de inblandade ämnena som freoner (CFC), metan, ozon (marknära) och kväveoxider även andra miljöproblem vilket kan verka förvirrande för eleverna. Dessutom existerar faktiska samband mellan olika globala miljöproblem som är svåra att förstå för eleverna. Exempelvis leder en förstärkt växthuseffekt till en ökad ab-

sorption av värmestrålning som i sin tur kan leda till en ökad nedbrytning av ozonskiktet. Flera ämnen är både växthusgaser och förstärker nedbrytningen av ozonskiktet. Studier (Boyes & Stanisstreet, 1993, Dove, 1996, Koulaidis & Christidou, 1998) visar också att risken för sammanblandning är stor. Sammantaget resulterar dessa faktorer i att många elever inte riktigt förstår vad som orsakar ett av de största miljöhoten inför framtiden. Detta är naturligtvis otillfredsställande. Det finns en logisk självklarhet i att påstå att eleverna måste ha en viss kunskap om de grundläggande naturvetenskapliga principerna för att förstå problemet. Detta inbegriper en kunskap om vilka ämnen som påverkar växthuseffekten och vilka mänskliga aktiviteter som orsakar förändringar av jordens medeltemperatur.

Det saknas i stor utsträckning studier om elevers förståelse av detta kunskapsfält. De studier som är genomförda tar endast upp delar av problemställningen och ingen av de refererade studierna försöker ta ett mer övergripande och samlat grepp över hela problemställningen. Genomgången av studierna i detta kapitel visar att det är möjligt att urskilja tre perspektiv som är avgörande för att eleverna skall ha en möjlighet att förstå växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Det första perspektivet berör elevernas kunskaper om de aktuella naturvetenskapliga begreppen och teorierna. Eftersom kunskapsområdet är integrerat behövs kunskaper från såväl fysik, kemi, biologi och teknik. Exempel på detta kan vara kunskaper om strålning, växthusgasernas kemiska egenskaper, ekologiska system, fossila bränslen och förbränningsteknik m.m. Det andra perspektivet berör elevernas kunskaper om teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida temperatur och klimat. Detta kan vara kunskaper om att jorden har naturligt återkommande nedisningsperioder och varmare perioder och något om de cykler som orsakar dessa perioder. Det tredje perspektivet berör elevernas kunskaper om vilka mänskliga aktiviteter som eventuellt kan påverka jordens medeltemperatur och de åtgärder som mänskligheten kan vidta för att förhindra en global uppvärmning idag och i framtiden. Exempel på detta är kunskaper om hur uppvärmning, transporter och produktionssystem av olika slag kan skapa förhöjda koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. De ovan beskrivna exemplen utgör endast ett urval av de grundläggande kunskaperna. I ett senare avsnitt definieras vilka kunskaper som elever i grundskolan behöver ha för att förstå växthuseffekten och jordens globala uppvärmning.

## 4 Svenska grundskoleelevers attityder till naturvetenskap

### 4.1 Många elever har en negativ inställning till skolans naturvetenskapliga undervisning

I den nationella utvärderingen har elevers attityder till grundskolans naturvetenskapliga undervisning utvärderats (Skolverket, 1993 rapport 20). Flickor är överlag mer negativa till de naturvetenskapliga ämnena än pojkar. Även senare studier (Wester, 1997) bekräftar denna slutsats. Westers studie visar också att nästan hälften av eleverna har en direkt negativ inställning till stora delar av skolans naturvetenskapliga undervisning. Flickorna uppfattar teknik och fysik som minst intressanta och biologi som det ämne som tilltalar dem mest. Pojkarnas bedömning visar endast på små skillnader mellan de olika ämnena. Både flickor och pojkar bedömer fysik och kemi som de svåraste ämnena. Flickorna uppfattar dock dessa ämnen som svårare än vad pojkarna gör. Eleverna har också fått bedöma hur viktiga de olika ämnena är. Även här framträder tydliga skillnader mellan flickors och pojkars bedömningar. Pojkarna tycker att fysik och teknik är viktigast och att kemi är minst viktigt. Flickorna tycker att biologi är viktigast och att teknik är minst viktigt. Andra studier (se Skolverket, 1996a) bekräftar dessa genuskillnader mellan skolämnena. Westers studie (1997) visar också att relativt många pojkar har en negativ uppfattning om fysik och kemi. Drygt en fjärdedel av pojkarna uttrycker att de ogillar dessa ämnen.

I Skolverkets rapport (1996a) får eleverna svara på om de tycker att det är viktigt att prestera bra i de naturvetenskapliga ämnena. Majoriteten av eleverna instämmer i påståendet att det är viktigt att prestera bra, men det finns undantag. Betydligt fler flickor än pojkar har en neutral eller direkt negativ inställning till dessa ämnen och färre flickor än pojkar har en positiv syn på naturvetenskap. Även när det gäller att



motiverna varför det är viktigt att vara duktig i naturvetenskap skiljer könen sig åt. Pojkarna upplever i betydligt högre grad än flickorna att det är viktigt att prestera bra i de naturvetenskapliga ämnena för att tillfredsställa sina föräldrars förväntningar (Wester, 1997).

Internationella studier visar att elever från de nordiska länderna har en mer negativ inställning till naturvetenskap och teknik än elever från övriga länder i världen. SAS-studien (Sjöberg et al, 2000b) undersöker över 9000 13-åringars attityder till naturvetenskap och teknik. Resultatet visar stora attitydskillnader mellan elever från olika länder och världsdelar. Exempelvis har elever från utvecklingsländer i Afrika en betydligt mer positiv inställning till att lära sig naturvetenskap och teknik än elever i andra länder. I studien framkommer också att flickor är mer intresserade av naturvetenskap än pojkar i de flesta afrikanska länder. Elever från de nordiska länderna och Japan visar det lägsta intresset. I dessa länder finns också de största attitydskillnaderna mellan flickor och pojkar. Flickorna från de nordiska länderna, USA och Väst-europa är betydligt mer negativt inställda till naturvetenskap och teknik än flickorna från utvecklingsländerna. De svenska eleverna uttrycker också tydligast av alla elever i studien att kunskaper i naturvetenskap och teknik inte upplevs som speciellt användbara i vardagen. Det är viktigt att lägga märke till att skillnaden mellan flickors och pojkars inställning i denna fråga är större i Sverige än i alla andra deltagande länder. Dessa resultat pekar tydligt på att speciellt flickor, men också många pojkar, upplever att den naturvetenskapliga undervisningen i skolan inte har någon större betydelse för livet utanför skolan.

Det finns mycket som tyder på att upplevelsen av naturvetenskap är relaterad till hur man uppfattar undervisningen. I en studie (Skolverket, 1993c) har flickor och pojkar fått ange hur de upplever skillnaderna mellan verklighet och ideal i undervisning. Flickorna tycks uppleva betydligt större skillnad mellan hur undervisningen är och hur de skulle vilja ha den än vad pojkarna gör. Flickorna uttrycker att de vill att läraren skall göra lektionerna mer intressanta och att eleverna i högre grad skall få delta i planeringen av undervisningen. Flickorna uttrycker dessutom att de vill att läraren hjälper elever med svårigheter och stimulerar eleverna att ställa frågor. Flickorna vill också att läraren sammanfattar lektionerna i betydligt högre grad än vad pojkarna vill. Detta gäller speciellt i fysik och kemi. I elevernas beskrivning av undervisningen framträder en bild där läraren håller lektioner och förevisar ex-

periment och eleverna lyssnar och skriver av. När eleverna gör experiment följs detaljerade anvisningar och det är mycket sällsynt att eleverna själva får lösa problem av experimentell art. Också lärarna uttrycker ett tydligt missnöje med denna undervisning i en lärarenkät (Skolverket, 1993c). De vill att undervisningen i högre grad skall engagera eleverna och lägga större vikt vid problemlösning och förståelse. Av enkäten framgår dock inte vilka hinder lärarna upplever och vad som saknas för att kunna förverkliga en sådan undervisning.

## 4.2 Elevernas livsprojekt

Av en intervjustudie (NOT, 1997) av svenska ungdomars attityder till naturvetenskap och teknik framgår att många elever anser att de naturvetenskapliga ämnena i gymnasieskolan är för svåra, kräver för stor arbetsinsats och endast passar "inbitna naturvetare". En stor del av eleverna uttrycker att de har svårt att identifiera sig som "naturvetare" eller att deras personlighet inte passar för det naturvetenskapliga programmet i gymnasieskolan. Denna syn på skolans naturvetenskap bekräftas av andra studier. Exempelvis visar Andersson (1995) i en studie av elever i skolår 7, 9 och 11 att över 40% av eleverna inte upplever skolan som intellektuellt utvecklande eller kreativ. Bara en femtedel av alla elever menar att skolan tillåter dem att använda sin fantasi och endast var fjärde elev upplever skolarbetet som en utmaning. Mycket få elever uttrycker att det de gör i skolan verkligen betyder något för dem. Var fjärde elev har uppfattningen att skolan sällan berör sådant som har betydelse för det "riktiga livet" utanför skolan. De praktisk-estetiska ämnena och engelska upplevs som mest värdefulla och religion och de naturvetenskapliga ämnena som minst värdefulla.

## 4.3 En flickvänlig naturvetenskap

I en studie (Staberg, 1992) om elevers möte med högstadiets naturvetenskap och teknik följdes två grupper under hela högstadietiden. Resultaten från denna studie bekräftar existensen av ett socialt konstruerat köns- eller genussystem som innebär att flickor och pojkar erbjuds olika villkor i högstadiets teknik- och naturvetenskapliga undervisning. Generellt beaktas inte flickors erfarenheter, intressen eller lärstilar på

samma sätt som pojkarnas i grundskolans naturvetenskapliga undervisning. Flickors verbala förmåga och vilja till samarbete utnyttjas inte tillräckligt i undervisningen. Innehåll och undervisningsmetoder är mer anpassade efter pojkars intresse, tävlingslust och praktiska kunnande, enligt författaren. Flickors möte med skolans naturvetenskap blir ofta problematisk och inte sällan negativ, eftersom flickor i högre grad än pojkar söker kunskap som förenar naturvetenskapen med livet och de egna erfarenheterna. När undervisningen inte lyckas erbjuda detta, tenderar flickorna att bli tysta och passiva och ifrågasätta sin egen förmåga. Studien pekar dessutom på ett annat tydligt mönster. De flickor som lyckas skapa intresse för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan har genom sin familjebakgrund ofta ett starkt stöd från en engagerad pappa. Detta stöd verkar vara avgörande för om flickor skall våga satsa på fortsatta studier i naturvetenskap. Detta gäller i och för sig även för många av de pojkar som ingår i studien.

För att förändra dessa förhållanden och få fler flickor intresserade av naturvetenskap menar författaren att undervisningen måste göras mer "flickvänlig". Detta innebär att experimenten i högre grad skall sättas i samband med praktiska tillämpningar av naturvetenskapliga och tekniska principer. Dessutom bör livet, människokroppen och naturvetenskapens och teknikens roll i samhället sättas i centrum och vara utgångspunkt i studierna. Eleverna måste få utnyttja sin fantasi och förmåga till samarbete i betydligt högre grad än nu. De bör dessutom få möjlighet att träffa och läsa om kvinnor och män bakom naturvetenskapen och tekniken. Enligt Staberg (1992) är detta av särskild betydelse för flickor, eftersom de på detta sätt har större möjligheter att få naturvetare och tekniker som kvinnliga förebilder. Hon betonar också att det är viktigt att flickorna inte får ses som ett problem som skall åtgärdas utan som en viktig resurs för att förändra undervisningen mot en mer sammanbunden och meningsfull undervisning, väsentlig för både flickors och pojkars liv.

Andra studier (se Skolverket, 1993c) visar att flickor som fått en integrerad undervisning utvecklar en mer positiv attityd än de som fått en ämnesseparerad undervisning. Flickor som har haft ämnesintegrerade läromedel eller fått blockbetyg anser att de naturvetenskapliga ämnena är viktigare än de flickor som har haft ämnesseparerade läromedel eller betyg i varje ämne. Pojkarnas bedömning är i stora drag densamma i båda grupperna. I en annan studie (Skolverket, 1994) bekräftas det

positiva sambandet mellan attityd och ämnesintegrering. Elever som har haft ett ämnesintegrerat läromedel upplever undervisningen som mer motiverande och välstrukturerad än vad eleverna med ämnesseparerat läromedel gör. Eleverna med ett ämnesintegrerat läromedel upplever dessutom lektionerna som mer elevaktiva och att de oftare genomför experimentell problemlösning än vad eleverna med separerade ämnen gör. Samma elever uttrycker också högre grad av trivsel, trygghet och uppskattning från lärarens sida. Vid en jämförelse med avseende på elevernas kunskaper (Skolverket, 1993a,b) kunde man inte hitta några signifikanta skillnader mellan elevers prestationer relaterade till om de har haft integrerade eller ämnesseparerade läromedel.

Harding (1996) argumenterar också för att en flickvänlig undervisning i naturvetenskap placerar lärandet i en social kontext, relaterar till mänskliga behov och reella problem. En sådan undervisning tillåter dessutom samarbete mellan elever och inkluderar diskussionsbaserade undersökningar av elevernas förståelse. Men Harding menar att om undervisningen i naturvetenskap och teknik verkligen strävar efter lärande på lika villkor måste återkommande analyser utifrån ett genusperspektiv genomföras. Detta gäller även en utvärdering av elevernas förmåga att diskutera etiska, moraliska och värderingsmässiga frågor med ett naturvetenskapligt- eller tekniskt innehåll. Ödegaard (2001) visar att ett framgångsrikt sätt att utveckla både flickors och pojkars kritiska reflektion över etiska och moraliska frågeställningar med naturvetenskapligt innehåll är att använda drama. Hon menar att dramaundervisningen fokuserar och förtydligar elevernas tankar och erfarenheter av denna typ av frågor på ett sätt som den vanliga undervisningen sällan lyckas med. Enligt Ödegaard skapar dramaundervisningen också ett ökat intresse för naturvetenskap hos flickor. Kruse (1996) visar att ett annat sätt att få flickor mer aktiva är att separera flickor och pojkar i undervisningen. Hon hävdar att en sådan undervisning framförallt gynnar flickor eftersom den måste ta hänsyn till flickors sätt att lära. Emellertid menar hon att en könsuppdelad undervisning inte är ett mål i sig utan mer bör användas som ett pedagogiskt experiment för att utveckla undervisningen.

Sjöberg och Imsen (1987) hävdar också att den naturvetenskapliga undervisningen i Västeuropa och USA måste bli mer flickvänlig för att få fler flickor intresserade av naturvetenskap och teknik. Men Sjöberg (2000c) framhåller att en förändring av undervisningen måste utgå ifrån

att flickornas ointresse för naturvetenskap och teknik inte beror på bristande förmåga eller bristande självförtroende. Han påpekar att även flickor som är högpresterande i naturvetenskap och teknik i stor utsträckning väljer bort dessa ämnen när de har möjlighet. Enligt Sjöberg vänder flickorna naturvetenskapen ryggen på grund av att de naturvetenskapliga ämnena alltför ofta bortser från affektiva och emotionella perspektiv samt värderingsfrågor. Han menar att flickor generellt är mer människoorienterade än pojkar och prioriterar att få arbeta med människor före framgång i arbetslivet, hög lön och en lyckad karriär. Naturvetenskapens karaktär och sättet att presentera naturvetenskapen i skolan gör att många flickor upplever naturvetenskap och teknik som typiskt manliga domäner (Sjöberg & Imsen, 1987). Mayberry (1998) hävdar att flickornas ointresse för naturvetenskap och teknik inte endast är en fråga om en förändrad undervisning. Hon menar att intresset för att få fler flickor att studera naturvetenskap och teknik framförallt inte är ett uttryck för jämlikhet utan beror på västvärdens ökade behov av arbetskraft inom dessa områden. Hon hävdar att så länge det saknas en kritisk analys av relationen mellan naturvetenskap, den politiska makten och beslutsfattandet i samhället kommer ojämlikheten mellan könen att kvarstå. Mayberry (1998) menar också att naturvetenskapen och tekniken kommer vidmakthålla en ojämlikhet med avseende på kön, ras och klass så länge frågor om miljöproblem, den tekniska utvecklingen och arbetslösheten inte prioriteras.

Genusfrågor har fått en alltmer ökad internationell uppmärksamhet sedan början av, 1990-talet. Ett exempel på detta är de återkommande GASAT-konferenserna som hålls över hela världen. GASAT står för Gender And Science And Technology och är en förening och ett nätverk för forskare och undervisare som verkar för jämlikhet mellan kvinnor och män i naturvetenskaplig och teknisk undervisning på olika nivåer.

#### 4.4 Sammanfattning av elevernas attityder

Flera studier (Skolverket, 1993c; Wester, 1997) visar att många svenska grundskoleelever har en negativ inställning till skolans naturvetenskapliga undervisning. Flickorna upplever större skillnad mellan verklighet och ideal i undervisningen än vad pojkarna gör. De vill vara med

i planeringen av undervisningen och påverka innehållet. Flickorna tycker inte heller att det är lika viktigt att prestera bra i de naturvetenskapliga ämnena som pojkarna gör och är generellt mer negativa eller neutralt inställda än vad pojkarna är. Internationella studier (Sjöberg et al, 2000b) på också på att svenska flickor i mycket hög grad upplever att den naturvetenskapliga undervisningen inte har någon betydelse för deras vardag. Men det är också viktigt att peka på att många pojkar har en liknande uppfattning. I en studie (Wester, 1997) uttryckte en fjärdedel av alla pojkar att de absolut inte tyckte om eller att de direkt ogillade skolans fysik- och kemiundervisning. TIMSS-studien (Skolverket, 1996a) pekar på liknande resultat. En tredjedel av alla pojkarna tycker att fysik är ett tråkigt ämne och fyra av tio tycker detsamma om biologiämnet.

Ett antal utbildningsforskare (Staberg, 1992; Harding, 1996; Sjöberg, 2000c) menar emellertid att flickorna generellt missgynnas av den naturvetenskapliga undervisningen och efterlyser en mer "flickvänlig" naturvetenskap. Detta innebär att undervisningen i högre grad bör sättas i samband med praktiska tillämpningar av naturvetenskapliga och tekniska principer. Livet, människokroppen, naturvetenskapen i samhället och människorna bakom naturvetenskapen bör sättas i centrum och vara utgångspunkt i studierna. Flera studier (Skolverket, 1993c; Harding, 1996) visar också att flickor vill samarbeta och arbeta med verkliga och autentiska uppgifter för att uppleva undervisningen som intressant. Flickornas ointresse bör inte ses som ett problem utan som en resurs för en förändrad och mer sammanbunden undervisning. I Sjöbergs rapport (Sjöberg, et al, 2000b) framkommer att de nordiska flickorna tillhör de mest kritiska i hela världen trots att de växer upp i samhällen som ofta hävdar att de kommit längst i världen när det gäller jämlikhet mellan könen.

Harding (1996) och Sjöberg (2000c) menar att undervisningen i naturvetenskap måste placeras i en social kontext, vara relaterad till mänskliga behov, utgå från reella problem och tillåta samarbete för att både flickor och pojkar skall uppleva den som intressant och betydelsefull. En viktig slutsats inför min egen studie blir därför att försöka konstruera en undervisningssituation som i så stor utsträckning som möjligt tar hänsyn till dessa förhållanden.

## 5 Naturvetenskap som subkultur

Moreover, the increasing pluralism within Western societies - not to mention increasing disinterest in science among students in Western societies - suggest that even within the West it is important for science educators to understand the fundamental, culturally based beliefs about the world that students and teachers bring to class, and how these beliefs are supported by culture; because, science education is successful only to the extent that science can find a niche in the cognitive and cultural milieu of students (Cobern, 1998, p. 7-8).

### 5.1 Elever upplever naturvetenskap som en specifik värld

En möjlig förklaring till att många elever har negativa erfarenheter av naturvetenskap kan vara att de uppfattar naturvetenskapen som en specifik värld helt eller delvis skild från den egna världen. Aikenhead (1996) beskriver skolans naturvetenskapliga undervisning utifrån kulturella förklaringsmodeller och menar att eleverna måste passera en skarp kulturgräns för att kunna tillgodogöra sig undervisningen. I andra studier (Roberts, 1982; Millar, 1989; Cobern, 1991; Östman, 1995) beskrivs att vissa elever upplever skolans naturvetenskapliga undervisning som auktoritär, omänsklig, elitistisk och historielös. Avståndet mellan elevernas vardagsliv och skolans naturvetenskapliga undervisning blir så stort att eleverna inte kan tillgodogöra sig undervisningen eller att detta endast sker på ett ytligt plan. Krugly-Smolska (1995) menar att när undervisningen i naturvetenskap presenteras som "absolut sann" och oföränderlig riskerar den att uppfattas som kulturlös och utan eget liv. Resultatet av en sådan undervisning kan bli att eleverna uppfattar skolans och samhällets naturvetenskap negativt eller till och med fientligt. Det är idag inte särskilt ovanligt att läsa kulturförfattare som beskriver den västerländska naturvetenskapen som materialistisk, mekanistisk, maskulin, reduktionistisk, matematiskt idealiserad, objektiv, opersonlig, rationell, värderingsfri och våldsamt. Listan är inte fullstän-

dig. För mer information hänvisas till Harding (1986) eller Rose (1994). Även om denna lista av adjektiv inte på något sätt är representativ för hur elever i allmänhet uppfattar skolans naturvetenskapliga undervisning, breddar den bilden av hur människor i vårt samhälle kan uppfatta naturvetenskap och teknik. Elevernas möte med skolans naturvetenskap kan med andra ord innebära en kulturkrock som skapar onödiga hinder för eleverna att tillgodogöra sig undervisningen. Bara att träda in i en laboratoriesal i en vanlig skola kan, för elever som saknar erfarenhet från denna värld, upplevas som att träda in i en annan värld.

Detta, för många elever, problematiska gränsöverskridande måste ske mellan elevens egen subkultur bestående av ungdomsgång, media, familj och de egna värderingarna och en subkultur bestående av skolans och samhällets naturvetenskap. Dessa subkulturer definieras av Phelan (et al, 1991) såsom en begreppsmässig grund av värderingar, övertygelser, förväntningar och konventioner som en grupp människor delar. Gränsövergången mellan de två subkulturerna kan då vara av olika karaktär och svårighetsgrad för olika elever. Den kan beskrivas som antingen lätt, hanterlig, osäker eller så gott som omöjlig (Aikenhead, 1996). Om den naturvetenskapliga subkulturen i undervisningen istället harmoniserar med elevens andra subkulturer blir övergången mjuk. Hawking och Pea (1987) använder begreppet "enculturation" för att beskriva en kulturell överensstämmelse mellan elevens värld och undervisningen. Författarna skiljer mellan "assimilation" och "enculturation". Det senare begreppet beskriver att det existerar en kulturell samsyn mellan undervisningen och elevens kultur. Denna kulturella samsyn möjliggör ett djupare och mer totalt tillägnande av undervisningens innehåll, enligt författarna.

## 5.2 Två världar

I en amerikansk studie (Costa, 1995) intervjuades 43 (high school) elever med syftet att beskriva skillnader i elevers möjligheter att förena "en naturvetenskaplig värld" med "sin egen värld". Intervjuerna berörde elevernas uppfattning om skolan som helhet, olika skolämnen, familjeförhållanden och vänskapsrelationer. Hon fann en stor skillnad mellan elevernas uppfattningar av "sin egen värld" och "en naturvetenskaplig värld". För många av eleverna var de två världarna svåra att förena och



i vissa fall verkade de två världarna vara helt oförenliga. Elevernas förmåga att integrera "de två världarna" var beroende av deras sociala och kulturella bakgrund. Denna förmåga hade dessutom avgörande betydelse för hur pass framgångsrika eleverna blev i de naturvetenskapliga studierna. Costa (1995) beskrev dessa skillnader mellan elever med hjälp av fem kategorier:

#### *Potentiella vetenskapsmän*

Familjens och vännernas världsbild överensstämmer med både skolans kultur och en naturvetenskaplig världsbild.

Eleverna i denna kategori är starkt involverade i en socialisationsprocess med skolans lärare, dess naturvetenskapliga undervisning och den naturvetenskapliga subkulturen. Dessa elever presterar vanligtvis mycket goda resultat både i den naturvetenskapliga undervisning och i skolan överhuvudtaget. De förstår värdet av undervisningen och siktar ofta på en yrkesmässig karriär inom ett naturvetenskapligt eller tekniskt yrke. En familjemedlem eller en vän kan fungera som en förebild som ger identifikationsmöjligheter, hjälp och uppmuntran. Dessa elever lyckas dessutom ta sig igenom en stereotyp eller tråkig naturvetenskaplig undervisning med behållning. Enligt Costa kan de till och med föredra en mer traditionell och stereotyp undervisning. Eleverna i denna kategori uppfattar att naturvetenskap är en föränderlig vetenskap och att naturvetenskapliga metoder förmår generera ny kunskap. De uppskattar ämnets akademiska utmaningar och tycker om att hantera abstrakta naturvetenskapliga begrepp. Elever i denna kategori upplever en total kulturell överensstämmelse mellan sin egen värld och skolans undervisning i naturvetenskap. Till övervägande del består denna kategori av vita pojkar med europeiskt/amerikanskt ursprung.

#### *Andra smarta elever*

Familjens och vännernas världsbild överensstämmer med skolans kultur men är oförenlig med en naturvetenskaplig världsbild.

Eleverna i denna kategori presterar mycket bra i skolan överhuvudtaget. De lyckas vanligtvis bra även i skolans naturvetenskapliga ämnen trots att de inte upplever undervisningens innehåll som personligt meningsfullt eller användbart i sitt vardagsliv. Eleverna upplever inte den naturvetenskapliga undervisningen som svår men uttrycker tydligt att de uppfattar mycket litet eller inget personligt värde i studierna. Dessa

elever föredrar ofta engagerande, kreativa aktiviteter där naturvetenskapen integreras med sociala, samhällsliga och humanistiska inslag. Den traditionella undervisningen i naturvetenskap uppfattas som mer faktaorienterad, fokuserad, analytisk och förutsebar än skolans övriga ämnen och dessutom med stark betoning på minneskunskaper. Eleverna väljer oftast bort de naturvetenskapliga ämnena när de får möjligheter eftersom de inte upplever den naturvetenskapliga subkulturen som personligt viktig eller förenlig med sin egen världsbild eller kultur.

#### *"Jag vet inte"-elever*

Familjen och vännernas världsbild är oförenliga med både skolans kultur och en naturvetenskaplig världsbild.

För eleverna i denna kategori är skolans subkultur och den naturvetenskapliga subkulturen oförenliga med deras egen bakgrund, livsstil och subkultur. Emellertid vill dessa elever gärna lyckas i skolan och skolbetygen spelar en stor och personlig roll. De uttrycker vanligtvis varken positiva eller negativa synpunkter om undervisningen. Dessa elever har lärt sig dölja och hantera att de inte alltid förstår den naturvetenskapliga undervisningen och kan ofta få hyggliga eller bra resultat i provsituationer. Läraren betraktas som en expert med tillgång till alla rätta svar. "Jag vet inte"-elever vållar sällan problem för sina lärare såvida inte läraren försöker få dem att omfatta hela den naturvetenskapliga subkulturen eller få dem att ersätta sina vardagsföreställningar med abstrakta naturvetenskapliga förklaringar. Eleverna i denna kategori förväntar sig tydliga och förutsägbara frågor från läraren som endast behöver besvaras med enstaka ord eller meningar.

#### *"Outsiders"*

Familjens och vännernas världsbild är rakt motsatt både skolans kultur och en naturvetenskaplig världsbild.

Denna kategori elever uppfattar skolans naturvetenskapliga undervisning och den övriga undervisningen som helt skild från den egna vardagen. Skolan är en plats man går till för att man inte har något mer intressant alternativ. Eleverna uppfattar den naturvetenskapliga undervisningen som tråkig och oengagerande och använder mycket av lektionstiden till att dagdrömma eller störa. Enligt Costa (1995) är studiemotivationen ofta auktoritetsstyrd av en lärare eller förälder. Man har mycket vaga uppfattningar om naturvetenskapliga metoder och flera av

eleverna har uppfattningen att endast genier sysslar med ämnesområdet. Man uppfattar med andra ord ofta den naturvetenskapliga undervisningen som obegriplig och upplever sig vara helt eller delvis utanför undervisningens gemenskap. En av eleverna uttrycker detta utanförskap genom att påstå "chemistry is like Japanese". Några av eleverna i denna kategori känner dessutom ett starkt ogillande inför skolans naturvetenskap och refererar till negativa erfarenheter av oförstående lärare.

### *"Inside outsiders"*

Familjens och vännernas världsbild är oförenlig med både skolans och en naturvetenskaplig världsbild men potentiellt förenlig med dessa.

Som ett resultat av en stark oförenlighet mellan å ena sidan familjens och vännernas världsbild och å andra sidan skolans världsbild och kultur upplever denna kategori av elever sig desillusionerade och klivna i förhållande till skolans undervisning i allmänhet och den naturvetenskapliga undervisningen i synnerhet. Flera av eleverna i denna kategori kommer från socialt otrygga familjeförhållanden. Man har dessutom en bakgrund med täta skolbyten som innebär att man känner otillräcklig kontroll över sina studier. Costa (1995) menar att dessa elever ofta har mycket goda kognitiva förutsättningar för naturvetenskapliga studier men att gapet mellan "den egna världen" och den "naturvetenskapliga världen" är för stort. Detta gör det i praktiken nästan omöjligt att överbrygga gapet mellan de två subkulturerna. Denna kategori domineras av svarta flickor med afrikanskt/amerikanskt ursprung.

Författaren menar att de fem kategorierna kan hjälpa läraren att förstå elevernas svårigheter att integrera "den egna världen" och "den naturvetenskapliga världen" och rätt utnyttjade kan de underlätta elevernas gränsöverskridande. Lärarens skicklighet i att analysera olika elevers inneboende förmåga att passera dessa gränser är avgörande för en lyckad undervisning. Costa (1995) menar dessutom att skolans naturvetenskapliga undervisning bör ta utgångspunkt i reflektioner hur naturvetenskapen påverkar elevernas liv och samhället i stort och vilka möjligheter och risker detta innebär inför framtiden.

### 5.3 "Kunskapsemfaser"

En annan möjlig förklaring till varför så många elever har svårt att förena "den egna världen" och "en naturvetenskaplig värld" går att finna i studier om relationen mellan undervisningens innehåll och undervisningens kontext. Roberts (1982) och Östman (1995) menar att den naturvetenskapliga undervisningen alltid sker utifrån en specifik "kunskapsemfas". När läraren gör ett val av undervisningsinnehåll handlar det inte endast om att välja naturvetenskapliga begrepp och teorier utan också om ett val av undervisningssammanhang. Roberts (1982) beskriver sju olika s.k. "kunskapsemfaser" som trots samma ämnesinnehåll kan resultera i totalt olika utformning av undervisningen. Det handlar exempelvis om att undervisningen kan fokusera en logisk presentation av naturvetenskapliga begrepp eller teorier. Undervisningen kan också ha målsättningen att lära ut experimentella metoder eller experimentell mätutrustning. Ett tredje fokus kan vara elevernas vardagsförståelse. Etiska och moraliska aspekter på aktuella frågeställningar med naturvetenskapligt innehåll kan vara ytterligare ett exempel. Flera studier visar (Roberts, 1982; Staberg, 1992; Ziman, 1994; Östman, 1995) att valet av undervisningsfokus eller kunskapsemfas har avgörande betydelse för hur elever uppfattar undervisningen och vilken attityd de utvecklar.

### 5.4 Sammanfattning och några frågor inför studien

Elever kan uppleva den naturvetenskapliga undervisningen som en specifik värld, helt eller delvis skild från "den egna världen". Aikenhead (1996) beskriver att elever måste passera en kulturgräns mellan en subkultur bestående av "den egna världen" och "en naturvetenskaplig subkultur". Costa (1995) visar att förutsättningarna att passera gränsövergången är mycket olika. Det resulterar i att elever uppfattar undervisningen olika och påverkar hur de lyckas. Costas (1995) fem kategorier är intressanta och användbara perspektiv i min egen studie. En frågeställning är emellertid om det går att upptäcka dessa kategorier i en vanlig svensk skolklass. Måste man utveckla nya kategorier för att beskriva elevernas attityder och sätt att arbeta med naturvetenskaplig problemlösning i grupp? Går det att dra paralleller och göra jämförelser? En annan fråga är om de fem elevkategorierna uppfattar den naturve-

tenskapliga undervisningen på samma sätt oavsett vilket undervisningsfokus eller kunskapsemfas (Roberts, 1982; Östman, 1995) läraren väljer. Hur påverkas eleverna om de får arbeta med problemlösning i grupp med ett för eleverna relevant problem, upplagt så att de får tillfälle att diskutera och samarbeta under problemlösningsprocessen? Förhoppningsvis kommer några av dessa frågor att besvaras i denna studie.

## 6 Elevers lärande i naturvetenskap

### 6.1 Socialkonstruktivism och sociokulturella teorier om lärande

Forskning om elevers lärande i naturvetenskap har under lång tid dominerats av ett individkonstruktivistiskt perspektiv (se t.ex. Driver & Easley, 1978; Driver et al, 1985; Duit & Pfundt, 1998). Under senare år har det allt oftare framförts kritik mot den individuella konstruktivismen. Kritikerna menar att den har en tendens att undervärdera eller helt bortse ifrån sociala och affektiva inslag i lärandeprocessen. Enligt flera kritiker (Matthews, 1998; Cobern, 1998) är den individuella konstruktivismen reduktionistisk eftersom den endast ser på kunskap som individuella, mentala och kognitiva modeller av världen. Ett alternativt synsätt uppfattar att kunskap inte endast finns inom en individ utan också mellan individer. Enligt detta synsätt utvecklas kunskap i interaktion mellan människor och i en medierad kultur. Kunskap utvecklas i samtal då människor kommunicerar och försöker förstå varandra. Detta synsätt utvecklades först av Vygotsky (1929, 1960, 1986) och har sedan vidareutvecklats i ett sociokulturellt perspektiv på lärandet (Berger & Luckmann, 1966; Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 1995, 2000). Under senare år har en socialkonstruktivistisk teori utvecklats utifrån en sociokulturell kritik av den individuella konstruktivismen (Aikenhead, 1986; Sutton, 1996; Cobern, 1998; Matthews, 1998). Skillnaden mellan en sociokulturell- och en socialkonstruktivistisk teori är framför allt att socialkonstruktivisterna betonar att kunskap konstrueras av människor i interaktion med andra människor. I en sociokulturell teori betonas att kunskap uppstår i en medierad kultur och att kunskapen kan finnas mellan människor.

Som forskare ansluter jag mig till kritiken mot den individuella konstruktivismen. Enligt min uppfattning kan inte lärandeprocessen endast beskrivas utifrån individuella, kognitiva och mentala processer. Den

individuella konstruktivismen har en tendens att reducera lärandeprocessen från dess sociala och kontextuella sammanhang. Lärandet konstrueras i meningsfulla sociala situationer och i interaktionen mellan människor. Kunskaperna blir därför också påverkade av, och intimt sammanknutna med, den sociala situation och den kontext där de skapades.

### 6.1.1 Människans förståelse av verkligheten är socialt konstruerad

Ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv utgår ifrån att människans förståelse av verkligheten är socialt konstruerad och skapad i kontextuella sammanhang tillsammans med andra. Lärande ses som en meningsskapande process som har sitt ursprung och sin drivkraft i sociala interaktioner mellan individer eller med kulturella produkter i böcker eller andra källor. En inspirationskälla är Berger och Luckmanns *The social construction of reality* (1966). Författarna menar att människan föds i en social och kulturell existens som har en avgörande påverkan på vårt sätt att tänka och handla. Under uppväxten skapas vår vardagskunskap och förståelse av världen utifrån en egenkonstruerad förståelse av vår sociala och kulturella existens. Detta innebär att kunskapen är konstruerad i sociala situationer i en dialektisk process mellan vår objektiva och subjektiva förståelse av verkligheten.

Den socialkonstruktivistiska inriktningen har i hög grad inspirerats av Vygotskys teorier om lärandet. Vygotsky (1929, 1978) betonar den mellanmännsliga kommunikationen eftersom den ger individen möjligheter att tillägna sig och införliva andras upplevelser och erfarenheter. Människans psykologiska processer har både ett biologiskt och ett sociohistoriskt ursprung. De elementära mänskliga processerna som exempelvis minne och uppmärksamhet skiljer sig från de högre psykologiska processerna genom att de är naturgivna. De högre processerna betraktas som artificiella eftersom de är socialt bestämda och därmed ett resultat av sociala aktiviteter. Social aktivitet medierar eller förmedlar högre psykologiska processer. De högre processerna utgörs av språk, skrivande, berättande, logiskt minne, selektiv uppmärksamhet och begreppsbildning. De förmedlas också av tecken och symboler genom kulturprodukter som har skapats genom historien. Dessa bidrar till att lyfta människans tänkande till högre intellektuella nivåer. De högre

psykologiska processerna bildas framförallt genom internalisering. Detta är en inre process där individen utvecklar en medvetenhet om kollektivt manifesterade kulturuttryck eller sociala mönster. Varje högre psykologisk process existerar först på ett yttre socialt plan innan den internaliseras inom individen. Enligt Vygotsky innebär internaliseringsprocessen en kognitiv utveckling genom socialisering och kultivering av individen och deras inre värld.

I *Thought and Language* beskriver Vygotsky (1986) hur barns begreppsutveckling genomgår en kontinuerlig tillblivelseprocess. Det lilla barnet arbetar först med primitiva begrepp som grundas i subjektiva, instabila och ofreflekterade tankar om världen. Så småningom upptäcker barnet likheter och olikheter som gör att de utvidgar sitt tänkande och sin användning av begreppen. Barnets begreppstänkande utvecklas sedan vidare genom en yttre påverkan i olika sociala situationer och ett tillägnande av ett alltmer avancerat språk. På detta sätt blir barnets begrepps- och språkutveckling socialt konstruerad och intimt sammanbundna.

En annan av Vygotskys teorier som har haft ett starkt inflytande på socialkonstruktivismen utgörs av "the zone of proximal development" (1929, 1978). Den närmaste utvecklingszonen utgör skillnaden mellan de uppgifter ett barn kan lösa på egen hand och de uppgifter de kan lösa under medverkan av en vuxen. Zonen utgör alltså en beskrivning av de utvecklingsmöjligheter som skapas som en funktion av barnets samarbete med andra. Utvecklingszonen tydliggör barnets begreppsmässiga förståelse och de kognitiva processer som är ofärdiga och under utveckling. Dessa riskerar att bli förbisedda om undervisningen endast ägnar sig åt barnets självständiga prestationer. Om undervisningen istället centrerar de kognitiva processer och begrepp som ligger inom räckhåll för barnet påskyndas den kognitiva och intellektuella utvecklingen. Den vuxna läraren får i Vygotskys teori här en central plats. En intressant frågeställning blir då om elevers interaktion och samarbete kan medverka till att lyfta eleverna till nästa utvecklingszon.

### 6.1.2 Lärandet är situationsbaserat

I en socialkonstruktivistisk teori betonas att människors kunskaps- och förståelseutveckling är situationsbaserad (Hennessy, 1993). Det innebär att själva aktiviteten eller situationen då kunskapen konstrueras har en



stark påverkan på och betydelse för hur lärandeprocessen utvecklas. Undervisningssituationen är inte underordnad eller betydelselös utan en integrerad och avgörande del av det totala lärandet. Lärandet blir därmed också bundet till den kontextuella situation där det konstruerades och kunskaperna blir kontextberoende. Flera andra forskare (Brown, Collins & Duguid, 1989) menar dessutom att kunskaperna och färdigheterna som skapas i en undervisningssituation är bundna till just den situation där de skapas. De använder uttrycket "the situated nature of knowledge" för att beskriva hur de ser på samspelet mellan kunskap och den situation där kunskapen uppstår. När elever lär sig nya saker använder de samtidigt kännetecken eller särdrag från undervisningssituationen för att strukturera och komma ihåg den nya kunskapen. Detta sker ofta på ett oflekterat eller omedvetet plan. Den nya kunskapen associeras på detta sätt till olika situationer, händelser och tillfällen. Detta innebär också att kunskapen kan bli mer eller mindre situationsbaserad. Om situationen eller sammanhanget, där den nya kunskapen har uppstått, är för specifik eller speciell tenderar kunskapen bli starkt knuten till just den situationen och vara svår att använda i andra situationer. Om undervisningssituationen däremot inbegriper de kontexter eller situationer i vilka de nya kunskaperna kan tillämpas är förutsättningarna större för att de nya kunskaperna kan användas i fler och mer generella sammanhang.

### 6.1.3 Lärandet utvecklas i språklig interaktion med andra

Den ryska, av Vygotsky inspirerade, språkforskaren Bakhtin (1981) menar att vårt sätt att uttrycka oss är format av olika "sociala språk". Han definierar sociala språk som diskurser inom skikt i samhället. Människor kan ha flera olika sociala språk som de använder i olika kontexter och i olika sociala sammanhang. Dessa utgör då en specifik syn på världen genom att de formar en förståelse av världen och genom att definiera egna begrepp, ord och uttryck. De sociala språken karaktäriseras även genom egna objekt, egen mening och egen värdegrund. Leach och Scott (2000) hävdar exempelvis att skolans naturvetenskap kan betraktas som ett socialt språk som eleverna i skolan måste tillägna sig. Att lära sig naturvetenskap innebär då inte endast att lära sig begrepp och teorier utan inbegriper också införlivningen av naturvetenskapens sociala språk, d.v.s. att utveckla en förmåga att förstå naturvetenskapligt språkbruk och använda det i relevanta situationer. Lemke

(1990) menar att lära sig naturvetenskap handlar om att "learning to talk in new ways" eller "learning to talk science". Undervisningen syftar då till att lära elever att prata om redan kända fenomen på ett nytt sätt och med nya ord. Detta leder förhoppningsvis till att eleverna utvecklar en ny förståelse. Sutton (1996) ser naturvetenskaplig undervisning som "access to new conversation". En konsekvens blir att när naturvetenskapen introduceras bör detta göras som ett erbjudande till eleverna att upptäcka ett nytt sätt att prata och tänka om världen. En del av lärarens arbete blir då att övertyga eleverna om värdet och nyttan av detta nya sätt att tänka och samtala. Läraren blir en slags företrädare för en naturvetenskaplig kultur och ett naturvetenskapligt språkbruk.

När det gäller undervisning menar socialkonstruktivisterna att lärandet ofta medför ett perspektivbyte mellan olika sociala och kulturella kontexter. Vanligtvis brukar detta perspektivbyte ske mellan elevens vardagliga liv och skolans naturvetenskapliga undervisning. Cobern och Aikenhead (1998) beskriver detta möte som ett gränsöverskridande mellan olika subkulturer (se även kapitel 5).

Elevers samarbetslärande har med termerna "collaborative learning" och "peer learning" kommit alltmer i fokus under, 1990-talet. Detta gäller också studier med inriktning mot IKT. I denna forskning framhålls elevers möjligheter att lära av varandra (se även kapitel 7 och 8). Så ser exempelvis Tobin (1996) lärande som elevers gemensamma meningsskapande och tillägnande av varandras språkliga uttryck och erfarenheter. Han menar att om elever får samarbeta i autentiska naturvetenskapliga situationer skapas entusiasm och delaktighet som motiverar eleverna att dela med sig av sina kunskaper och utveckla nya kunskaper tillsammans.

#### 6.1.4 Lärandet är en aktiv och kontinuerlig process

Lärandet är en aktiv och kontinuerlig process som fortgår i elevernas omgivning och inte endast i undervisningen. Den nya informationen jämförs aktivt med fenomenen och relateras ständigt till tidigare föreställningar och kunskaper. Lärandeprocessen blir på detta sätt en ständigt pågående process som aldrig avslutas. En passiv överföring av kunskaper till elever blir en praktisk omöjlighet eftersom lärandet kräver en aktiv och förståelseskapande bearbetning av ämnesinnehållet.

Om eleverna skall ha möjlighet att själva konstruera en förståelse är det viktigt att de får tid att utföra denna bearbetning.

När elever utsätts för information som på olika sätt strider mot den egna världsbilden eller uppfattningar av fenomenen uppstår en kritisk situation. I denna situation sker en aktiv bearbetning genom att den nya informationen jämförs och relateras till redan befintliga kunskaper. Den nya informationen kan då accepteras eller förkastas. Om eleven lyckas skapa mening med och förståelse för informationen i relation till tidigare uppfattningar kan en produktiv sammanfogning uppstå. Detta innebär att eleven har accepterat den nya informationen och konstruerat en egen förståelse av den. Processen medför att den studerande har tillförskaffat sig nya begrepp, rekonstruerat tidigare begrepps-förståelse eller ersatt gamla begrepp med nya. Men ett stort antal studier (se Driver et al, 1994; Glynn & Duit, 1995) visar att elever inte lyckas med detta och istället förkastar den nya informationen eller endast tar till sig den på en ytlig nivå. Detta innebär den inte är bearbetad, relaterad till eller sammanfogad med tidigare kunskaper och befintliga begrepp. Den nya informationen är inte förankrad och kan därför inte användas för att lösa problem. Dessutom riskerar den att förloras eftersom den inte kan associeras till de befintliga kunskaperna. Andra studier (ex Scott et al, 1992) hävdar dessutom att elever kan ha två motstridande uppfattningar om ett fenomen. Elever har då den nya informationen eller de nya begreppen på en relativt ytlig nivå (rote learning). De förmår att återge dem när de avkrävs detta i en undervisningssituation men återgår till tidigare uppfattningar när de skall använda kunskaperna för att lösa problem eller tillämpa dem i nya situationer.

Glynn och Duit (1995) menar att en framgångsrik undervisningsstrategi är att utmana elevernas föreställningar om fenomenen. Detta innebär att eleverna aktivt får använda sina egna föreställningar för att lösa problem, svara på frågor eller göra experiment. Avsikten är då att eleverna skall inse och förstå att den egna föreställningen har brister och inte räcker för att lösa problemen. Detta skapar i sin tur en kognitiv obalans (Piaget, 1972) som motiverar eleverna att utveckla gamla och konstruera nya kunskaper och en ny förståelse. Hewson (1981) beskriver en aktiv lärandeprocess som en begreppsmässig förändring. Han menar att lärandet är en aktiv process i vilken en person förändrar sin begreppsmässiga förståelse genom att tillförskaffa sig nya begrepp, rekonstruera tidigare begrepps-förståelse eller ersätta gamla begrepp

med nya. Avgörande för hur lyckad den begreppsmässiga förändringen blir är nivån på den "status" de nya och de befintliga begreppen har för de studerande. Med status menas då graden av acceptans begreppet har i den studerandes världsbild eller hur användbart begreppet upplevs. Om ett befintligt begrepp har en hög grad av acceptans hos eleverna och dessutom upplevs som användbart för att lösa problem blir det också svårare att åstadkomma en begreppsmässig förändring. Undervisningen bör då sträva efter att synliggöra dessa förhållanden.

Baird (1986) hävdar att elever vanligtvis inte förstår att de själva kan påverka sitt lärande. Studien visar att elever ofta har en tendens att uppfatta lärandet som en relativt passiv överföring av kunskaper från en som kan mer till en som kan mindre. Han menar att en förutsättning för en lyckad undervisning är att elevers metakognitiva nivå höjs. Även Allwood och Reiman (1999) menar att en medveten träning av elevernas metakognitiva färdigheter förbättrar elevernas skolprestationer väsentligt. Detta kan ske genom att medvetandegöra eleverna om sitt ansvar under lärandeprocessen och låta eleverna reflektera över sitt eget lärande. Andra studier (Driver et al, 1985) visar att en gemensam nämnare för framgångsrika undervisningssituationer är att de skapar tillfälle att tydliggöra sina kunskaper och sin begreppsförståelse. Att göra sina kunskaper explicita medför ökade förutsättningar för eleverna att upptäcka brister och konstruera ny och djupare förståelse.

## 6.2 Några frågor inför studien

Enligt min uppfattning konstrueras kunskap i interaktion mellan människor då de kommunicerar och försöker förstå varandra eller skapa mening. Dessa antaganden utgår från ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärandet och kan utgöra en teoretisk grund för hur elever lär sig eller inte lär sig i olika undervisningssituationer. Det finns emellertid några frågor som måste formuleras utifrån dessa antaganden. Är lärprocessen lika för alla elever? Är alla elever lika beroende av att få tillfälle till meningsskapande samarbete och samtal för att de skall få en positiv kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen? Finns det elever som använder sig av andra strategier och lärsätt när de själva får välja hur de vill organisera sitt lärande? Förhoppningsvis kan denna studie belysa några av dessa frågor.

## 7 Problemlösning och lärande

### 7.1 Problemlösning i naturvetenskaplig undervisning

Elevernas problemlösningsförmåga i ungdomsskolan har under lång tid varit föremål för intensiv forskning och diskussion. Redan utbildningsfilosofen John Dewey (1916) argumenterar för problemlösning genom reflekterat tänkande som den metod som borde genomsyra den naturvetenskapliga undervisningen. Han betonar också målsättningen, att skolans undervisning inte endast bör utgöras av naturvetenskapens produkter utan även av dess processer och metoder när han säger:

Problem solving through reflective thinking should be the method and valued outcome of science instruction in America's schools (Dewey, 1916, p. 438).

Problemlösning kan beskrivas utifrån de färdigheter och intellektuella processer som elever använder då de observerar, klassificerar, mäter, kommunicerar och drar slutsatser. I detta ingår även att formulera hypoteser, manipulera variabler, tolka data och genomföra experiment. Problemlösning kan dessutom ses som en process, där elever upptäcker samband och tydliggör mönster i ett problem eller tillämpar nyvunnen kunskap för att lösa nya problem i nya situationer. Själva problemlösningen kan emellertid genomföras på ett antal olika sätt och med olika strategier. I litteraturen om problemlösning beskrivs två olika sätt att uppfatta problemlösningsprocessen. I det ena perspektivet förespråkas att eleverna skall använda standardiserade modeller med färdiga steg eller faser. Det andra perspektivet förespråkar en intuitiv modell där undervisningen istället fokuserar elevernas processfärdigheter.

En mängd modeller för elevernas problemlösning har presenterats i den internationella skoldebatten och forskningen. Utgångspunkten för

dessa har varit de olika faser som vetenskapsmän/kvinnor genomgår under en forskningsprocess. Dessa faser har sedan förenklats och förtydligats i syfte att formulera en undervisningsmodell för elevernas problemlösning. Brunce och Heikkinen (1986) beskriver exempelvis problemlösningsprocessen utifrån sex faser. De menar att faserna kan utgöra ett redskap både för elevernas inläring och lärarens undervisning om problemlösning. De sex faserna är:

1. Identifikation av vad som är givet i problemet.
2. Identifikation vad man frågar efter i problemet.
3. Erinran om all relevant information som behövs för att lösa problemet (även regler, definitioner och relationer).
4. Konstruktion av schematisk lösningsplan.
5. Matematisk lösning (där sådan är nödvändig).
6. Återblick och kritisk granskning av problemformulering, information, lösning och den övergripande planen.

Man kan ställa sig tveksam till den här typen av standardiserade modeller. De förutsätter att det existerar en enhetlig naturvetenskaplig forskningsprocess. Detta antagande är mycket tveksamt eftersom det visar sig att forskare inom naturvetenskapen angriper problemställningar på olika sätt och med olika metoder. Det är på samma sätt tveksamt att försöka identifiera en enda modell för elevernas problemlösning. Frågan har ställts om modeller underlättar elevers problemlösande arbete överhuvudtaget. Rutherford och Ahlgren (1990) menar att problemlösning inte kan ses som en verksamhet där man statistiskt använder inlärd regler eller följer förutbestämda steg utan skall ses som en verksamhet, där elever använder sina kunskaper och sina erfarenheter på ett nyskapande och kreativt sätt för att lösa ett problem. I *Science for all Americans* (Rutherford & Ahlgren, 1990) betonas att både naturvetenskap som vetenskap och elevernas problemlösning förmåga i en naturvetenskaplig undervisning utvecklas med hjälp av kreativitet, nyfikenhet, ifrågasättande och kritiskt tänkande. Författarna betonar dessutom att dagens naturvetenskap vanligtvis skapas i "team work" eller i "group approaches". De hävdar att ungdomsskolan också bör genomlysas av detta angreppssätt.

Andra studier visar att arbetsscheman eller standardiserade modeller till och med kan utgöra ett hinder för elevernas problemlösning. I en engelsk studie (Dall'Alba, 1986) av elevers problemlösningssförmåga fick elever mellan 13 och 15 år lösa ett antal praktiska problemlösningssuppgifter. För att lyckas med uppgifterna krävdes att de planerade och genomförde en egen undersökning. Studien visar att de elever som angrep problemställningen med ett fritt och undersökande arbetssätt lyckades bättre än de elever som använde fasta steg. Elever som använder sig av den förutbestämda arbetsordningen tenderade att i hög utsträckning fokusera själva stegen och förlorade därmed djupet och helheten i problemet.

Det finns emellertid studier som pekar på att elever kan förbättra sina problemlösande färdigheter genom att använda modeller. I en amerikansk studie (Ross & Maynes, 1983) delades 265 elever (Grade 6) slumpvis in i experimentgrupper och kontrollgrupper. Eleverna i experimentgrupperna tränades under några veckor i att använda en modell för problemlösning som konstruerades för att efterlikna hur framgångsrika vetenskapsmän/kvinnor arbetar med problemlösning. I träningsprogrammet betonades särskilt förmågan att formulera hypoteser och planera sitt arbete. Eleverna i kontrollgruppen fick ingen motsvarande undervisning. Efter programmet fick alla elever genomföra ett antal naturvetenskapliga problemlösningssuppgifter. Resultatet visar på signifikanta skillnader mellan experiment- och kontrollgrupper. Eleverna som hade genomgått träningsprogrammet presterade betydligt bättre resultat än sina kamrater. Man fann dessutom att experimentgrupperna lyckades formulera fler och mer kvalificerade frågeställningar och hypoteser till problemställningen. Även andra studier (Chiappetta & Russell, 1982) med liknande uppläggning ger likartade resultat.

Dessa studier kan emellertid inte entydigt fastslå att det är elevernas användande av arbetsscheman eller fasta steg i problemlösningsprocessen som gör att eleverna i experimentgrupperna når ett bättre resultat än sina kamrater. En sådan slutsats är alltför förhastad. En möjlig slutsats från dessa studier kan istället vara att elever som har fått träning i att använda det förutbestämda schemat blivit bättre förberedda inför problemlösningssuppgifterna än de andra eleverna. De har exempelvis tränats i att formulera hypoteser och planera sina undersökningar.

En antydning om lärarens betydelse när det gäller att utveckla elevernas problemlösningssförmåga fokuseras i en studie av Rowe (1973). I

studien fick 50 låg- och mellanstadielärare under en fortbildningskurs utveckla sin förmåga att formulera frågeställningar till naturen och genomföra naturvetenskapliga undersökningar. Under kursen tränades lärarna dessutom i att använda olika frågetekniker för att få eleverna mer delaktiga i diskussioner som berörde undersökningarna. I kursen betonades också vikten av att eleverna och läraren skulle genomföra undersökningarna tillsammans för att skapa en känsla av samhörighet och partnerskap i undersökningsprocessen. När lärarna sedan återvände till skolan tränade de sina elever i det undersökande arbetssättet och genomförde undersökningar tillsammans med eleverna. Efter en tid genomfördes en studie för att se på vilka sätt elevernas problemlösningsförmåga hade förändrats. Man fann då att fler elever deltog i diskussionerna, att längden på inläggen ökade väsentligt och att en större andel av inläggen var av spekulering eller resonering art. I diskussionerna var eleverna också mer villiga att delge sina hypoteser om undersökningarna och hade fler förslag vilka experiment som skulle genomföras och hur undersökningen skulle fortgå. Antalet frågor riktade till läraren minskade. Eleverna tenderade också att utnyttja läraren mer som en diskussionspartner eller någon man anförtrodd sina förslag och spekulationer till.

## 7.2 Processfärdigheter och problemlösning

Under senare år har forskningen alltmer intresserat sig för de metoder som goda problemlösare använder under en problemlösningsprocess. Ett flertal studier pekar på att elever som behärskar dessa processfärdigheter vanligtvis också är goda problemlösare. I en kvalitativ studie (Barba & Ruba, 1992) fick 30 gymnasieelever och lika många lärare lösa ett antal problem om jorden som planet i universum. Forskarna noterade vilka strategier och processfärdigheter som användes under problemlösningsprocessen och jämförde sedan de olika tillvägagångssätten med hur väl man lyckats lösa uppgifterna. Man fann då att de elever och lärare som lyckats lösa flest problem hade vissa gemensamma förhållningssätt och strategier. De goda problemlösarna hade vanligtvis en god förmåga när det gällde att "översätta" problemet till ett enklare problem av samma typ eller att "överföra" problemet till ett för problemlösaren känt sammanhang. Denna förmåga bedömdes av forskarna som den viktigaste faktorn hos de goda problemlösarna. Andra



viktiga faktorer som forskarna i denna studie pekade på var att "experterna" lyckades bättre än "noviserna" med att bryta ned problemet i underproblem, upptäcka relevanta principer, hitta flera lösningsvägar, testa fler hypoteser och rimlighetsbedöma lösningarna.

En annan studie (Camacho & Good, 1989) med en liknande uppläggning visar att "experterna" lägger ned betydligt längre tid än "noviserna" på att omstrukturera och analysera problemet innan man påbörjar själva lösningsarbetet. Denna studie pekar dessutom på att "experterna" vanligtvis har en bättre förförståelse av sammanhanget kring problemställningen redan innan arbetet påbörjas. Också andra studier som exempelvis Watsons (1994) ger liknande resultat. Det tycks som om att det är i denna tidiga fas i problemlösningssprocessen som man kan utveckla produktiva strategier som leder till att problemet kan lösas.

En intressant frågeställning är om förmågan att lösa problem på ett effektivt sätt kan utvecklas genom undervisning om problemlösning. Flera studier pekar på att detta är möjligt. Exempelvis visar Novak et al (1983) och Okebukola (1992) att elevers problemlösningssförmåga kan utvecklas genom att öka elevernas metakognitiva medvetenhet. Detta innebär att elevernas medvetande om sina kunskaper och sitt eget lärande ökar. En metod att åstadkomma detta är att låta eleverna tillverka egna s.k begreppskartor (concept mapping) före, under och efter problemlösningssprocessen. Denna metod utvecklades under, 1970- och 80-talet vid Cornell University av Joseph Novak som ett redskap att studera elevers uppfattningar av fysikaliska begrepp (Novak et al, 1983; Novak, 1990). En begreppskarta utgörs av ett diagram eller en förenklad bild, som representerar elevernas uppfattning av hur begreppen inom ett specifikt område förhåller sig till varandra. Genom att eleverna konstruerar begreppskartor tydliggörs begreppen och relationen mellan dem.

Under senare år har man studerat om elever med erfarenhet av att tillverka egna begreppskartor också är bättre förberedda på att lösa matematiska problem. I en studie (Okebukola, 1992) av 60 gymnasieelevers problemlösningssförmåga i biologi jämförs elever som har denna erfarenhet med andra elever. Studien visar på signifikanta skillnader. De elever som har vana att tillverka egna begreppskartor når betydligt högre resultat än sina kamrater. Studien pekar också på att dessa elever lyckas bättre i att strukturera problemet genom att tydlig-

göra och organisera sina förkunskaper innan man börjar själva problemlösningen. Många av eleverna använder dessutom kartorna som ett stöd under hela problemlösningsprocessen. En annan förklaring till varför dessa elever lyckas bättre kan vara att de genom sin vana att använda begreppskartor har bättre förståelse av hur biologiska begrepp i olika sammanhang är relaterade till varandra. Andra studier (Novak et al, 1983) som undersöker amerikanska högstadieelevers problemlösning förmåga ger liknande resultat. Novak (1990) menar att när eleverna tillverkar begreppskartor förtydligar de sin förförståelse och medvetandegör sig själva om hur kända begrepp skall relateras till och sammankopplas med nya begrepp. Detta innebär att eleverna får ett metakognitivt redskap som underlättar både inläring och förståelse av det aktuella problemet. Jonassen (1996) menar att tillverkandet av begreppskartor tvingar elever att identifiera begrepp och teorier, analysera hur begreppen förhåller sig varandra och avgöra vad de betyder. Detta arbete tränar elevernas kritiska och analytiska tänkande och bör vara ett viktigt inslag i all modern problemlösning.

### 7.3 Lärande genom "Real-world problem solving"

Ett sätt att motverka att många elever upplever att skolan inte förmår förena en naturvetenskaplig undervisning med deras vardagliga liv (se kapitel 5) är att låta undervisningen utgå från problemställningar från "verkligheten" eller "den riktiga världen" (Nagel, 1996). En viktig utgångspunkt i detta sätt att organisera undervisningen är att de naturvetenskapliga begreppen studeras i ett för eleverna naturligt och begripligt sammanhang. De naturvetenskapliga begreppen introduceras först efter att eleverna har fått en grundläggande upplevelse av begreppen i deras naturliga kontext. Problemställningarna är ämnesövergripande och hämtade från ett antal olika discipliner och ämnesområden. De är valda utifrån hur väl de lyckas skapa aktivitet och engagemang hos eleverna och interaktivitet med kamrater och med världen utanför skolan. Problemen skall dessutom bedömas som intressanta och meningsfulla av eleverna och ha relevans i ett bredare samhällsligt perspektiv.

Problemlösningen sker vanligtvis i grupp. Eleverna kan utnyttja bibliotek, datornätverk, kommunala och statliga organ samt kontakta utomstående experter inom området. Eleverna i gruppen förväntas sam-

arbeta genom att samtala, fördela arbetet, diskutera resultatet och testa möjliga lösningsförslag. Lärarens roll i denna fas är att vara en resursexpert i sökandet efter relevant information och en samtalspartner för eleverna. I denna roll ingår dessutom att hjälpa eleverna att kritiskt granska informationen och vara stöd för att få eleverna att behålla fokus på själva problemställningen. En annan viktig uppgift för läraren är att studera om och på vilket sätt eleverna använder och förstår de naturvetenskapliga begrepp och teorier som berörs i problemställningen. Nagel (1996) framhåller i detta sammanhang vikten av att läraren utgår ifrån vetenskapen om att eleverna själva konstruerar och utvecklar ny kunskap genom att samordna den nya informationen med tidigare kunskap eller byta ut den mot ny. Lärarens roll blir att utmana elevernas föreställningar och stödja elevernas eget lärande. En viktig idé med detta arbetssätt är också att elevernas resultat skall presenteras för det omgivande samhället med syftet att göra eleverna delaktiga i diskussioner som förs i samhället. På detta sätt kan eleverna uppleva arbetet som viktigt och meningsfullt (Nagel, 1996).

#### 7.4 Sammanfattning om lärande vid problemlösning

Slutsatsen av studierna om problemlösning är tvåfaldiga. Å ena sidan finns det studier som visar att det är möjligt att träna elevernas problemlösande förmåga genom att använda modeller. Å andra sidan visar andra studier att sådana modeller låser fast eleverna i ett schematiskt arbetssätt. Ross och Maynes (1983) pekar på att det är möjligt att utveckla elevers problemlösning förmåga genom medveten träning av problemlösningens olika faser. Genom att träna elevers förmåga att formulera hypoteser, planera undersökningar, tolka resultat, dra slutsatser och kritiskt granska sitt arbete förbättras problemlösning förmågan. Detta kan då ske genom att eleverna får lösa problem och reflektera över sin egen lösning och jämföra med andra. Andra studier (se Barba & Ruba, 1992) visar att "översätta" problemet till ett enklare problem av samma typ eller att "överföra" problemet till ett för problemlösaren känt sammanhang är en viktig förmåga hos en duktig problemlösare. I Camachos och Goods studie framkommer (1989) också att "experterna" lägger ned betydligt längre tid än "noviserna" på att omstrukturera och analysera problemet innan man påbörjar själva lösningsarbetet. Novak (1990) menar att begreppskartor kan användas för

att förbättra problemlösningsförmågan genom att eleverna förtydligar sin förförståelse och medvetandegör sig själva om hur begreppen relateras till varandra. Begreppskartor utgör ett exempel på ett metakognitivt redskap för att utveckla elevernas lärande. Det finns en rad andra metoder som alla går ut på att eleverna kontinuerligt skall reflektera över sin kunskap (se Baird, 1987; Allwood & Reiman, 1999).

En slutsats inför min studie blir att eleverna inte behöver en standardiserad modell under problemlösningsprocessen. Något träningsprogram för att förbättra elevernas problemlösande förmåga kommer inte heller att genomföras. Denna studie avser istället att undersöka vilka lösningsstrategier eleverna intuitivt använder och studera vilken betydelse de har för kunskapsutvecklingen. En hypotes är att förmågan att använda olika lösningsstrategier är en viktig faktor för att ha en positiv kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen.

Det har i tidigare kapitel också framkommit att många elever uppfattar den naturvetenskapliga undervisningen som ointressant, oengagerande, och att den saknar betydelse och mening i deras vardagliga liv (Skolverket, 1993c; Wester, 1997; Sjöberg 2000b). Andra studier (se Skolverket, 1993c) visar att svenska elever i stor utsträckning saknar erfarenhet av och färdigheter i problemlösning eller vana att tillämpa sina kunskaper i nya situationer. När eleverna själva får uttrycka sin uppfattning om undervisning (Skolverket, 1993c) framhåller de vikten av att få utgå från "verkliga problem" och att få samarbeta. Nagel (1996) menar att lärande genom "Real-world problem solving" underlättar skapandet av kontextuella problemlösningssituationer. Problemlösningen sker i grupp där eleverna samlar relevant information för att hitta lösningsförslag på aktuella problemställningar i världen. Problemlösning utifrån "Real-world problem solving" blir därför en intressant inspirationskälla vid planeringen av min studie. Det är viktigt att problemställningen som eleverna skall arbeta med upplevs som intressant och som ett "verkligt" problem i världen idag. Dessutom är det betydelsefullt att skapa en problemlösningssituation där samarbete och samtal mellan eleverna underlättas och uppmuntras.

## 8 Forskning om elevsamarbete

Rutherford och Ahlgren (1990) menar att modern naturvetenskaplig forskning vanligtvis inte genomförs av en ensam forskare utan som ett "team work" mellan flera forskare. De pekar på att samarbete har blivit ett viktigt inslag i forskningsprocessen och argumenterar för att den naturvetenskapliga undervisningen i skolan bör genomsyras av ett liknande arbetssätt. En viktig frågeställning är emellertid hur olika former av samarbete påverkar lärandet och elevers allmänna utveckling. Antalet forskningsstudier inom områden som "cooperative learning", "collaborative learning" och "peer learning" har också ökat under, 1990-talet. Bakgrunden till detta intresse är en växande samstämmighet hos lärare och forskare om de positiva effekter samarbete kan ha för elevernas lärande (Hertz-Lazarowitz & Miller, 1992). Men det saknas emellertid fortfarande studier av vad som sker när elever samarbetar i grupp liksom studier som ingående beskriver vilka faktorer som påverkar elevers lärande (Slavin, 1992; Koschmann, 1999).

Som svar på frågan om samarbetets effekter hävdar flera skolforskare att det är själva interaktionen mellan eleverna som utvecklar deras lärande. Wadsworth (1984) bygger sina antaganden på Piagets (1972) teorier om ackommodation och hävdar således att elever lär av varandra genom att de, under samarbetet, i diskussioner ställs inför kognitiva konflikter, motstridande uppfattningar och inadekvata resonemang. I dessa situationer tvingas eleverna att försöka samordna den nya informationen med sina tidigare uppfattningar. Han menar dessutom att om samarbetet inte innehåller dessa moment minskar sannolikheten att eleverna utvecklar nya kunskaper överhuvudtaget. Slavin (1983) argumenterar från metakognitiva antaganden och hävdar att gruppdiskussionen ger eleverna återkoppling till sina tankar och uppmuntrar dem att överge felaktiga föreställningar för att söka efter nya. Kommunikationen i gruppen kan också utveckla elevernas argumentationsteknik och kritiska tänkande. Enligt författaren är gruppdiskussionen därmed en viktig förutsättning för att ett undersökande och kreativt arbetssätt skall kunna generera nya idéer och hypoteser. Också Hertz-Lazarowitz

och Miller (1992) diskuterar vilka faktorer som kan utgöra viktiga beståndsdelar i ett lyckat grupsamarbete. Författarna menar att elevernas förmåga att dela med sig av sina lösningsstrategier är en viktig förutsättning. Genom att eleverna arbetar gemensamt med en problemställning, får de tillfälle att upptäcka hur andra elever arbetar och därmed möjlighet att hitta mer effektiva lösningsstrategier och alternativa lösningar. På detta sätt kan eleverna också upptäcka nya dimensioner i problemet. Andra studier (Johnson & Johnson, 1989) visar att samarbete i grupp ökar gruppmedlemmarnas organisationsförmåga när det gäller att söka och kritiskt granska information genom att eleverna delar med sig av sina färdigheter.

Forskning om "peer learning" strävar också efter att beskriva och förstå hur interaktionen mellan elever påverkar lärandet både ur ett teoretiskt och ett praktiskt perspektiv. Denna forskning utgår ofta från ett sociokulturellt perspektiv på lärandet (Vygotsky, 1960/1986; Wertsch, 1991; Sutton, 1996; Cobern & Aikenhead, 1998). Ett sociokulturellt perspektiv utgår ifrån att lärandet utvecklas i en språklig interaktion med andra människor och betonar att lärande handlar om att tillförskaffa sig kommunikativa färdigheter och förmåga att använda språket i olika sociala sammanhang. Palincsar och Herrenkohl (1999) menar att effektivt samarbetslärande innebär att eleverna måste vara involverade i en socialisationsprocess som avser att skapa en gemensam språklig och social värld i klassrummet. Också Hicks (1996) uppfattar lärande som en gemensam konstruktion av mening och att lärandet sker i ett specifikt sammanhang (community of learning). Lärandets fokus flyttas därmed från den enskildes tillägnande av kunskaper mot en organisation som strävar efter att utveckla en "lärandegemenskap". Koschmann (1999) menar att samarbete skapar förutsättningar för människor att lyssna till "multipla röster" vilket utvecklar möjligheterna att upptäcka nya perspektiv. Han utgår från den ryske språkforskaren Bakhtins (1984) teori om "dialogikalitet". Begreppet beskriver tänkandets relation till samtalet. Bakhtin menar att allt tal, oavsett om det är implicit eller explicit har en mottagare. Samtalssituationer innebär att andra människor träder in i samtalet inte endast som lyssnare utan som deltagare i det vi säger. Det innebär att andras röster och andras perspektiv påverkar oss genom att det vävs in i det vi säger och det vi tänker. Samtalet skapar på detta sätt en spänning mellan behovet att ta del av en gemensam förståelse och behovet av att utskilja sig från andra.

Gemensamt för de redovisade studierna och teorierna är antagandet att eleverna genom att samtala dels formulerar sin egen förståelse och reflekterar över denna och dels utmanar sin kunskap genom att ta del av andra elevers kunskap. En viktig fråga blir då om samarbete är effektivt i alla undervisningssituationer.

## 8.1 Samarbete mer effektivt endast under vissa förutsättningar

Ett antal både äldre och nyare studier (Hammond & Goldman, 1961; Slavin, 1990) visar att två eller flera individer kan lösa olika typer av problem signifikant bättre när de samarbetar i grupp än när de arbetar individuellt. Detta gäller även när högpresterande elever löst problem enskilt och sedan jämförts med normalpresterande elever i grupp (Slavin, 1992). Dessa studier visar dessutom att elever som samarbetar i grupp i mycket hög utsträckning förmår att utnyttja gruppmedlemmarnas gemensamma problemlösningsförmåga för att lösa problem. En genomgång av över 500 studier (Johnson & Johnson, 1989) om elevsamarbete pekar på att samarbete resulterar i högre prestationer och produktivitet än individuella eller tävlingsmässiga organisationsformer. Denna genomgång visar också att elevsamarbete generellt resulterar i högre grad av social utveckling och bättre självförtroende hos eleverna.

Det är emellertid viktigt att notera att man i dessa studier endast jämför gruppens gemensamma resultat och inte vad gruppens medlemmar presterar individuellt. Man kan alltså inte utifrån dessa studier uttala sig om individernas enskilda lärande utan endast om gruppens produktivitet och gemensamma resultat. Det finns självfallet en möjlighet att enskilda medlemmar i gruppen inte bidrar i arbetet och på detta sätt varken delar med sig eller lär sig något under arbetet. Denna misstanke bekräftas delvis i flera amerikanska studier (Johnson et al, 1976; Johnson et al, 1978). I dessa studier delades eleverna slumpvis upp i två undersökningsgrupper. Hälften av eleverna löste problemen enskilt medan den andra hälften samarbetade i smågrupper. När detta arbete avslutats fick alla eleverna i undersökningen ett prov som innebar att de enskilt skulle lösa ytterligare några problem av samma slag. Det visade sig då att de elever som tidigare samarbetat i smågrupper endast lyckades prestera ett likvärdigt eller i vissa fall till och med ett lägre resultat

än de elever som arbetat enskilt under hela studien. Man bör dock även i detta fall vara försiktig när man drar slutsatser från dessa studier. Eleverna visste inte att de skulle utsättas för ytterligare ett prov. De var med andra ord inte införstådda med att det fanns en individuell inlärningsuppgift under samarbetet utan såg endast som sin uppgift att lösa uppgifterna gemensamt. De elever som löste uppgifterna enskilt tvingades att försöka lösa alla uppgifterna och var på detta sätt lika bra eller bättre förberedda inför det avslutande provet. Studierna visade dessutom en tendens att en eller två elever i gruppen dominerar. Man kan alltså utifrån ovanstående studier endast påstå att gruppssamarbete leder till att gruppen gemensamt presterar bättre resultat än vad enskilda elever gör men att detta inte automatiskt leder till att alla individerna i gruppen utvecklas under arbetet. En frågeställning som kvarstår är hur man kan utnyttja de positiva effekter som samarbete medför och samtidigt säkerställa att alla individerna i gruppen utvecklar sitt lärande.

Det är väl känt att elevernas motivation påverkar samarbetet. Slavin (1983, 1990) har ingående studerat på vilket sätt elevernas motivation för samarbete påverkar lärandet i gruppen. Avsikten med dessa studier har varit att skapa en situation, där det enda sätt en enskild elev i gruppen kan nå ett definierat mål är att alla medlemmarna i gruppen lyckas. Man har alltså byggt in en förutsättning som innebär att individerna i gruppen dels själva måste lära sig det som förväntas, dels att alla i gruppen har ett gemensamt ansvar för att de andra gruppmedlemmarna utvecklas på samma sätt. Resultaten från dessa studier visar att betydligt fler elever får goda eller mycket goda inlärningsresultat jämfört med de tidigare studierna. Studierna pekar också på att gruppmedlemmarnas interaktion ökar betydligt. Detta visar sig genom att eleverna i högre utsträckning än i tidigare studier förklarar viktiga begrepp för varandra, underlättar och uppmuntrar varandras lärande. Vid en genomgång (Slavin, 1990) av 43 studier om elevsamarbete där samtliga var baserade på att gruppens resultat i ett efterföljande test beräknades som summan av alla gruppmedlemmarnas individuella prestationer, visade nästan alla på positiva inlärningsresultat. Vid en metaanalys av 32 jämförbara studier (Slavin, 1990) nådde elever som samarbetade på detta sätt ca 30 procent bättre resultat än motsvarande kontrollgrupper.

Studierna pekar på att det är avgörande för ett framgångsrikt gruppssamarbete att tydliggöra på vilket sätt varje enskild medlem i gruppen kan bidra till det sammanlagda resultatet. De positiva inläringseffekter



som skapas vid gruppsamarbete utnyttjas på bästa sätt, om gruppen förmår att skapa en situation där varje enskild individ inser att ett ökat samarbete och ett hjälpande beteende gynnar både det egna lärandet och gruppens sammanlagda resultat. Flera andra studier (Johnson & Johnson, 1989) visar också att ett positivt ömsesidigt beroende mellan gruppmedlemmarna medför att gruppen och individerna i gruppen presterar högre resultat. Studien betonar att det är just detta positiva beroende som är själva nyckeln till ett samarbete som skapar förutsättningar för positiva inlärningseffekter för alla i gruppen. De positiva resultaten kan uppnås om gruppens alla medlemmar:

1. Känner ett personligt ansvar för det gemensamma målet och sin del av arbetet. Detta innebär att man delar ett gemensamt öde där alla vinner eller förlorar på gruppens gemensamma arbete.
2. Strävar mot en ömsesidig fördel för gruppens alla medlemmar. Har en överenskommelse om att dela information och kunskap till alla i gruppen.
3. Uppfattar gruppens produktivitet i ett långsiktigt perspektiv som mer värdefullt än kortsiktig personlig framgång.
4. Har en delad identitet som baseras på gruppmedlemskapet.

Även andra studier betonar att elevernas motivation inför arbetet är en avgörande faktor för ett lyckat samarbete. Bossert (1989) menar emellertid att samarbetet i sig skapar förutsättningar för att eleverna skall uppleva en ökad motivation för skolarbetet. Han pekar på att samarbete i grupp medför att eleverna upplever att de kan påverka innehåll och organisation av undervisningen i högre utsträckning än vid traditionell undervisning. Känslan av att kunna påverka leder till positiva motivationseffekter som i sin tur ökar elevernas ansvar för det egna lärandet. Andra studier (Johnson & Johnson, 1989) visar också att stödet från kamrater i gruppen har en positiv inverkan på elevernas engagemang och uthållighet för uppgiften. Dessutom uppmuntrar gruppens normer och regler till individuell ansträngning och motverkar att enskilda elever inte medverkar i arbetet.

## 8.2 Uppgiftens utformning påverkar samarbetet

Det är emellertid inte självklart att en positiv samarbetsituation uppstår bara för att eleverna är motiverade. Uppgiftens utformning påverkar både individens och gruppens motivation och lärande. Steiner (1972) menar att uppgiften kan fungera som ett hinder eller underlätta samarbetet i gruppen. Olika uppgiftstyper har både för- och nackdelar och bör därför väljas utifrån målsättningen med samarbetet. Läraren bör alltså välja uppgiftstyp beroende på vad samarbetet förväntas åstadkomma. Steiner (1972) skiljer mellan fyra huvudtyper av gruppuppgifter:

- a. disjunktiva
- b. konjunktiva
- c. additiva
- d. diskretiva

Steiner (1972) beskriver uppgifterna på följande sätt. En disjunktiv uppgift kan endast ha en korrekt lösning eller ett svar. Denna typ av uppgift är relativt vanlig i naturvetenskaplig undervisning. Ett exempel på en sådan uppgift kan vara att balansera en kemisk formel eller göra beräkningar där det endast finns ett lösningsalternativ. Uppgifterna medför att gruppen måste producera en gemensam produkt eller ett gemensamt resultat. Vanligtvis är några få högpresterande elever domnanta eller styrande i arbetet. Det kan till och med vara så att en gruppmedlem ensam kan lösa hela uppgiften och inte upplever att samarbete är nödvändigt. De mindre kapabla medlemmarna i gruppen riskerar att förlora sin motivation och sitt engagemang för arbetet. Dessa elever upplever ofta att deras bidrag är oväsentligt eller oviktigt för gruppens gemensamma resultat. Det är inte ovanligt att dessa elever efterhand minskar sin aktivitet ju längre arbetet fortskrider eller blir helt passiva. Elever i denna grupp kan också visa sitt utanförskap genom att störa eller hindra arbetet i gruppen. De högpresterande eleverna får genom sin verbala aktivitet en möjlighet till ständig kognitiv omstrukturering och upparbetning av informationen och därigenom möjlighet att tillämpa, praktisera och utveckla sina kunskaper.

Cohen et al (1990) provar Steiners antaganden i en studie och bekräftar att det framförallt är de högpresterande eleverna som utvecklar

kunskap och förståelse i samarbete som bygger på disjunktiva uppgifter.

En konjunktiv uppgift är konstruerad utifrån de lågpresterande elevernas kunskap. Uppgifterna har karaktären av rutinuppgifter eller flervalstuppgifter där eleverna kan välja mellan ett antal (2-5) färdigformulerade svar. I denna typ av uppgifter är de lågpresterande eleverna mer aktiva medan de högpresterande eleverna riskerar att förlora sitt engagemang för arbetet. De upplever att en maximal insats inte är nödvändig eller inte ger motsvarande fördelar.

Denna uppgiftskonstruktion kan ge de högpresterande eleverna en känsla av frustration vilket i sin tur kan resultera i att de presterar betydligt sämre än normalt (Slavin, 1992). Andra empiriska studier (Johnson & Johnson, 1989) visar emellertid att högpresterande elever som får arbeta med denna typ av uppgifter också utvecklar nya kunskaper och färdigheter. Detta sker genom att de instruerar sina kamrater och därigenom får möjligheter till kognitiv restrukturering och överblick inom ämnesområdet. Författarna menar dessutom att detta arbete gynnar elevernas sociala utveckling och förmåga till samarbete.

En additiv uppgift är konstruerad så att alla i gruppen måste medverka för att uppnå målet. Gruppens sammanlagda och gemensamma ansträngningar är således en förutsättning för att gruppen skall lyckas med uppgiften. I denna typ av uppgifter är det alltså inte möjligt för en enskild elev att lösa uppgiften på egen hand. Alla gruppmedlemmarnas individuella och gemensamma arbete och resultat adderas och fogas ihop till en samlad produkt. Additiva uppgifter används för att utveckla elevens samarbetsförmåga och borde kunna medverka till en starkare gruppssammanhållning. Syftet med denna typ av uppgifter är att både låg- och högpresterande elever skall känna delaktighet i gruppens arbete och resultat. Jag har emellertid tidigare konstaterat att om den individuella utvecklingen inte kan identifieras och utvärderas finns det en risk att några gruppmedlemmar endast ser till sin egen insats och inte tar del av hela gruppens arbete och utveckling (Johnson & Johnson, 1989).

I diskretiva uppgifter är lösningen inte antingen rätt eller fel. Dessa uppgifter kan dock genomföras med olika grader av kvalitet och djup. Gruppen förväntas kunna välja mellan ett antal möjliga alternativ, argumentera för sina lösningar och ta beslut. I uppgiften ingår ofta att gruppen skall kunna göra en värdering av de ingående alternativen.

Syftet är då att eleverna kritiskt skall granska alla alternativ så att värderingen och argumenten blir så välunderbyggda som möjligt. Uppgifterna kan vara fria eller förutbestämda. Exempel på en fri uppgift kan vara att gruppen själv får välja ämne för en gruppundersökning. Andra exempel på diskretiva uppgifter kan vara att undersöka och utvärdera alternativ för att minska koldioxidutsläpp i atmosfären eller utvärdera kärnkraftens för- och nackdelar. Uppgifterna kan också vara av horisontell eller vertikal struktur. I en horisontell struktur är uppgiften indelad i olika underuppgifter som fördelas mellan gruppmedlemmarna. Underuppgifterna är formulerade så att de tar upp olika delar eller nyanser av en problemställning. Efter den initiala informationssökningen och sovringen återförenas gruppen för att åstadkomma en gemensam produkt. I detta arbete deltar och bidrar alla gruppmedlemmarna som "experter" på sitt delområde. I en vertikal struktur arbetar eleverna istället med en och samma uppgift under samarbetets olika faser.

Även om man kan visa att gruppssamarbete kan medverka till ett positivt inlärningsklimat som i sin tur medför att eleverna tillägnar sig nya kunskaper och utvecklar sin problemlösningsförmåga visar studier (Slavin, 1990) att samarbete kan leda till att elever utvecklar beteenden som gör att de inte kan ta del av samarbetets positiva effekter. Hertz-Lazarowitz och Miller (1992) har sålunda beskrivit elevbeteenden som påverkar gruppens arbete och det individuella lärandet negativt. Några elever i dessa studier beskrivs som "gå och dra"-elever (social loafers) eller "friryttare" (free riders). Dessa elever använder merparten av tiden de har till sitt förfogande till att "slå dank", ägna sig åt oväsentligheter och knyta nya sociala kontakter. Gemensamt för dessa elever är att den förväntade inläringen under arbetet är minimal eller obefintlig. Emellertid kan vissa av dessa elever utveckla starka sociala band inom gruppen som de också förmår att utnyttja i eget syfte. "Friryttarna" kan få mer flitiga elever i gruppen att utföra arbete åt dem. Andra studier (Kerr & Bruun, 1983) visar att dessa elever kan vara relativt svåra att identifiera eftersom de vanligtvis lyckas dölja sitt beteende för läraren.

En annan typ av problem uppstår om gruppuppgiften innehåller tävlingsmoment där individens insats tydligt kan identifieras och jämföras med andra. Uppgifter av detta slag kan medföra att elever drabbas av blockeringar. Detta gäller även om grupper tävlar mot varandra. Vid en metaanalys av 378 studier (Johnson & Johnson, 1989) jämfördes olika former av elevsamarbete med mer tävlingsmässiga organisationsfor-

mer. Det visade sig då att samarbete i grupp är vida överlägset tävling. I vissa fall är skillnaden nästan 70 procent till förmån för samarbete. Produktionsblockeringarna som uppstår när undervisning organiseras utifrån mer tävlingsmässiga former medför alltså att många elever presterar betydligt sämre resultat än normalt. Elever kan i den sortens situationer uppleva djup ångest, osäkerhet om sin egen förmåga och rädsla att bli utpekade och jämförda med andra elever. Dessa negativa effekter kan även uppstå när gruppssamarbetet innehåller tävlingsmoment mellan olika grupper.

### 8.3 Sammanfattning om elevsamarbete

Genomgången av studierna har visat att samarbete mellan elever kan innebära ett bättre resultat för gruppen som helhet (Slavin, 1990). Forskning om "cooperative learning", "collaborative learning" och "peer learning" visar också att samarbete tydliggör kognitiva konflikter, motstridande uppfattningar och inadekvata resonemang som innebär positiva lärsituationer för eleverna. Hertz-Lazarowitz och Miller (1992) menar att ett gemensamt arbete med en problemställning skapar tillfälle för eleverna att upptäcka hur andra elever arbetar och därmed en möjlighet att hitta mer effektiva lösningsstrategier. Palincsar och Herrenkohl (1999) visar att effektivt samarbetslärande skapas när eleverna är involverade i en socialisationsprocess som avser att skapa en gemensam språklig och social värld i klassrummet.

Det positiva resultatet tycks emellertid vara avhängigt av hur samarbetet organiseras. Ett antal olika faktorer som exempelvis motivation och typ av uppgift verkar ha stor betydelse för utfallet. Johnson och Johnson (1989) menar dessutom att det är viktigt att skapa en situation där varje enskild individ inser att ett ökat samarbete gynnar både det egna lärandet och gruppens sammanlagda resultat. När det gäller olika typer av uppgifter är Steiners (1972) teori en intressant utgångspunkt för att pröva hur uppgiftens utformning påverkar samarbetet. De studier som tagit upp detta tema visar att uppgiftens utformning är betydelsefull och uppmärksammar sambanden mellan uppgiftens form och samarbetets utformning. Det finns också ett antal studier som visar att gruppens resultat blir bättre vid samarbete, men antalet studier som

visar hur samarbete påverkar enskilda elevers lärande är emellertid relativt få.

När det gäller min studie är syftet att studera enskilda elevers kunskapsutveckling under en problemlösningsprocess och att undersöka på vilka sätt samarbetet påverkar utvecklingen. Mycket pekar på att en diskretiv uppgift är att föredra, då den ger anledning till ett ansvarstagande för alla gruppmedlemmar, vilket borde stimulera till samtal, metakognitiv reflektion och utmaningar av tidigare kunskaper. I en diskretiv uppgift är lösningen inte antingen rätt eller fel utan genomförd med olika grader av kvalitet. Eleverna tvingas att välja mellan ett antal olika alternativ och måste argumentera för sina lösningar och ta beslut. Enligt Steiners (1972) terminologi kommer problemställningen att ha en vertikal struktur, vilket innebär att alla elever arbetar med samma uppgift under hela problemlösningsprocessen. I min studie ställs eleverna inför ett reellt dilemma i form av två helt motsatta beskrivningar av jordens framtida klimat. Den ena pekar på att norra halvklotet går mot en ny nedisningsperiod, medan den andra menar att jordens globala temperatur långsamt ökar. Det gäller för eleverna att beskriva de grundläggande fenomen och faktorer som påverkar jordens globala temperatur i olika riktningar, avgöra värdet i den införskaffade informationen och hur den kan användas för att bearbeta problemet. Förhoppningsvis skapar denna uppläggning goda förutsättningar att observera hur samarbetet påverkar elevernas kunskapsutveckling inom området. En fråga är om det är möjligt att beskriva vilka faktorer som påverkar elevernas kunskapsutveckling i denna situation.

## 9 Naturvetenskaplig undervisning utifrån ett teknik- och samhällsperspektiv

Under, 1990 talet har skolforskare som Bybee (1985), Solomon (1993), Aikenhead (1994a) formulerat en naturvetenskaplig undervisning utifrån ett teknik- och samhällsperspektiv. Denna forskningsinriktning har fått den övergripande benämningen "Science-Technology and Society in Science Education" (STS). En utgångspunkt för STS-undervisningen är att den studerande strävar mot att integrera sin sociala, tekniska och naturliga omgivning. En central målsättning i denna undervisning blir därför att stödja och hjälpa eleverna i deras försök att förstå sina vardagliga erfarenheter och att underlätta denna integration. I STS-undervisning är det naturvetenskapliga ämnesinnehållet inbäddat i en samhällelig, social och teknisk kontext. Detta innebär att eleverna studerar naturvetenskap utifrån naturliga fenomen förankrade i sitt samhälleliga, sociala och tekniska sammanhang. Aikenhead (1994a) menar att STS representerar ett paradigmskifte i synen på naturvetenskaplig undervisning. Han hävdar också att traditionella läroplaner ofta isolerar den naturvetenskapliga undervisningen från sitt samhälleliga sammanhang vilket innebär att elevers förståelse och integration mellan vardagsliv och undervisning försvåras.

STS-undervisningen tar sin utgångspunkt i ett aktuellt samhälleligt problem. Det kan exempelvis vara bestrålning av livsmedel, högspänningsledning i bostadsområden eller försurning av sjöar. Genom att studera samhälleliga, sociala, etiska och tekniska aspekter av problemet närmar man sig de naturvetenskapliga begrepp och teorier som kan belysa problemet. De naturvetenskapliga kunskaperna kan sedan utgöra den grund som behövs för att förstå och värdera de olika perspektiven. Aikenhead (1994b) menar att STS-undervisningen kan beskrivas utifrån fyra generella mål:

1. Att öka medborgarnas naturvetenskapliga allmänbildning.

5. Att få elever mer intresserade av naturvetenskap och teknik.
6. Att uppmuntra intresset för naturvetenskap, teknik och samhälle i ett gemensamt perspektiv.
7. Att utveckla elevers kritiska tänkande, logiska resonemang och kreativa problemlösningsförmåga.

För STS-undervisningen är den samhällseliga betydelsen och/eller den tekniska tillämpningen central. Den kan organiseras olika beroende på målsättning. Om målsättningen är att studenterna skall förstå ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll eller ett antal begrepp och teorier blir det samhällseliga och tekniska perspektivet i undervisningen mer ett sätt att skapa motivation. Om målsättningen är att studenterna skall förstå vilken roll en teknisk tillämpning har i människors liv eller teknikens roll i ett modernt samhälle får naturvetenskapen en mer underordnad roll. Dessa två sätt att organisera undervisningen utgör ytterligheter mellan vilka ett antal andra angreppssätt också kan formuleras. Vilket angreppssätt som slutligen väljes beror på kursens målsättning i utbildningen, studenternas förkunskaper och ålder och vad studierna som helhet syftar till.

## 9.1 Färdigheter och affektiva mål i undervisningen

Ett antal skolforskare (Bybee, 1985; Aikenhead, 1994a; Sjöberg, 2000a) menar att den naturvetenskapliga undervisningen inte endast syftar till att utveckla studenternas kunskaper om naturvetenskapliga begrepp och teorier. De hävdar att färdigheter såsom kritiskt tänkande, logiskt resonerande, kreativt problemlösande och beslutsfattande måste ha samma dignitet som det naturvetenskapliga innehållet. Bybee (1985) hävdar att den studerande skaffar sig kunskaper och begrepp som är nödvändiga för att kunna kommunicera om frågor som rör naturvetenskap, teknik och samhälle utifrån personliga, samhällseliga och kulturella perspektiv. Målsättningen är också att den studerande skaffar sig färdigheter om naturvetenskapliga och tekniska metoder för informationssökning, problemlösning och beslutsfattande. Detta leder till att den studerande utvecklar och fördjupar sina uppfattningar och värderingar kring hur naturvetenskap, teknik och samhälle växelverkar i såväl lokala som globala problemställningar om exempelvis miljö och



överlevnadsfrågor och att dessa värderingar bildar underlag för politiska beslut. Sjöberg (1994, 2000a) betonar dessutom att denna målsättning bör gälla samtliga elever så att de kan utveckla kunskaper som gör det möjligt för dem att som framtidens samhällsmedborgare förstå och medverka i politiska beslut som rör naturvetenskap, teknik och samhälle.

Ziman (1994) menar att problemet med traditionell organisation och traditionellt innehåll i naturvetenskaplig undervisning inte består av vad den säger om världen, utan vad den lämnar osagt. För att möjliggöra en förståelse av den komplexa roll som naturvetenskap och teknik har i ett modernt samhälle är det nödvändigt att utgå ifrån olika angreppssätt i undervisningen. Olika angreppssätt har i sig olika grad av rationalitet, pedagogiska fördelar, begränsningar och svagheter men utgör sammantaget en möjlighet till variation när det gäller undervisningens organisation och innehåll. Han ger också några praktiska exempel på ett antal perspektiv vilka kan användas som angreppssätt i undervisningen:

1. Vardagligt perspektiv med inriktning mot naturvetenskapens relevans i vardagen och det vardagliga livet.
2. Ämnesövergripande perspektiv med inriktning mot en bredare kontext.
3. Vetenskapshistoriskt perspektiv med inriktning mot vetenskapsmän/kvinnor i historien.
4. Vetenskapsfilosofiskt perspektiv med inriktning mot naturvetenskapliga metoder.
5. Sociologiskt perspektiv med inriktning mot hur naturvetenskap och teknik påverkar samhällsutvecklingen.
6. Ett globalt perspektiv med inriktning mot de stora världsproblemen.
7. Ett yrkesmässigt perspektiv med inriktning mot och naturvetenskapliga och tekniska yrken.

Solomon (1993) och Sjöberg (1994, 2000a) betonar också en naturvetenskaplig undervisning som utgår ifrån ett medborgerligt eller etiskt perspektiv. Sjöberg (2000a, 2000b) menar att även själva forskarsamhället bör studeras. De betonar att den naturvetenskapliga undervisningen bör innehålla tre dimensioner: en kognitiv, en personlig samt en sociologisk dimension. Den kognitiva dimensionen innehåller experimentell kunskap, hypoteser, teorier, lagar och empiriska observationer

och en diskussion kring vilka värden som stöder dem (exempelvis noggrannhet och sammanhang). Den personliga dimensionen belyser de sociala värderingar som påverkar vetenskapsmannens eller kvinnans forskningsprogram och icke empiriska argument. Den sociologiska dimensionen berör vilka olika faktorer i det vetenskapliga samhället som påverkar forskarens val av forskningsobjekt och kunskapssyn.

En jämförande studie (Banerjee & Yager, 1992) visar att 15-16 åriga elevers attityder mot den naturvetenskapliga undervisningen förändrades i positiv riktning sedan de gått igenom en kurs med STS inriktning. Motsvarande förändring kunde inte noteras i en kontrollgrupp i en traditionell naturvetenskaplig kurs. En studie av Varellas (1992) framkommer också signifikanta skillnader mellan elever som har studerat naturvetenskap från ett STS-perspektiv och elever som saknar denna erfarenhet. STS-eleverna visar högre kapacitet när det gäller att tillämpa naturvetenskapliga begrepp och relatera information i nya situationer. Andra studier (Binadja, 1992) hävdar att STS-eleverna når två till tre gånger högre resultat än andra elever när det gäller att utnyttja processkunskaper såsom kritiskt tänkande, logiskt resonemang och kreativ problemlösning.

### 9.3 Flickor gynnas av att studera naturvetenskap från ett samhälleligt perspektiv

Från ett antal olika studier (Sjöberg & Imsen, 1987; Staberg, 1992; Harding, 1996; Svingby, 1985, 1998; Ödegaard, 2001) kan slutsatsen dras att flickor påverkas positivt om undervisningen ger utrymme för samtal om naturvetenskap. I ett projekt "Discussion of Issues in School Science" (Solomon, 1992) studerades 17-åriga flickors och pojkars argumentation kring naturvetenskapliga frågor med samhällsanknytning. Projektet genomfördes i tolv engelska skolor under två år. Eleverna tittade först på TV-program med naturvetenskapligt innehåll. Efter filmerna fick eleverna i grupper med både pojkar och flickor diskutera innehåll och ett antal kontroversiella frågeställningar kring programmen. Elevernas förmåga att underbygga argument med naturvetenskapliga kunskaper, att kritiskt granska påståenden och gruppernas samarbetsförmåga analyserades. Resultatet visade på vissa signifikanta skillnader mellan flickors och pojkars sätt att argumentera och angripa

frågeställningar. Pojkarna tenderade att acceptera naturvetenskapliga påståenden något mer okritiskt än flickorna och de var också snabbare att ge uttryck för en åsikt. Det visade sig att det var över tre gånger så vanligt att en pojke inledde diskussionen som att en flicka gjorde det. Flickorna underbyggde sina påståenden genom verbalt samarbete inom gruppen i högre utsträckning än pojkarna. De visade också högre grad av självkritik av sina egna påståenden. Studien visar dock inga signifikanta skillnader mellan flickor och pojkar för övrigt. Det fanns med andra ord inga märkbara skillnader mellan flickor och pojkar när det gällde att underbygga sina argument utifrån sina naturvetenskapliga kunskaper, förmåga till samarbete i gruppen eller aktivitet i gruppen. Flickor och pojkar hade lika god förmåga i att anknyta frågeställningen i en vardaglig kontext och personliga uttalanden var lika vanliga från både pojkar och flickor. Solomon (1992) menar att studien pekar på vikten av att i undervisningen ge utrymme för naturvetenskapliga frågeställningar med samhällsanknytning. De relativt små prestationsskillnaderna mellan flickor och pojkar i studien visar att speciellt flickorna gynnas av ett sådant arbetssätt. Flickorna tenderar att visa mer aktivitet och intresse under diskussionerna än vad de gör i en mer traditionell och lärarledd undervisning. Dessutom gynnas många flickor av att få utnyttja sin förmåga till samarbete och vilja att konstruera kunskaper i sociala sammanhang. De mer aktiva och i vissa fall dominerande pojkarna gynnas av att gruppen kritiskt granskar deras påståenden och tränar på så sätt förmågan att underbygga sina påståenden med relevanta kunskaper.

Enligt Aikenhead (1994b) finns en uttalad rädsla från lärarhåll att nivån på elevernas kunskaper om naturvetenskapliga begrepp och teorier skall sjunka om undervisningen organiseras utifrån ett STS-perspektiv. Dessa lärare uttrycker framförallt att tiden som finns till förfogande för de naturvetenskapliga ämnena inte räcker till. Denna farhåga från lärarhåll är i högsta grad obefogad, enligt författaren. Flera studier (Banerjee & Yager, 1992; Binadja, 1992) visar att STS-undervisningen ger goda resultat när det gäller elevernas attityder till naturvetenskap och elevernas processfärdigheter såsom kreativ problemlösning och kritiskt tänkande. I en studie (Pedersen, 1992) av amerikanska high school studenter jämfördes studenter som genomgått en sexveckors kemikurs som konstruerats utifrån ett STS-perspektiv med studenter som gått en vanlig kurs. Resultatet visade att STS-studenterna

utvecklat en mer positiv attityd till kemi än de andra studenterna. De var mindre ängsliga och trodde mer på sin egen förmåga. STS-studenterna visade dessutom en högre lösningsfrekvens i problemlösningssuppgifter än de andra studenterna. Det fanns dock ingen mätbar skillnad mellan grupperna efter de sex veckorna när det gäller förvärvade kunskaper om kemiska begrepp.

I CEPUP-projektet (The Chemical Education for Public Understanding Program, 1991) i USA utvecklades åtta STS-moduler för elever i åldern 11-15 år med inriktning mot kemiska begrepp knutna till en lämplig samhällsfrågeställning. Exempel på innehåll var kemiska föroreningar, riskanalys, grundvatten och plaster. Resultatet av en jämförande studie (Kelly, 1991) av projektet visade att eleverna som läst kemi med hjälp av de åtta modulerna hade signifikant högre resultat än andra elever i ett antal delområden. STS-studenterna hade också en mer positiv attityd mot naturvetenskap än andra studenter och de äldre eleverna i projektet valde naturvetenskapliga kurser i high school i högre utsträckning än andra elever. Utvärderingen visade dessutom att de elever som läst kemi genom de åtta modulerna hade utvecklat sin begrepps-förståelse bättre än andra elever och förmådde också att relatera sina kunskaper till vardagliga händelser på ett mer relevant sätt än sina kamrater.

I en Holländsk studie (Eijkelhof, 1990) rörande gymnasieelevers kunskaper om joniserad strålning och strålningsrisker jämfördes elever som studerat ämnesområdet utifrån ett STS-perspektiv med andra elever. STS-undervisningens utgångspunkt var frågeställningar om strålningens effekter på människokroppen, hur man kan skydda sig mot strålning och hur strålningsrisker kan utvärderas. När det gäller förståelse av fysikaliska begrepp hade kurserna i stora drag samma målsättning. Studien kunde inte påvisa några signifikanta skillnader mellan grupperna när det gällde ämneskunskaper eller förståelse av ämnesrelaterade begrepp.

## 9.4 Sammanfattning om STS-undervisningen

De tidigare beskrivna studierna utgör endast ett urval av alla studier inom området. Men alla visar ett genomgående mönster. Studierna pekar på att elevernas attityder mot de naturvetenskapliga ämnena påver-

kas positivt av att undervisningen utgått från ett STS-perspektiv. De visar också att eleverna upplever undervisningen som mer intressant och meningsfull. DISS-projektet (Solomon, 1992) pekar på att speciellt flickor gynnas av att undervisningen organiseras på detta sätt. Resultaten är intressanta då de indikerar att en naturvetenskaplig undervisning som utgår från ett samhälleligt, socialt och tekniskt perspektiv tycks ge klart positiva effekter. Flertalet av studierna (Banerjee & Yager, 1992; Binadja, 1992) visar dessutom att elever som studerar naturvetenskap i ett STS-perspektiv utvecklar goda processkunskaper. Mycket tyder på att elever som studerar naturvetenskap på detta sätt utvecklar problemlösningsförmåga, kreativitet och kritiskt tänkande på ett djupare sätt än andra elever. STS-perspektivet ökar dessutom elevernas förmåga att tillämpa sina kunskaper i det vardagliga livet och i nya situationer. Ytterligare en viktig slutsats är att elever som studerar naturvetenskap genom att integrera tekniska och sociala frågor utvecklar sin förmåga att underbygga sin argumentation med relevanta kunskaper i viktiga samhällsfrågor.

Det är emellertid viktigt att konstatera att endast ett fåtal jämförande studier pekar på att elever som har studerat naturvetenskap genom ett STS-perspektiv når ett högre resultat än andra elever när det gäller ämneskunskaper eller förståelse av begrepp eller teorier. I flertalet av studierna framkommer att skillnaderna i detta avseende är små eller obefintliga. Man kan med andra ord inte enkelt fastslå att elever som har studerat utifrån ett STS-perspektiv får bättre ämneskunskaper i naturvetenskapliga ämnen än andra elever. I detta avseende bör man påpeka att det behövs fler och mer ingående studier inom detta område, innan man kan göra säkra antaganden. Det är också angeläget att problematisera själva kunskapsbegreppet. Jag tänker då på möjligheterna att i framtida utvärderingar utvidga synen på kunskap så att ämneskunskaperna kan utvärderas i relation till de processfärdigheter och affektiva färdigheter som elever utvecklar under arbetet.

I min studie studerar jag vilka faktorer som påverkar elevers kunskapsutveckling under ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Arbetet är upplagt så att eleverna får tillfälle att diskutera och samtala om problemställningen under problemlösningsprocessen. Det blir därför av särskild vikt att dokumentera elevers uttalanden, påståenden, hypoteser, argument, resonemang och förmåga att dra slutsatser under arbetet. Förhoppningsvis skapar detta möjligheter att do-

kumentera och analysera hur elever utvecklar både ämneskunskaper, processfärdigheter och affektiva färdigheter under problemlösningsprocessen.

# 10 Den empiriska studien

## 10.1 Metodval

Ett av syftena i denna studie har varit att ta reda på vilka faktorer och situationer som påverkar elevers kunskapsutveckling under ett problemlösande och informationssökande arbete i grupp. Eftersom jag har utgått från ett sociokulturellt och socialkonstruktivistiskt perspektiv (se Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 1995, 2000; Coborn & Aikenhead, 1998; Schoultz, 2000) har jag också utgått från några antaganden om elevernas lärande. Ett antagande i dessa teorier är att lärande konstrueras i sociala sammanhang och i interaktion med andra människor. Det innebär att elevernas kunskaper utvecklas i samtal då de kommunicerar, försöker förstå varandra och skapa mening. Lärandet blir en fråga om att tillägna sig kommunikativa redskap och språkliga färdigheter som kan användas i olika situationer. Utifrån dessa antaganden har det också varit viktigt att försöka ta reda på hur samarbetet och interaktionen mellan elever påverkar deras kunskapsutveckling. Studier om "cooperative learning", "collaborative learning" (Slavin, 1990; Hertz-Lazarowitz & Miller, 1992; Koschmann, 1999) och "peer learning" (O'Donnell & King, 1999) visar att elever kan lära av varandra och konstruera mening och förståelse tillsammans när de samarbetar. Emellertid är studier som följer elevers samarbete som en process och som en utveckling i en samarbetssituation så få att slutsatserna blir osäkra. Både Slavin (1992) och Koschmann (1999) pekar på att det saknas studier som mer ingående kan beskriva vilka faktorer som påverkar elevers lärande när de samarbetar.

Målsättningen med denna studie har alltså inte bara varit att konstatera att elever kan lära av varandra när de samarbetar utan också att försöka analysera vilka faktorer och situationer som påverkar enskilda elevers kunskapsutveckling under samarbetet. Detta får naturligtvis konsekvenser för mina metodval. För det första har jag utgått från att en kombination av olika kvalitativa metoder ger de bästa observa-

tionsmöjligheterna av elevernas samarbete. Det innebär att jag har valt bort möjligheten att göra en statistisk studie med ett stort antal elever. Ett allmänt forskningsproblem i kvalitativa studier kan uppstå när det gäller att hitta en balans mellan kravet på variationsbredd och kravet på att få ett hanterbart empiriskt material. Mitt val av metoder skall relateras till att jag är intresserad av att följa varje enskild elevs arbete och kunskapsutveckling under hela problemlösningssprocessen för att kunna analysera vilka faktorer som påverkar deras lärande. För att göra detta möjligt har jag varit tvungen att begränsa antalet deltagande elever.

Tidigare forskning om elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp och deras "vardagsföreställningar" har baserats på intervjuer eller skriftliga prov. I Sverige har denna tradition framförallt representerats av EKNA-projektet (Andersson et al, 1979-1989) och de nationella utvärderingarna under, 1990-talet (se kapitel 2). De nationella utvärderingarna har i huvudsak genomförts med skriftliga prov vilka har varit inriktade mot enskilda, avgränsade begrepp, d.v.s. uppgifterna har varit kontextlösa även om de formulerats i vardagligt språk. De slutsatser som dragits begränsas rimligen till just denna provkontext. Ett problem med dessa studier är att de i grunden kräver att elever hanterar begreppen inom ramen för ett naturvetenskapligt språkbruk samtidigt som uppgifternas formulering leder eleverna till användandet av det egna vardagliga språket. Validiteten i intervjusituationerna har också ifrågasatts, då de har kritiserats (Säljö, 1995; Schoultz, 2000) för att vara artificiella och onaturliga och att de sker isolerade från sitt sammanhang. Säljö och Schoultz menar att det istället är mer relevant att studera hur begreppen används i olika sammanhang och situationer. Utifrån elevernas aktiva användande av begreppen kan man sedan dra slutsatser om hur eleverna uppfattar naturvetenskapliga fenomen.

Jag har uppfattat Säljö (1995) och Schoultz (2000) invändningar som relevanta och konstruktiva och har som en konsekvens av kritiken valt att undersöka elevers kunskapsutveckling i den vanliga skolmiljön och det vanliga skolarbetet. Detta innebär att studien har genomförts som en processtudie med avsikten att beskriva elevernas kunskapsutveckling när de aktivt arbetar med begreppen och teorierna. För att lyckas med detta har det varit nödvändigt att delta som deltagande observatör i klassrummet. Min målsättning har varit att dokumentera alla elevers uttalanden, antaganden, diskussioner och övriga interaktioner under problemlösningssprocessen. Det har varit av stor vikt att noga



observera de situationer, då enskilda elever kvalitativt utvecklar sin användning av de naturvetenskapliga begreppen och förändrar sin förståelse av problemställningen. Dessutom har det varit viktigt att studera elevernas interaktion och språkliga användning av de naturvetenskapliga begreppen och teorierna.

## 10.2 Urval och kontext

Det har i denna studie varit viktigt att studera hur olika elever agerar under en naturvetenskaplig problemlösningsprocess. Utifrån genomläsningen av tidigare studier inom området är det rimligt att anta att det existerar skillnader i hur olika elever uppfattar en sådan situation. Exempelvis kan faktorer som kön, sociokulturell bakgrund, attityder till skolan och den naturvetenskapliga undervisningen vara av avgörande betydelse. Detta innebär att det var viktigt för mig att hitta en grupp elever där det fanns en variation i dessa bakgrundsvariabler. I planeringskedet av studien försökte jag därför att få tag i en grupp elever där det fanns en jämn fördelning mellan flickor och pojkar, där eleverna kom från olika sociokulturella hemmiljöer och där det fanns elever med invandrabakgrund. I gruppen skulle dessutom finnas både studiemotiverade elever och elever med mer normalt intresse för skolan samt elever med olika attityder till den naturvetenskapliga undervisningen. Det var dessutom viktigt att hitta en grupp där några elever har läs- och skrivsvårigheter och andra vanliga skolproblem.

### 10.2.1 Skolan, lärarna och eleverna

Efter att ha diskuterat kriterierna med lärare från fyra olika rektorsområden hittade jag slutligen en klass som verkade stämma in på beskrivningen. Skolan som totalt har 800 elever ligger i ett medelstort samhälle i Skåne med nästan 30 000 invånare. Det finns ett femtiotal lärare anställda på ca 20 klasser i skolår 7-9. Området runt skolan är av blandad bebyggelse och består av hyreshus, villor och insatslägenheter. Enligt rektorn kommer eleverna på skolan från olika sociokulturella hemförhållanden. Klassen som de fem lärarna i arbetslaget och jag slutligen bestämde oss för var en 8:e klass bestående av 11 pojkar och 9 flickor i 14-15 års åldern. De fem lärarna i arbetslaget bedömde att eleverna i klassen hade varierande erfarenheter av datoranvändning och

hade inte fått någon speciell utbildning inom detta område. Eleverna hade inte heller fått någon speciell träning i problemlösning eller problemlösning i grupp i den naturvetenskapliga undervisningen. Eleverna hade emellertid vana att jobba med "grupparbete" i olika ämnen sedan tidigare. Lärarlaget som jag samarbetade med under projektet bestod av sex lärare och representerade olika ämnesinriktningar. De uttryckte samtliga ett intresse att få vara med i studien. Innan projektet inleddes informerades också eleverna och föräldrarna om syftet med studien och att deltagandet var frivilligt. Alla eleverna i gruppen valde emellertid att få vara med i studien.

### 10.2.2 Elevernas problemställning

Eftersom en av syftena i denna studie är att undersöka hur elevers samarbete påverkar lärandet har det varit viktigt att försöka skapa en undervisningssituation som underlättar samtal och diskussioner mellan eleverna. Tidigare studier (Steiner, 1972; Slavin, 1990) pekar på att uppgiftens utformning har stor betydelse för hur samarbetet utvecklas under problemlösningssprocessen. Beroende på hur problemlösningssuppgiften konstrueras kan den fungera som ett hinder eller inspirera till samtal, utmaningar och metakognitiv reflektion. Enligt Steiners (1972) terminologi har problemställningen i denna studie en diskretiv och vertikal struktur. Detta innebär att det inte finns en förutbestämd lösning utan att uppgiften kan genomföras med olika grader av kvalitet. Eleverna tvingas välja mellan ett antal olika alternativ och måste argumentera för sina lösningar och ta beslut. Den vertikala strukturen innebär att alla eleverna i gruppen arbetar med samma uppgift under hela problemlösningssprocessen. Vid genomläsningen av tidigare studier framkommer också att elever vill utgå från "verkliga problem" och få samarbeta. Nagel (1996) menar att lärande genom "Real-world problem solving" underlättar skapandet av kontextuella problemlösningssituationer. Problemlösningen sker i grupp där eleverna samlar relevant information för att hitta lösningsförslag på aktuella problemställningar.

Problemställningen (se bilaga 1) som eleverna har arbetat med under studien har därför formulerats så att ett aktuellt, naturvetenskapligt problemfält skall bearbetas, förklaras och presenteras inför sina kamrater. Uppgiften berör jordens globala klimat, dess växthuseffekt och på vad sätt människans aktiviteter eventuellt påverkar dessa fenomen. Elever-

na har ställts inför ett reellt dilemma i form av två helt motsatta beskrivningar över jordens framtida medeltemperatur och klimat. Problemställningen presenterades skriftligt, i form av att två jämnåriga kamrater funderar över olika tidningsartiklar. Den ena pekar på att norra halvklotet går mot en nedisningsperiod, medan den andra hävdar att jordens globala temperatur ökar. Elevernas uppgift var att beskriva de grundläggande fenomen och faktorer som påverkar jordens globala temperatur i olika riktningar, avgöra värdet i den införskaffade informationen och hur denna kan användas för att bearbeta problemet. Eleverna skulle dessutom kunna presentera sina förklaringar och lösningar för jämnåriga kamrater som inte deltog i projektet.

### 10.3 Uppläggning och lärarroll

Eleverna arbetade i grupper om 3-5 elever/grupp. Varje grupp hade tillgång till en dator som var uppkopplad till Internet och litteratur i form av böcker och tidskriftsartiklar inom ämnesområdet. Detta innebar att eleverna i hög utsträckning själva kunde välja vilken typ av informationssökningskällor de ville använda. Eleverna hade totalt ca 20 lektioner (40 min) fördelade på 7 arbetspass under fyra veckor till sitt förfogande. Varje arbetspass inleddes med ca 5 minuters samling där alla eleverna gemensamt (helklass) fick en möjlighet att diskutera informationssökningsvägar och sökstrategier. I dessa situationer utgjorde elevernas frågor utgångspunkten för diskussionen. De avslutande 15-20 minuterna vid varje arbetspass användes till en gruppssamling så att eleverna kunde delge varandra vad man kommit fram till och diskutera problemställningen. Tiden där emellan, vilket utgjorde merparten av den totala tiden, förfogade eleverna självständigt över. Detta innebar att eleverna själva kunde välja hur de ville arbeta, vilka frågor och utgångspunkter de ville utgå ifrån samt om de ville samarbeta eller inte under informationssökningsfasen.

Någon "traditionell" undervisning av ämnesinnehållet hölls inte under projekttiden. Detta innebar att eleverna inte fick några "föreläsningar" eller "genomgångar" om problemställningen. Undervisningen bestod istället av elevernas självständiga arbete och samarbete i grupperna. Vid varje arbetspass fanns en lärare och jag själv med under arbetet. Vi fungerade som handledande lärare och medverkande obser-

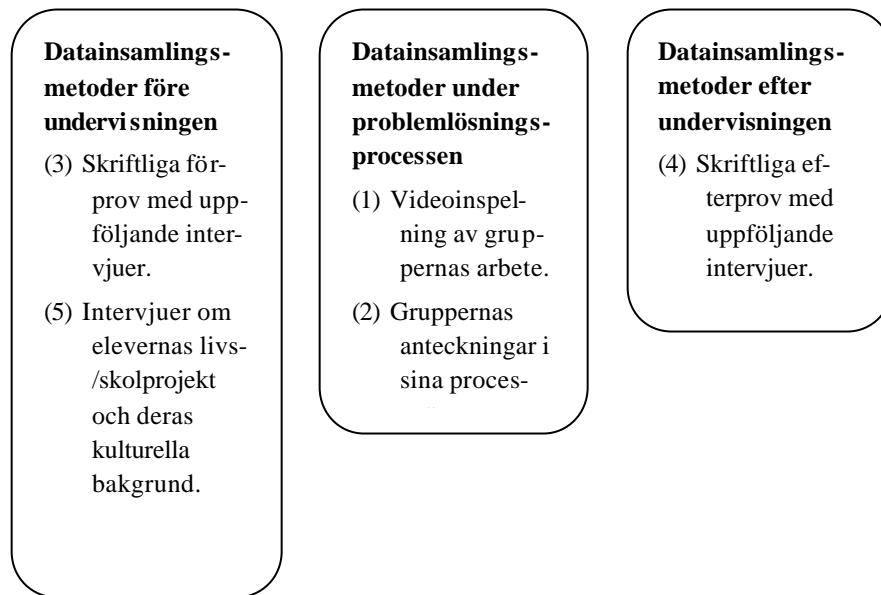
vatörer vilket innebar att vi förhöll oss relativt passiva under problemlösningssprocessen och svarade inte på direkta frågor om problemställningen under arbetet. Vår huvudsakliga uppgift bestod mer av att vara behjälpliga under informationssökningen. Eleverna fick information om vår handledande roll före undervisningen och blev också informerade om att vi inte skulle svara på direkta frågor om problemet under arbetet. I denna situation informerades också eleverna om syftet med studien och om undervisningens uppläggning. Vidare fördes en diskussion med eleverna om att de själva fick välja hur de ville arbeta och att det var tillåtet att samarbeta. För att skydda elevernas identitet fick de hitta på sitt eget "projektnamn" som sedan användes under hela projektiden.

Innan problemlösningssprocessen inleddes fick eleverna tre "träningsektioner" i att använda datorer för informationssökning (se bilaga 2). Syftet med detta var skapa så goda förutsättningar som möjligt för alla eleverna att använda datorerna för informationssökning.

## 10.4 Insamling av data

Gruppernas arbete har dokumenterats av mig som deltagande observatör. Jag har använt mig av ett antal olika observationsmetoder. Videospelningar (1) av samtliga gruppernas arbete och elevernas interaktion med varandra har blivit ett viktigt inslag för att kunna dokumentera arbetet under problemlösningssprocessen. Alla elever har också beskrivit sina resultat och diskussioner i en processpärm (2). Eleverna har haft tillgång till IKT, böcker och tidskriftsartiklar vid informationssökningen. Deras informationssökning med hjälp av datorerna har dokumenterats med hjälp av videoupptagningarna.

Eleverna har dessutom genomfört individuella, skriftliga prov med uppföljande intervjuer före (3) och efter (4) arbetet i grupperna. Förprovet har också bestått av intervjuer om elevernas livs- och skolprojekt och deras kulturella bakgrund (5). Studien har således indelas i tre huvuddelar, vilka beskrivs i figur 4.



Figur 4. Sammanställning av studiens datansamlingsmetoder

#### 10.4.1 Förprov med uppföljande intervjuer

Avsikten med förprovet (se bilaga 3) och de uppföljande intervjuerna var att beskriva elevernas förståelse av problemställningen och därtill närliggande frågeställningar innan arbetet påbörjades. Det handlade om att beskriva förförståelsen av begrepp och teorier vilka eleverna förväntades komma i kontakt med under problemlösningssprocessen. De uppföljande intervjuerna har genomförts med utgångspunkt från provsvaren. Denna uppläggning har gett eleverna en möjlighet att förtydliga sina skriftliga svar och uttrycka sig muntligt och utan tidspress. Detta har varit särskilt viktigt för de elever som begränsas av att endast få avge skriftliga svar. Provet innehöll följande delar:

- a. flervalsfrågor
- b. faktafrågor
- c. tillämpade frågor
- d. dilemmafrågor

Frågorna i förprovet har alltså både bestått av flervalfrågor och frågor där eleverna har haft möjlighet att uttrycka sig fritt. Förprovet har också varit uppdelat i frågor av faktakaraktär och tillämpningsfrågor i konkreta situationer. Eleverna har också fått arbeta med dilemmaövningar där det handlat om att ta ställning till olika framtidsscenarier.

#### 10.4.2 Intervjuer rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund

Alla eleverna har intervjuats om sin kulturella bakgrund och syn på sin egen framtid (se bilaga 4). Avsikten var att få en uppfattning om hur eleverna ser på skolans och undervisningens roll när det gäller att förverkliga sina livsprojekt. Eleverna har fått beskriva hur de ser på sin egen framtid och sitt yrkesval och vilken betydelse skolan och undervisningen får i detta perspektiv. I intervjuerna har eleverna även angett faderns och moderns utbildningsbakgrund och yrke. Eleverna har också angett om de har någon släkting eller nära bekant som arbetar inom den naturvetenskapliga eller tekniska sektorn i samhället. De har dessutom fått betygsätta skolans olika ämnen med utgångspunkt från intresse och attityd. Avsikten med denna del av intervjuerna har varit att möjliggöra en analys av relationen mellan familjebakgrund och attityd till skolans naturvetenskapliga undervisning.

#### 10.4.3 Videoinspelning av gruppernas arbete

Elevernas arbete i grupperna har dokumenteras med hjälp av fem videokameror. Varje grupps problemlösningsprocess och interaktion mellan gruppmedlemmarna har dokumenterats av en fast kamera med separat mikrofon. Avsikten med videoinspelningarna har varit att skapa möjligheter att fördjupa beskrivningen av elevernas förståelse genom att analysera elevernas aktiva användning av begreppen och teorierna under olika faser av problemlösningsprocessen. Detta har dessutom gett en möjlighet att analysera elevernas kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen. Videoinspelningarna har också möjliggjort en analys av på vilka sätt gruppmedlemmarnas interaktion har påverkat enskilda elevers förståelse och användning av naturvetenskapliga begrepp och teorier. Varje grupp har haft tillgång till en dator med uppkoppling till Internet i nära anslutning till arbetsplatsen. Gruppens da-

toranvändning har därmed också kunnat dokumenteras med hjälp av videoupptagningarna. Detta har möjliggjort en analys av olika elevers användning av IKT (Jakobsson, 2001a,b).

#### 10.4.4 Elevernas processpärm

Under problemlösningssprocessen har eleverna fört anteckningar över gruppens arbete i en individuell processpärm. I denna har gruppens löpande arbete beskrivits och den insamlade informationen sparats. Eleverna har dessutom fått till uppgift att beskriva gruppens diskussioner, eventuella problem och de resultat man senare vill redovisa för sina kamrater. De har fått till uppgift att ange varifrån man fått informationen och vilka informationskällor som upplevts som särskilt värdefulla. Med andra ord har avsikten med processpärmerna varit att tillsammans med andra produkter utgöra underlag för att beskriva hur elever utvecklar sin förståelse och användning av naturvetenskapliga begrepp och teorier under problemlösningssprocessens olika faser. Här har interaktionen mellan gruppmedlemmarna, när man sammanfattar sina resultat i processpärmerna, varit i fokus.

#### 10.4.5 Efterprov med uppföljande intervjuer

Efterprovet är identiskt med förprovet (se bilaga 3). Avsikten är att beskriva elevernas förståelse och användning av begrepp och teorier av problemställningen och därtill närliggande frågor efter att problemlösningssprocessen avslutats. Dessutom är syftet att bedöma på vilket sätt enskilda elever utvecklat förståelsen av begrepp och teorier. Även efterprovet har följts upp av intervjuer för att ge eleverna en möjlighet att uttrycka sig både skriftligt och muntligt. För- och efterproven ger tillsammans möjligheter att beskriva elevers initiala och uppnådda kunskap

### 10.5 Metod och Syfte

Avsikten med de valda metoderna har varit att skapa goda möjligheter att både beskriva varje enskild elevs utveckling och deltagande i processen och samtidigt verksamheten i de olika grupperna. De olika me-

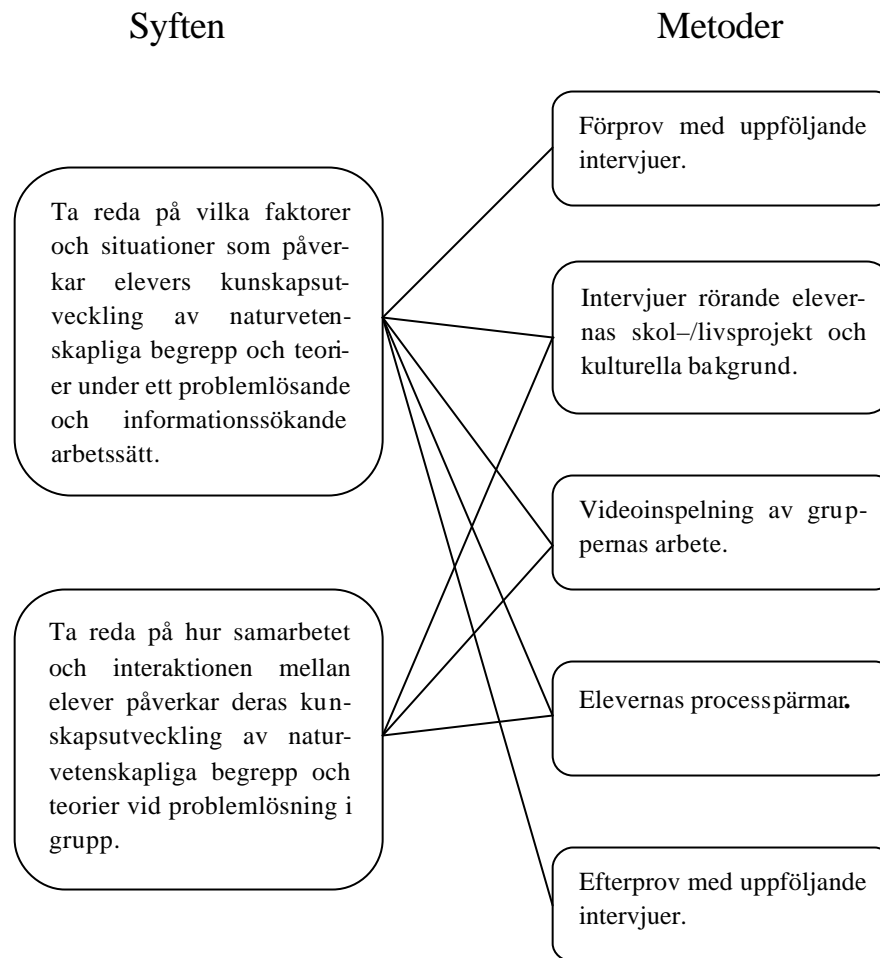
oderna är tänkta att komplettera varandra så att de tillsammans ger möjlighet att besvara studiens syften. De olika metoderna har olika värde i förhållande till studiens syften. Modellen i figur 5 beskriver hur olika metoder avser att samverka för att ge datamaterial som kan underlätta arbetet att besvara studiens syften.

## 10.6 Metoddiskussion

### 10.6.1 Forskaren som deltagande observatör

En forskningsansats som använder deltagande observation kan kombinera intervjuer av respondenter, direkta observationer, analyser av dokument och andra skriftliga produkter (Denzin & Lincoln, 2000). Själva observationen innebär då att den deltagande observatören avvaktar de kritiska situationer som uppstår i förhållande till forskarens eget fokus och egna frågeställningar. Hammersley och Atkinson (1987) benämner denna strategi "The critical incident strategy". Fördelen är i detta fall att elevernas strategier när de angriper problemställningen kan studeras på plats. Men deltagande observation innebär också risker. Ett problem är att forskarens närvaro riskerar att påverka och i värsta fall hämma elevernas diskussioner. Forskaren bör därför förklara studiens syfte och sin egen roll före arbetet inleds. Det är också viktigt att informera om forskarens skyldigheter när det gäller att skydda de deltagande elevernas anonymitet och beskriva hur det insamlade materialet skall användas. Det finns vidare en uppenbar risk att eleverna påverkas av icke uttryckta förväntningar vilket kan påverka elevernas sätt att skriva eller att svara på frågor. Clandinin och Connelly (1994) menar att alla fältanteckningar, intervjuer och samtal mellan forskare och informanter påverkas av denna typ av förväntningar. Forskaren har möjlighet att minska riskerna att dra felaktiga slutsatser genom att ta detta i beaktande vid analysen av datamaterialet.





*Figur 5.* Sammanställning över hur olika metoder avser att samverka för att ge datamaterial som kan underlätta arbetet att besvara studiens syften

Trots ett väldefinierat forskarfokus och distinkta frågeställningar kan det uppstå svårigheter att ensam observera många elever samtidigt. Det finns stora risker att forskaren endast får en ytlig och flyktig bild av vad som händer i klassrummet. I denna studie har fem videokameror med separata mikrofoner används för att skapa bästa möjliga dokumentationsunderlag. Men trots detta finns också ett behov att studera enskilda

elever närmare genom observation. Urvalet av elever för sådan observation sker lämpligen under processens gång.

### 10.6.2 Dokumentation genom videoinspelning

Möjligheten att aktivt observera flera grupper samtidigt är starkt begränsad. Det gäller även om forskaren endast följer en grupps arbete. En deltagande observatör kan endast observera en liten del av de händelser som kan vara av avgörande betydelse. För att dokumentera det pågående arbetet i grupperna och elevernas interaktioner är det nödvändigt att öka "observationsförmågan". Detta kan ske genom videoinspelning. Här uppstår emellertid en del problem. En videoinspelning kan aldrig återge en hel klassrumssituation utan endast delar av den. Roschelle och Fredriksen (1993) menar att klassrumsforskning som använder videoinspelningar riskerar att bli alltför selektiv och att inspelningarna är alltför begränsade jämfört med det mänskliga ögat och örat. De pekar också på att videokameran har svårigheter att förmedla tidsperspektiv och har brister när det gäller att förmedla helheten och sammanhanget. Alexandersson (1994) använder sig av videoinspelningar i en klassrumsstudie av undervisande lärare men konstaterar också, att metoden inte innebär en fullständig observation av en autentiskt verklighet utan endast ett urval av denna. Det finns dessutom en risk att eleverna upplever situationen som onaturlig och därigenom också agerar på ett onaturligt sätt framför videokamerorna.

Dessa invändningar måste tas på allvar. Men genom att använda stationära videokameror blir en del av invändningarna inte relevanta för denna studie. Hur kan man då minska riskerna och skapa så bra observationer som möjligt? Genom att använda 5 videokameror med separata mikrofoner kan gruppernas problemlösningsprocess och gemensamma diskussioner dokumenteras. De olika kompletterande metoderna minskar vidare riskerna med videoinspelningarnas selektiva urval.

### 10.6.3 Elevernas processpärm

En annan möjlighet att dokumentera elevernas utveckling är att följa deras skriftliga dokumentation. Avsikten är att alla elever skall beskriva gruppens löpande arbete, diskussioner, problem och resultat i sin egen processpärm. Det finns emellertid en problematik i hur eleverna upp-

fattar denna skriftliga uppgift. Clandinin och Connelly (1994) uttrycker denna risk när de påstår att:

The field text created may be more or less collaboratively constructed, may be more or less interpretive, and may be more or less researcher influenced (Clandinin & Connelly, 1994, p. 419)

Innebörden är att det kan finnas elever som uppfattat forskarens uttalande syften och på detta sätt styrts i en viss riktning. Det är därför viktigt att informera eleverna om att pärmarna skall innehålla deras egna anteckningar, bilder och utskrifter. Meningen är således att eleverna skall uppfatta skrivuppgiften som egna minnesanteckningar och ett stöd för gruppens arbete.

#### 10.6.4 För- och efterprov

Förprovet har syftet att beskriva elevernas begreppsförståelse och förkunskaper om växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Del A av provet består av flervalsfrågor av allmän karaktär om jordens medeltemperatur, klimat och växthuseffekt. Ett exempel på en frågeställning är fråga 5 (se bilaga 3):

5. Tror du att människors aktiviteter på jorden påverkar växthuseffekten?
  - a. Ja, förbränningen av fossila bränslen ökar vilket gör det varmare på jorden.
  - b. Ja, förbränningen av fossila bränslen ökar vilket gör det kallare på jorden.
  - c. Ja, vi människor bygger för många växthus vilket gör det varmare på jorden.
  - d. Nej, växthuseffekten beror på värme från jordens inre som vi människor inte kan påverka.
  - e. Nej, växthuseffekten beror på den ökade solstrålningen som vi människor inte kan påverka.

En problematik med att konstruera flervalsfrågor ligger i att man måste konstruera svarsalternativ som verkar rimliga för eleverna. Detta arbete kan emellertid underlättas genom att studera tidigare studier inom området. Ett stort antal av dessa pekar exempelvis på att många elever

blandar ihop växthuseffekten med ozonskiktets förtunning (Boyes & Stanisstreet, 1993; Dove, 1996; Kuoladidis & Christidou, 1998).

Del B av provet består också av flervalsfrågor men avser att mäta elevernas kunskaper om vilka ämnen som är inblandade. Ett exempel på en sådan frågeställning är fråga 9 (se bilaga 3):

9. Forskare anser att bilismen kommer att påverka jordens medeltemperatur. Vad bidrar mest?
- Värme från bilmotorn.
  - Svavel i avgaserna.
  - Kväveoxider i avgaserna.
  - Koldioxid i avgaserna.
  - Tillverkning och skrotning av bilar.

När det gäller elevers förståelse om vad som påverkar jordens medeltemperatur visar tidigare studier (Boyes & Stanisstreet, 1997a; Mason & Santi, 1998) att många elever har uppfattningen att det är värmen från bilmotorn som påverkar mest. Dessutom pekar dessa studier på att många elever blandar ihop olika miljöproblem och har svårigheter att avgöra vilka ämnen som orsakar de olika miljöproblemen. Genom att formulera frågorna efter resultaten i dessa studie blir det möjligt att upptäcka om eleverna i denna studie har liknande uppfattningar.

Del C av provet innehåller frågor där eleverna dels måste tillämpa sina kunskaper och dels måste formulera svaret med egna ord. Några av dessa frågor är konstruerade som "dilemmafrågor" där eleverna också måste ta ställning. Ett exempel på en sådan fråga är fråga 13 (se bilaga 3).

13. Året är 2050. Du har precis blivit vald till regeringschef i den nya världsregeringen. Ditt första uppdrag blir att ha ett möte med några klimatforskare från olika länder. På mötet berättar de att jordens medeltemperatur under de senaste 60 åren har ökat med nästan 2 grader.

Vilka beslut tar du?

I denna typ av frågeställningar måste eleverna dels ha kunskap om vilka ämnen som påverkar den globala uppvärmningen och dels vilka mänskliga aktiviteter som orsakar problematiken. Genom att eleverna försätts i en situation där de måste ta beslut blir det möjligt att avgöra om de har förstått vilka åtgärder som är viktigast för att förhindra en

fortsatt global uppvärmning. Frågans konstruktion gör det dessutom möjligt att bedöma elevernas handlingsberedskap och hur pass allvarligt de ser på denna miljöfråga. Både för- och efterproven följs upp av intervjuer där proven utgör själva utgångspunkten för intervjun. Detta skapar förutsättningar att studera elevernas både skriftliga och muntliga kommunikation kring problemställningen.

### 10.6.5 Intervjuer rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund

Intervjuerna rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund (bilaga 4) innehåller frågor som kan uppfattas som känsliga av eleverna. Till exempel kan frågor som berör föräldrarnas utbildningsbakgrund eller yrke uppfattas som påträngande. Detsamma gäller de frågor som berör elevernas uppfattningar och attityder till olika skolämnen. För att göra frågorna mindre känsliga får eleverna information om intervjuernas innehåll och syfte före intervjutillfället. Dessutom blir eleverna informerade om hur det insamlade materialet kommer att användas.

Såväl medvetna som omedvetna faktorer kan påverka respondenten och forskaren under intervjusituationen. En sådan felkälla är s.k. "respondent effekter" (Bell, 1993). Det består i en stark vilja från respondenten att vara intervjuaren till lags. Det kan också bestå av en tendens hos intervjuaren att omedvetet försöka få fram svar som stöder hans/hennes förutfattade meningar. Det finns dessutom risken att respondenten inte upplever intervjun eller frågorna som meningsfulla, vilket självklart påverkar kvalitén i svaren. Det är i praktiken omöjligt att skapa en intervjusituation som är helt befriad från dessa risker. Forskaren måste inse att resultaten kommer att vara påverkade av dessa faktorer och ta hänsyn till detta i efterföljande analys och tolkning. Forskarens medvetenhet om vilka faktorer som kan påverka intervjusituationen kan alltså höja intervjus tillförlitlighet.

## 10.7 Det empiriska materialet

Det samlade empiriska material som de olika metoderna slutligen resulterat i består av 40 skriftliga för- och efterprov med tillhörande in-

tervjuer. Intervjuerna är ca 30 minuter/elev vilket totalt innebär ca 20 timmars bandupptagningar. Dessutom tillkommer 6-7 timmars bandupptagningar från intervjuerna rörande elevernas skol-/livsprojekt och kulturella bakgrund. När det gäller elevernas anteckningar i processpärmar är omfattningen mycket skiftande mellan olika elever. Några har endast skrivit 3-4 sidor medan andra har över 20 sidor anteckningar. Videoinspelningarna har resulterat i totalt ca 50 timmars upptagningar. Det totala empiriska materialet består av följande delar:

- Elevernas skriftliga förprov (20 st).
- Uppföljande förprovsintervjuer med samtliga elever (ca 30 min per elev).
- Intervjuer om elevers livs- och skolprojekt (20 min per elev elev).
- Videoupptagningar från 5 videokameror (totalt ca 50 h).
- Elevers anteckningar i processpärmar.
- Elevernas skriftliga efterprov (20 st).
- Uppföljande efterprovsintervjuer med samtliga elever (ca 30 min per elev).

## 10.8 Analys och tolkning

### 10.8.1 Språklig kommunikation

En stor del av det insamlade materialet i denna studie består av språklig kommunikation i form av inspelade samtal mellan elever och av ett antal intervjuutsagor. Att analysera detta material innebär att man måste tolka de språkliga utsagorna vilket medför en del problem. Tolkningen av elevernas kommunikation kring begreppen riskerar att påverkas av observatörens egna erfarenheter, kunskaper och brister.

What one forgets here is that everything our mind gains possessions of enters the whole structure of our representations and concepts which we already carry within ourselves. In this way, each new experience becomes an integral part of our mental universe through a process of adaptation and remains subject to its changes in relation to the interpretation of new experiences (Betti, 1980, p. 62).

Det är alltså viktigt att forskaren medvetandegör sig själv om att en tolkning endast besitter en relativ objektivitet och inte en absolut. Men genom att forskaren har kunskap om dessa förhållanden och strävar efter att öka sin medvetenhet om hur de egna erfarenheterna och referensramarna eventuellt kan påverka tolkningen skapar han/hon en högre sannolikhet för en mer giltiga slutsatser.

Den diskursanalytiska forskning som vuxit fram under senare år menar att människan överhuvudtaget är inkonsistent och att språket varken kan spegla människans yttre eller inre mentala förhållanden (Potter & Wetherell, 1987). Man menar dessutom att människor beskriver händelser och föreställningar på olika sätt och med olika språk och t.o.m. att samma individ tenderar att beskriva händelser och föreställningar olika vid olika tillfällen. Denna forskningstradition framhåller istället variationen i både skriftliga och muntliga utsagor och uttalar sig endast om språkets diskursiva nivå. Möjligheten att uttala sig om den bakomliggande verkligheten eller tanken tonas ned. Istället blir det viktigt att fokusera när och i vilket sammanhang utsagorna är uttryckta och vilka funktioner de fyller; dessutom hur utsagorna är uppbyggda och konstruerade. Alvesson och Sköldberg (1994, s. 285) menar dock att:

Språkets kapacitet att representera (icke-triviala) förhållanden och inre dispositioner är begränsad. Men vi ser ett ensidigt fokus på språkanvändande som alltför snävt. Viktiga - om än svåra - frågeställningar lämnas därhän om man avgränsar forskningen på detta sätt.

Jag uppfattar en diskursanalytisk ansats som intressant men samtidigt alltför begränsande. En konsekvens av ansatsen är emellertid att, som författarna påpekar, förhålla sig kritisk till sin egen analys och tolkning av elevernas språkliga uttryck och dessutom undvika kategoriska uttalanden om elevernas begrepp eller begreppsbildning.

Ett annat problem hänger samman med språkets mångtydighet men också med de olika språkbruken inom ett vardagligt språkbruk och ett naturvetenskapligt språkbruk. Problemet uppmärksammas i analyser av elevers svar på strukturerade intervjuer i andra studier (se kapitel 2). Det finns en uppenbar risk att forskare och elever missförstår varandra och definierar ord och begrepp olika. Detta kan innebära att forskaren uppfattar elevernas användande av naturvetenskapliga begrepp, och därigenom även deras förståelse av begreppen, som sämre än vad den

faktiskt är. Schoultz (2000) menar att människor kommunicerar på olika sätt och med olika innehåll beroende på vilken kontext samtalet sker i. Elevernas sätt att kommunicera om naturvetenskapliga begrepp och teorier blir då olika beroende på om de sitter i en intervjusituation med en forskare eller om de samarbetar med andra elever i den vanliga undervisningen. Forskningen om olika språkliga kulturer är sannolikt helt relevant för denna studie. Det är troligt att olika elever uttrycker sig olika i förhållande till ett korrekt naturvetenskapligt språkbruk vilket inte behöver betyda att förståelsen skiljer sig åt. För mig blir det därför viktigt att försöka förstå vad eleverna menar även om de inte använder ett korrekt naturvetenskapligt språkbruk.

### 10.8.2 Kontextuell analys

Jag har i tidigare avsnitt diskuterat problematiken med att forskningen kring elevers begreppsliga förståelse som skett i artificiella och onaturliga situationer (Säljö, 1995; Schoultz, 2000). Denna studie genomförs i elevernas vanliga skolmiljö som ett naturligt led i den ordinarie undervisningen. Trots detta behöver elevernas utsagor och handlingar ses i det sammanhang i vilket de yttras, skrivs och utförs. Det behövs någon form av kontextuell analys. I kontextuell analys enligt Svensson (1985) är syftet med analysen att först urskilja och avgränsa elevernas uppfattning av fenomenet i förhållande till den kontext i vilket det ingår. Uppgiften blir sedan att tolka på vilket sätt olika aspekter och komponenter är beroende av den specifika situationen. Detta kan troligtvis innebära att eleverna resonerar om problemställningen med ett annat språkbruk än vad de hade gjort i en annan undervisningssituation. När elever resonerar med varandra är det troligt att de använder ett mer vardagligt språkbruk än när de resonerar med läraren. Det blir då viktigt att försöka tolka vad eleven i fråga "menar eller har för avsikt" med ett uttalande innan man drar slutsatser. Resultaten av analysen redovisas i form av beskrivningskategorier av helhetskaraktär där uppfattningarna relateras eller inplaceras i en kontext. Det blir då omöjligt att skilja uppfattningarna från det sammanhang där de skapats.

Jag har för avsikt att använda mig av en kontextuell analys av det insamlade materialet. Syftet är att beskriva hur olika elever använder och kommunicerar om naturvetenskapliga begrepp och teorier i en problemlösande och informationssökande situation i den vanliga skolmil-



jön. Eftersom jag har utgått från ett sociokulturellt och socialkonstruktivistiskt perspektiv (Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 1995, 2000; Coborn & Aikenhead, 1998; Schoultz, 2000) har jag också utgått att elevernas lärande konstrueras i sociala sammanhang och i interaktion med andra. Det innebär att elevernas kunskaper utvecklas i samtal då de kommunicerar, försöker förstå varandra och skapa mening. Den kontextuella analysen av elevernas uttalanden utgår ifrån att de är skapade i detta sammanhang.

## 10.9 Trovärdighet och giltighet

Jag har i beskrivningen av denna studie avstått från att använda uttrycken reliabilitet och validitet eftersom de för mig representerar statistiska begrepp. När det gäller trovärdighet och giltighet i denna studie vill jag hänvisa till de diskussioner om metod, analys och tolkning som förts tidigare i detta kapitel. Jag kommer också, i detta avsnitt, mer ingående beskriva hur jag konstruerat kategorier och hur jag gått tillväga när jag kategoriserat eleverna. Ett sätt att testa trovärdigheten i kvalitativa studier är att låta en oberoende bedömare gå igenom hela materialet och kategorisera eleverna med hjälp av forskarens kategorier (Marton, 1994). Graden av samstämmighet kan sedan bedömas och t.o.m. beräknas. Detta är emellertid en omständlig och tidskrävande process som inte har använts i denna studie. Istället har tre av de deltagande lärarna fått bedöma relationen mellan delar av det insamlade materialet och kategoriseringen av eleverna. I detta arbete har lärarnas erfarenhet av eleverna också vägts in. Samtliga tre lärare uttryckte att det fanns en god överensstämmelse mellan materialet, deras erfarenheter av eleverna och kategoriseringen av elever i "lärattitydkategorier" (detta begrepp beskrivs i kapitel 11). Sandberg (1994) menar emellertid att trovärdigheten i en kvalitativ studie framförallt upprätthålls genom forskarens medvetna förhållningssätt till det egna tolkandet. Forskaren bör då redogöra för de olika stegen i analys och tolkning så att läsaren tydligt kan följa arbetsgången.

När det gäller giltigheten i studien skall denna framförallt relateras till de diskussioner som tidigare förts om validiteten i de nationella utvärderingarna (se kapitel 2 och 10.1). För att skapa så goda förutsättningar som möjligt i denna studie har jag valt att undersöka elevers

kunskapsutveckling i det vanliga skolarbetet. Detta innebär att jag har valt att genomföra en processtudie med avsikten att beskriva elevernas kunskapsutveckling när de aktivt arbetar med begreppen och teorierna.

### 10.9.1 Konstruktion av utvecklingskategorier

Syftet med studien är att försöka beskriva om/hur elever utvecklar sin kunskap av problemställningen under problemlösningsprocessen. Det innebär att beskriva kunskaper i kvalitativt åtskilda "kategorier". Jag benämner sådana kategorier som "utvecklingskategorier". Avsikten är att utifrån det insamlade materialet dels karaktärisera olika sätt att uttrycka sin kunskap och att dels karaktärisera en enskild elevs utsagor vid successivt olika tillfällen i dessa kategorier. Syftet är inte att placera in eleverna i en kategori en gång för alla. Avsikten är att skapa ett redskap för att kunna beskriva elevernas successiva utveckling och utvidgning av kunskaper under problemlösningsprocessen. Förhoppningsvis ger utvecklingskategorierna en möjlighet att följa elevernas kunskapsutveckling vid olika tidpunkter genom problemlösningsprocessen och inte endast före och efter arbetet.

Under konstruktionen av utvecklingskategorierna har tidigare studier utgjort en teoretisk utgångspunkt och referensram. Dessa studier visar att elever har problem att förstå hur växthuseffekten fungerar och vilken betydelse den har för jordens medeltemperatur. Ett antal studier (Boyes & Stanisstreet, 1993; Dove, 1996; Kouladidis & Christidou, 1998) visar exempelvis att många elever blandar ihop växthuseffekten med ozonskiktets förtunning. En studie från Skolverket (1998) visar också att många elever tror att växthuseffekten endast är ett miljöproblem och att elever inte kan beskriva vilka gaser som är växthusgaser. Boyes och Stanisstreet (1997b) visar att elever har problem att förstå att gaser i atmosfären kan absorbera energi. Alla dessa studier och några till (se kapitel 3) har underlättat arbetet med att konstruera utvecklingskategorierna i denna studie. Under detta arbetet har det visat sig rimligt att använda sex kategorier för att beskriva elevernas kunskapsutveckling. Målet har varit att dels skapa distinkta och tydliga skillnader mellan de olika kategorierna och dels beskriva en kvalitativ stegring med avseende på kunskaper om problemställningen. Vid beskrivningen av utvecklingskategorierna har det dessutom varit viktigt

att förtydliga den kvalitativa skillnaden mellan två intilliggande kategorier.

### 10.9.2 Kategorisering av elever före och efter undervisningen

Frågorna i det skriftliga förprovet har konstruerats utifrån att de skall underlätta kategoriseringen av eleverna i de sex utvecklingskategorierna. De uppföljande intervjuerna har gjort det möjligt att klarlägga och förtydliga de eventuella tveksamheter som kan uppstå när det gäller att analysera elevers kunskaper och förståelse utifrån ett skriftligt prov. Resultatet av det skriftliga förprovet och de uppföljande intervjuerna har sedan analyserats och eleverna placerats in i de utvecklingskategorier som bäst motsvarar deras kunskap om och förståelse av problemställningen före problemlösningsprocessen. Eleverna har placerats in i utvecklingskategorier utifrån ett antal svar på skriftliga frågeställningar, muntliga uttalanden och reflektioner över sina egna svar. Jag har därmed undvikit att placera elever i en utvecklingskategori endast utifrån ett enskilt påstående eller uttalande. Det är emellertid viktigt att poängtera att detta arbete på intet sätt kan sägas vara problemfritt. De tidigare beskrivna utvecklingskategorierna kan naturligtvis inte täcka in alla tänkbara utfallsmöjligheter. Varje kategorisering blir på detta sätt en generalisering och en förenkling av en mer komplicerad verklighet. Ett problem består av att varje utvecklingskategori avser att beskriva elevers kunskap om och förståelse av olika perspektiv. Detta medför en risk att elever hamnar mellan två utvecklingskategorier eller har kunskaper och förståelse som kan beskrivas utifrån två olika utvecklingskategorier. Detta innebär att före en elev kan placeras i en specifik utvecklingskategori måste huvuddelen av de frågeställningar som karakteriserar respektive utvecklingskategori överensstämma med elevernas skriftliga och muntliga uttalanden. Samma procedur har genomförts med utgångspunkt från det skriftliga efterprovet.

### 10.9.3 Kategorisering av eleverna under problemlösningsprocessen

För att kunna analysera elevernas utveckling av kunskaper om och förståelse av problemställningen har de också placerats in i utvecklingskategorier utifrån en tolkning av själva arbetsprocessen. Detta tolk-

ningsarbete har varit en tidskrävande men samtidigt en stimulerande uppgift. Via ett noggrant analysarbete av videoupptagningarna har varje enskild elev följts genom hela arbetsprocessen som resulterat i en skriftlig dokumentation över de enskilda elevernas och gruppens arbete under processen (för några exempel se 11.3.1-11.3.5). Det har då varit av särskild vikt att dokumentera elevers uttalanden, påståenden, hypoteser, argument, resonemang och förmåga att dra slutsatser om frågeställningar som berör problemställningens olika perspektiv. Detsamma gäller elevers deltagande i gruppdiskussioner, redovisningar och de övriga aktiviteter gruppen genomfört under problemlösningssprocessen. Enskilda elever har fokuserat olika frågeställningar och problem under arbetet vilket också har dokumenterats. Det gäller exempelvis elevers förmåga att hålla fast vid viktiga frågeställningar och färdigheter att formulera nya frågor liksom elevers olika sätt att söka information, välja texter och kritiskt granska källor. Följande punktlista är en aammanställning av situationer som ägnats särskild uppmärksamhet vid analysen av videoupptagningarna.

- Elevers uttalanden, påståenden, hypoteser, argument, resonemang och slutsatser.
- Elevers bidrag till och aktiva deltagande i diskussioner, redovisningar och andra gruppemensamma aktiviteter.
- Elevers prioriteringar av frågeställningar och problem.
- Elevers förmåga att hålla kvar viktiga frågeställningar och förmåga att formulera nya frågor.
- Elevers fokuseringar av olika delar av problemställningen.
- Elevers informationssökning, val av texter och kritiska granskning av källor.

#### 10.9.4 Utvecklingssituationer

För att göra det möjligt att kategorisera en elevs kunskaper under själva problemlösningssprocessen har det varit nödvändigt att analysera varje elevs lärande för sig (för ett exempel se bilaga 6). Analys och tolkning av förprov och uppföljande intervjuer har möjliggjort en relativt noggrann beskrivning av varje elevs initiala kunskap om problemställningen. Denna beskrivning har sedan kunnat relateras till och jämföras med enskilda elevers uttalanden, påståenden och resonemang m.m. under

analysen av videoupptagningarna. Analysen av elevernas arbete i gruppen, exempelvis samtal, informationssökande och hypoteser, ledde fram till en upptäckt av speciella situationer där elevers uttalanden, påståenden och sätt att resonera om problemställningen förts på en ny och kvalitativt högre nivå än tidigare. Dessa situationer kommer jag i fortsättningen att benämna som kvalitativa utvecklingssituationer. I en kvalitativ utvecklingssituation ser jag en tydlig indikation på att en elev har utvecklat sin förståelse av problemställningen på en högre nivå än tidigare vilket medför att jag placerar eleven i en högre utvecklingskategori. Den kvalitativa utvecklingssituationen utgörs vanligtvis inte av inläringssituationen utan är mer ett muntligt uttryck att en sådan utveckling har ägt rum. Ett antal olika kvalitativa utvecklingssituationer kommer att beskrivas i resultatkapitlet.

De eventuella problem som kan uppstå vid inplaceringen av elever i utvecklingskategorier utifrån analys och tolkning av förprov och uppföljande intervjuer som tidigare beskrivits kan naturligtvis även uppstå under analysarbetet av själva arbetsprocessen. Målet har varit att elever inte skall placeras i en högre utvecklingskategori endast utifrån enstaka påståenden eller lösryckta uttalanden utan utifrån ett relativt fullständigt resonemang. Innan en ny placering har gjorts har detta resonemang jämförts med de utsagor som avgjort elevens tidigare inplacering i en utvecklingskategori. Genom att speciellt fokusera elevens resonemang om frågeställningar som berör de kvalitativa skillnaderna mellan två intilliggande utvecklingskategorier underlättas arbetet att placera eleverna i utvecklingskategorierna.

# 11 Resultat

## 11.1 Kunskaper om växthuseffekten och jordens globala uppvärmning

### 11.1.1 Utvecklingskategoriernas tre perspektiv

De sex utvecklingskategorierna avser att beskriva elevers kunskapsutveckling av enskilda naturvetenskapliga begrepp och deras förståelse av en komplex och reell problemställning. För att kunna bearbeta och förstå denna problemställning måste eleverna troligen ha förståelse av ett antal naturvetenskapliga begrepp och teorier. Vilka går inte att exakt bestämma på förhand. Eleverna behöver troligen också vissa kunskaper om jordens medeltemperatur och klimat i ett historiskt och ett framtida perspektiv. Det är också betydelsefullt för förståelsen att eleverna förstår hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens medeltemperatur och vilka åtgärder mänskligheten behöver vidta för att förhindra en eventuell global uppvärmning i framtiden. Varje utvecklingskategori konstrueras således så att den skall spegla elevernas förståelse av problemställningen i tre olika avseenden, vilka tillsammans beskriver elevernas kunskap om växthuseffekten och den globala uppvärmningen.

#### Utvecklingskategoriernas tre perspektiv

- A. Uttryck för förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.
- B. Uttryck för förståelse av olika teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.
- C. Uttryck för förståelse av hur mänskliga aktiviteter eventuellt kan påverka jordens framtida medeltemperatur och vilka åtgärder mänskligheten kan vidta för att förhindra en global uppvärmning.

## 11.1.2 Utvecklingskategorier

Följande sex utvecklingskategorier har konstruerats och presenteras närmare i det följande avsnittet.

### De sex utvecklingskategorierna

- I. Växthuseffekt? – Vad är det?
- II. Växthuseffekt har med ozonlager och försurning att göra.
- III. Jorden är som ett växthus.
- IV. Växthuseffekten har med gaser i atmosfären att göra.
- V. Växthuseffekten har alltid funnits men förbränningen av fossila bränslen förstärker effekten.
- VI. Växthuseffekten är en balans mellan ingående solstrålning och utgående värmestrålning.

### *Utvecklingskategori I*

*”Växthuseffekt? – Vad är det?”*

För att placeras i utvecklingskategori I ger en elev i princip inte uttryck för någon kunskap om växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Svaren på förprov och uppföljande intervjuer tyder på att de elever som placerats i denna utvecklingskategori helt saknar tidigare erfarenhet av problemställningen liksom av bakomliggande begrepp och teorier. De har följaktligen få idéer och inga hypoteser om hur växthuseffekten fungerar. Kategorin beskrivs i följande rutor.

**A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

#### **Övergripande kunskaper om och förståelse av växthuseffekten.**

- Har ingen kunskap om eller förståelse av vad växthuseffekten är.

- Blandar ihop den förstärkta växthuseffekten med andra miljöproblem.

**Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Tror att det är värme från bilar, flygplan, hus, eller fabriker som påverkar jordens globala temperatur mest.

**Vad är växthusgaser?**

- Har i stort sett inga kunskaper vilka ämnen som påverkar växthuseffekten och känner inte heller till uttrycket växthusgaser.

I denna utvecklingskategori ger eleverna inte heller uttryck för att de har någon erfarenhet av olika teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat. Flera elever uttrycker exempelvis att några få kalla vintrar kan utgöra ett bevis på att jorden går mot en ny nedisningsperiod.

**B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

**Istid eller global uppvärmning?**

- Tror att om medeltemperaturen i Sverige är lägre än normalt några somrar i rad så är detta ett bevis på att jorden går mot en ny istid.
- Tror att om medeltemperaturen i Sverige några vintrar i rad är högre än normalt utgör detta ett bevis för att jorden går mot en global uppvärmning.

**Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur inte kommer påverka det biologiska livet på jorden överhuvudtaget eller att ökningen är så liten att det bara kommer märkas genom att det blir något varmare somrar och vintrar.



Elevsvar i denna kategori visar följaktligen inte heller några kunskaper om eller någon förståelse för vilka mänskliga aktiviteter som kan påverka växthuseffekten.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Tror inte att mänskliga aktiviteter kan påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur.
- Känner till att avgaser från bilar och industrier kan vara skadliga för biologiskt liv men kan inte beskriva vilka ämnen som finns i avgaserna och på vad sätt de påverkar jordens medeltemperatur.

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har inga eller få idéer om hur mänskligheten kan förändra sina beteenden för att förhindra en ökning av jordens medeltemperatur.

Gemensamt för utsagor från elever i denna kategori är att de inte ger uttryck för någon egentlig kunskap om utvecklingskategoriernas tre perspektiv. Flera elever visar att de aldrig tidigare har hört talas om växthuseffekten eller den globala uppvärmningen. Följande utdrag från en intervjusituation med Dr Alban kan utgöra ett exempel på detta:

I: På fråga 5 om människors aktiviteter på jorden kan påverka växthuseffekten har du kryssat för alternativ E...Nej, växthuseffekten beror på den ökade solstrålningen som vi människor inte kan påverka. Hur har du tänkt där?

Dr Alban: Ja..du,..ingen aning. Nu hade jag nog svarat ja

I: Vilken hade du valt om du hade fått välja om?

Dr Alban: hm...A.

I: Du menar att förbränningen av fossila bränslen gör det varmare på jorden?

Dr Alban: ...Nej B bli det då.

I: ...att förbränningen gör det kallare på jorden?

Dr Alban: Ja, Jag är inte säker eftersom jag fortfarande inte vet vad växthuseffekten är....det måste bli kallare.....ja, jag tror det.

Intervju med Dr Alban

## ***Utvecklingskategori II***

*”Växthuseffekt har med ozonlager och försurning att göra”*

Svaren från eleverna i utvecklingskategori II tyder på att eleverna hört talas om växthuseffekten tidigare. När de skall redogöra för sina kunskaper beskriver de emellertid istället nedbrytningen av ozonskiktet eller andra miljöproblem. Dessa elever kan dock vanligtvis redogöra för att ozonlagret finns i atmosfären och att det skyddar biologiskt liv på jorden mot skadlig UV-strålning. Dessutom uttrycker de ofta att nedbrytning av ozonlagret medför att solinstrålningen ökar vilket höjer jordens medeltemperatur.

### **A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

#### **Övergripande kunskaper och förståelse om växthuseffekten.**

- Har mycket lite kunskap om eller förståelse av vad växthuseffekten egentligen är.
- Blandar ofta ihop växthuseffekten med nedbrytningen av ozonlagret men känner till att detta lager skyddar biologiskt liv mot den skadliga delen av solens strålning.
- Blandar ihop den förstärkta växthuseffekten med ett antal andra allmänna miljöproblem som försurning, spridning av tungmetaller eller radioaktiv strålning från kärnkraftverk.

#### **Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Tror att det är värme från jordens inre och en allmän ökad solinstrålning som avgör jordens globala temperatur.
- Menar att nedbrytningen av ozonlagret innebär att solinstrålningen ökar så mycket att jordens medeltemperatur håller på att förändras.

#### **Vad är växthusgaser?**

- Har i stort sett inga kunskaper om vilka ämnen som påverkar växthuseffekten och känner inte heller till uttrycket växthusgaser.

Eleverna uttrycker uppfattningen att det finns naturliga variationer i medeltemperaturen från år till år och att detta inte utgör ett bevis på att jordens medeltemperatur håller på att förändras. Dessa elever menar också att en förändring av jordens medeltemperatur kan medföra att havsnivån stiger och därmed påverka det biologiska livet på jorden.

#### **B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

##### **Istid eller global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att det finns naturliga variationer i medeltemperaturen olika år och att detta inte utgör ett bevis för att jordens medeltemperatur håller på att förändras.

##### **Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur med 1-3 grader på 100 år kan påverka havsnivån och det biologiska livet på jorden. Menar dock att detta endast påverkar vissa arter och inte hela ekologiska system

Eleverna uttrycker också tydligt att mänskligheten i princip inte kan påverka jordens medeltemperatur. De är emellertid ofta inkonsekventa eftersom de samtidigt säger att människans utsläpp av avgaser och gifter kan bryta ned ozonlagret vilket enligt deras uppfattning påverkar jordens medeltemperatur. Eleverna i denna kategori blandar egentligen ihop ett antal olika miljöproblem och ger inte uttryck för några kunskaper

per om vilka ämnen som påverkar den globala uppvärmningen av jorden.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Tror i princip inte att mänskliga aktiviteter kan påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur.
- Har uppfattningen att giftiga utsläpp från bilar och fabriker bryter ned ozonlagret.

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att mänskligheten kan förändra sina beteenden genom att minska farliga utsläpp och därmed förhindra en ökning av jordens medeltemperatur. Dessa uttalanden är dock relaterade till nedbrytningen av ozonlagret och inte direkt till växthusgaser.

Utsagorna tyder på att elever vars svar placerats i denna kategori har mycket lite kunskap om vad växthuseffekten är. Om man jämför med utvecklingskategori I ligger den kvalitativa skillnaden i att eleverna har uppfattningen att växthuseffekten har med atmosfären att göra även om de sedan blandar ihop problemet med nedbrytningen av ozonlagret. Eleverna kan också redogöra något för vad en förändrad medeltemperatur kan innebära och beskriver dessutom växthuseffekten som ett miljöproblem. De blandar dock ihop den förstärkta växthuseffekten med ett antal andra miljöproblem och talar om avgaser och gifter i allmänhet. Följande utdrag från en intervjusituation med Lars kan utgöra ett exempel på detta:

I: När du i provet skall förklara vad växthuseffekt egentligen är har du tagit upp ozonlagret. Vad är det då som påverkar temperaturen? Vad är det som händer egentligen?

Lars : Ozonlagret bryts ned.

I: Av vad då?

Lars: Freoner och alla möjliga sorters gaser.

I: Vad händer då när solens strålar kommer in i atmosfären?

Lars: Det blir mer strålning och värmen ökar.

I: Du har också skrivit att människan kan påverka så att det inte blir så mycket växthuseffekt genom att strunta i att köra bil eller köra blyfritt. Har det med ozonet att göra?

Lars: Koldioxid förstör en del av ozonlagret och det är kasst för naturen att inte köra blyfritt...Det blir mindre koldioxid om man kör blyfritt.

Intervju med Lars

### *Utvecklingskategori III*

#### *”Jorden är som ett växthus”*

Uttalanden från de elever som placerats i utvecklingskategori III tyder på att de har en vag uppfattning om att växthuseffekten har med hela atmosfären att göra. De talar inte bara om ozonlagret. De uttrycker dessutom att jorden kan liknas vid ett växthus och menar att atmosfären gör så att jorden behåller värmen. Eleverna kan emellertid inte mer ingående förklara hur detta fungerar. De tycks endast se växthuseffekten som ett miljöproblem skapat av människan och skiljer inte på jordens ”naturliga” växthuseffekt och den förstärkta växthuseffekten. De uttrycker vidare att skadliga avgaser från bilar och fabriker påverkar jordens medeltemperatur men tycks inte veta inte hur de påverkar eller vilka ämnen det handlar om.

**A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

**Övergripande kunskaper och förståelse om växthuseffekten.**

- Har uppfattningen att växthuseffekten har med hela atmosfären att göra och inte endast ozonlagret. Vet att jorden kan liknas vid ett växthus.

- Vet inte att växthuseffekten alltid har funnits så länge jorden har haft atmosfär. Har uppfattningen att växthuseffekten endast är ett miljöproblem skapat av mänskligheten.

**Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Har uppfattningen att värme från bilar, hus, fabriker eller från jordens inre endast påverkar jordens temperatur marginellt.
- Menar att skadliga avgaser från bilar och fabriker kan påverka jordens globala temperatur men kan inte redogöra för hur detta sker.

**Vad är växthusgaser?**

- Har vaga uppfattningar vilka ämnen som bidrar till växthuseffekten men känner inte till uttrycket växthusgaser.

Eleverna ger i princip uttryck för samma uppfattning som eleverna i föregående utvecklingskategori när det gäller naturliga variationer i jordens medeltemperaturen från år till år. De menar således att dessa inte utgör ett bevis för att jordens medeltemperatur håller på att förändras. Eleverna uttrycker också att en förändring av jordens medeltemperatur kan medföra att havsnivån stiger och därmed påverka det biologiska livet på jorden.

**B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

**Istid eller global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att det finns naturliga variationer i medeltemperaturen olika år och att detta inte utgör ett bevis för att jordens medeltemperatur håller på att förändras.

**Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur med 1-3 grader på 100 år kan påverka havsnivån och det biologiska livet på jorden. Menar dock att detta endast påverkar vissa arter och inte hela ekologiska system.

Eleverna uttrycker uppfattningen att mänskliga aktiviteter kan påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur. Dessa uttalanden är då också ofta relaterade till avgaser och farliga utsläpp i luften eller atmosfären. Eleverna uttrycker dessutom uppfattningen att mänskligheten kan förändra sina beteenden genom att minska utsläppen. Dessa uttalanden är emellertid allmänna och inte relaterade till specifika ämnen. Eleverna pratar med andra ord om avgaser i allmänhet och kan inte redogöra för hur ämnena påverkar.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Har uppfattningen att människors aktiviteter kan påverka växthuseffekten och jordens globala medeltemperatur. Men kan inte redogöra för hur detta sker.

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att mänskligheten kan förändra sina beteenden genom att minska farliga utsläpp och därmed förhindra en ökning av jordens medeltemperatur. Dessa uttalanden är relaterade till gaser i luften eller atmosfären i allmänhet.

Om man jämför uttalanden från eleverna i denna utvecklingskategori med tidigare ligger den kvalitativa skillnaden i att eleverna tycks ha en klar uppfattning av att växthuseffekten har med hela atmosfären att göra. Man kan också relatera själva ordet växthuseffekt till ett växthus där värmen stannar kvar. Eleverna har dock ännu inte någon uppfattning om hur detta sker. En annan skillnad ligger i att eleverna tydligt uttrycker att mänskliga aktiviteter kan påverka jordens medeltemperatur och har idéer om hur man kan förhindra en eventuell global uppvärmning. Följande intervju med Amelie kan utgöra ett exempel på detta:

I: Du har ritat en bild med solen, jorden och med en omgivande atmosfär. Sedan har du också ritat några streck från solen och jorden...

A: Det är solstrålar från solen och det andra är varm luft som stiger från jorden och så förstör vi med alla avgaser här (pekar på atmosfären), atmosfären och sånt och så har det väl svårt att bryta sig igenom.

I: Ok... Du menar att det är avgaserna... Kan du säga vad i avgaserna....?

A: Nej...jag vet inte...Det är väl farliga avgaser...bensin är inte så bra...

-----

I: Du har skrivit att alla avgaser vi släpper ut sätter sig i atmosfären. Hur menar du, sätter sig i atmosfären?

A: Alla gaser förstör atmosfären... ja, men jag vet inte...

I: Jo, men du har också skrivit att den varma ångan inte kan ta sig igenom atmosfären.....

A: Ja, för att vi förstör allt med våra gaser .....så att värmen inte kan komma ut.

Intervju med Amelie

#### ***Utvecklingskategori IV***

##### *”Växthuseffekten har med gaser i atmosfären att göra”*

Elever i utvecklingskategori IV uttrycker en tydlig och konsekvent uppfattning om att växthuseffekten har med ämnen och gaser i atmosfären att göra. De uttrycker dessutom uppfattningen att strålningen från solen kan ta sig igenom atmosfären men att ingen strålning kan ta sig ut. Eleverna har också vissa kunskaper om något/några av de ämnen som påverkar växthuseffekten. Ett exempel på detta är att eleverna beskriver att förbränningen av fossila bränslen och en ökad koldioxidhalt i atmosfären kan påverka jordens globala temperatur. De tycks emellertid fortfarande inte riktigt förklara hur ämnena påverkar. Elever i denna kategori gör en tydligare distinktion mellan den globala uppvärmningen och andra miljöproblem men tycks tro att växthuseffekten endast är ett miljöproblem skapat av mänskligheten.



**A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

**Övergripande kunskaper och förståelse om växthuseffekten.**

- Har uppfattningen att växthuseffekten har med ämnen eller gaser i atmosfären att göra. Har dock uppfattningen att ingen värmestrålning strålar ut.
- Blandar inte ihop den förstärkta växthuseffekten med andra miljöproblem som exempelvis nedbrytningen av ozonlagret.
- Vet inte att växthuseffekten har funnits så länge jorden har haft atmosfär. Har uppfattningen att växthuseffekten endast är ett miljöproblem skapat av mänskligheten.

**Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Har uppfattningen att värme från bilar, hus, fabriker eller från jordens inre endast påverkar jordens temperatur marginellt.
- Menar att skadliga avgaser från bilar och fabriker kan påverka jordens globala temperatur och nämner koldioxid i detta sammanhang.

**Vad är växthusgaser?**

- Har vissa kunskaper om vilka ämnen som påverkar växthuseffekten. Förstår också att koldioxid och förbränning av fossila bränslen påverkar växthuseffekten på något sätt men kan inte förklara hur. Kan även nämna ämnen som inte direkt har med växthuseffekten att göra.

Eleverna uttrycker också tankar om att en ökning av jordens medeltemperatur kan medföra att havsnivån i världshaven stiger och att detta kan påverka biologiskt liv. Dessa elever beskriver dessutom att relativt små förändringar kan innebära att vissa arter försvinner och att detta i sin tur kan påverka hela ekologiska system.

**B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

**Istid eller global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att det finns naturliga variationer i medeltemperaturen olika år och att detta inte utgör ett bevis för att jordens medeltemperatur håller på att förändras.

**Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur med 1-3 grader på 100 år kan påverka havsnivån och det biologiska livet på jorden. Menar också att detta kan påverka ekologiska system.

För elever i utvecklingskategori IV förefaller sambandet mellan en ökad förbränning av fossila bränslen och en ökad koldioxidhalt i atmosfären vara tydlig. Eleverna redogör för att en ökad koldioxidhalt i atmosfären kan påverka jordens medeltemperatur men lyckas bara i viss mån redogöra för hur detta sker.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Har uppfattningen att människors aktiviteter såsom förbränning av fossila bränslen kan påverka växthuseffekten och jordens globala temperatur. Kan i viss mån redogöra för hur detta sker.

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att mänskligheten kan förändra sina beteenden genom att minska förbränningen av fossila bränslen. Menar att detta kan ske genom att minska bilismen och uppvärmningen av hus eftersom avgaserna innehåller koldioxid.

Om man jämför dessa elevers uppfattningar med elevernas uppfattning i tidigare utvecklingskategorier ligger den kvalitativa skillnaden i att eleverna tydligt relaterar växthuseffekten till gaser i atmosfären. Eleverna kan dessutom tydligt se sambandet mellan en ökad fossil förbränning och en ökad koldioxidhalt i atmosfären. De har också vissa idéer om hur mänskligheten kan förhindra en global uppvärmning. En ytterligare skillnad ligger i att elever i denna utvecklingskategori alltmer börjar resonera om in- och utstrålning när de skall förklara växthuseffekten. Följande utdrag från en intervju med Carl kan utgöra ett exempel på detta:

I: Kan du förklara lite mer ingående hur du ser på det här med växthuseffekten?

Carl: ...det är ju det med solstrålarna...ungefär som Venus, tror jag det är, släpper in massa solstrålar men sen går de inte ut igen så där är väldigt varmt. Och det är samma här, då att det blir som ett lager att viss del av värmen måste ut i rymden igen men istället studsar den mot atmosfären och sen ner igen, så den blir där...(i atmosfären)

-----

I: ...du menar alltså att koldioxid är det ämne som påverkar mest?

Carl: Ja, i och med att koldioxidutsläppen är så höga så blir det.... Ja det är det här med luften igen.

I: Sen finns det något som heter ozon....

Carl: Du menar ozonlagret?

I: Ja, har det någon betydelse för växthuseffekten?

Carl:.....det vågar jag inte säga...jag skulle inte tro att det har något med temperaturen att göra. Det tror jag inte. Det är det här med strålningen från solen.....att ozonlagret skyddar ju oss mot solens strålning. Och där det inte finns något ozonlager är strålningen jättehög.... Men att det har med temperaturen, det tror jag inte. Intervju med Carl

### ***Utvecklingskategori V***

*"Växthuseffekten har alltid funnits men förbränningen av fossila bränslen förstärker effekten."*

Elever i utvecklingskategori V visar relativt goda kunskaper om och god förståelse av växthuseffekten. De beskriver ett antal växthusgaser och något om dessas förmåga att absorbera värmestrålning. Eleverna

ger uttryck för uppfattningen att koldioxid är den växthusgas som bidrar mest till den förstärkta växthuseffekten. De tar också avstånd från uppfattningen att all värmestrålning återstrålar från atmosfären till jordytan utan menar en del också strålar ut i universum. Emellertid tycks de inte ännu ha förstått vad som menas med jordens strålningsbalans. Eleverna i denna utvecklingskategori ger inte uttryck för uppfattningen att växthuseffekten endast är ett miljöproblem skapat av människan utan också en uppfattning om att det finns en naturlig växthuseffekt som är en förutsättning för mänskligt liv på jorden.

**A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

**Övergripande kunskaper och förståelse om växthuseffekten.**

- Har uppfattningen att växthuseffekten har med ämnen eller gaser i atmosfären att göra. Förstår att en del av värmestrålningen strålar ut från atmosfären och en del återstrålar till jorden.
- Har uppfattningen att jordens växthuseffekt har funnits så länge jorden har haft atmosfär men att en förstärkning av effekten kan påverka jordens globala temperatur och därmed utgöra ett framtida hot mot mänskligheten.

**Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Har uppfattningen att värme från bilar, hus, fabriker eller från jordens inre endast påverkar jordens temperatur marginellt.
- Har uppfattningen att förbränningen av fossila bränslen kan påverka växthuseffekten och jordens globala temperatur.

**Vad är växthusgaser?**

- Har goda kunskaper om vilka ämnen som påverkar växthuseffekten och kan beskriva några växthusgaser. Kan dock bara i vissa fall redogöra för varifrån dessa ämnen kommer.
- Har uppfattningen att koldioxid är den växthusgas som bidrar mest till den förstärkta växthuseffekten men kan inte redogöra för skillnaden i påverkan mellan kol som cirkulerar i naturliga kretslopp och fossilt bunden kol.

Eleverna uttrycker dessutom en viss kunskap om och förståelse av att det finns naturliga och regelbundna cykler som innebär att det under jordens historia funnits återkommande nedsnings- och uppvärmningsperioder som inte påverkats av människan. De kan också mer ingående beskriva vilka effekter en eventuell global uppvärmning kan få för naturliga ekologiska system.

**B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

**Istid eller global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att det finns naturliga och regelbundna cykler som påverkar jordens medeltemperatur och klimat och som inte beror på mänskliga aktiviteter.

**Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur med 1-3 grader kan höja havsnivån, förändra förutsättningarna för olika arter på jorden och därmed rubba ekologiska system.

Eleverna synes ha goda kunskaper om hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens globala temperatur och hur detta sker. De kan tydligt redogöra för sambandet mellan ökad fossil förbränning och förhöjd halt av koldioxid i atmosfären. Detta samband relateras dessutom tydligt till en ”förstärkt” växthuseffekt. Elever i denna utvecklingskategori ger också andra exempel på hur mänskliga aktiviteter eventuellt kan påverka den globala uppvärmningen.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Har uppfattningen att människors aktiviteter såsom förbränning av fossila bränslen kan påverka växthuseffekten och jordens globala temperatur. Kan redogöra för hur detta sker och även ge andra exempel (djurhållning/metan).

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att mänskligheten kan förändra sina beteenden genom att minska förbränningen av fossila bränslen. Detta kan ske genom att minska bilismen och uppvärmningen av hus eftersom avgaserna innehåller koldioxid. Diskuterar också alternativ och forskning om miljövänliga motorer.

Om man jämför med tidigare utvecklingskategorier ligger den kvalitativa skillnaden främst i att eleverna tydligt redogör för sambanden mellan mänsklighetens ökade förbränning av fossila bränslen och risken för en global uppvärmning på jorden. Eleverna beskriver dessutom olika gasers påverkan och uttrycker en förenklad förståelse av jordens strålningsbalans. Man vet också att en naturlig växthuseffekt har funnits så länge jorden har haft atmosfär och att den är en förutsättning för mänskligt liv på jorden. Följande utdrag av skriftliga prov och uppföljande intervju med Amanda kan utgöra ett exempel på detta:

F 11: Beskriv och förklara hur växthuseffekten fungerar!

Amanda: När vi bränner fossila bränslen så bildas växthusgaser. Växthusgaserna stannar i atmosfären. När solens strålar kommer in i atmosfären värmer de upp luften och jordytan. Sedan strålar värmen ut igen samtidigt som jordens värme strålar ut. Då hindrar växthusgaserna en del av värmen att stråla ut i rymden och den stannar i atmosfären.

Från Amandas efterprov

I: ...på vad sätt kan människan påverka det här med växthusgaser? Har människans aktiviteter någon betydelse?

Amanda: Jaa!

I: Kan du ge några exempel?

Amanda: Alltså om vi släpper ut koldioxid så blir det för mycket. Det finns redan naturlig koldioxid fast den går runt i kretslopp...det blir ju inte...

I: Ja, just det, det finns alltså redan koldioxid. Vad kommer den andra koldioxiden ifrån då?

Amanda: Från oss.

I: Jag menar den som inte är naturlig...

Amanda: När vi förbränner fossila bränslen.

## **Utvecklingskategori VI**

*”Växthuseffekten är en balans mellan ingående solstrålning och utgående värmestrålning.”*

Elever i utvecklingskategori VI ger uttryck för en mycket god förståelse av att växthuseffekten. De anger att växthuseffekten utgörs av en balans mellan ingående solstrålning och utgående värmestrålning. Eleverna uttrycker också att en förstärkning av växthuseffekten genom ökad fossil förbränning kan påverka jordens globala temperatur och därmed utgöra ett hot mot mänskligheten i framtiden. De visar dessutom mycket goda kunskaper om växthusgaserna och hur dessa påverkar jordens strålningsbalans. Eleverna i denna utvecklingskategori redogör vidare för vilka mänskliga aktiviteter som orsakar utsläpp av olika växthusgaser i atmosfären.

### **A. Elevernas kunskap om och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.**

#### **Övergripande kunskaper och förståelse om växthuseffekten.**

- Har en grundläggande förståelse av att växthuseffekten utgörs av en balans mellan den ingående solstrålningen och utgående värmestrålning.
- Har uppfattningen att jordens växthuseffekt har funnits så länge jorden har haft atmosfär och att denna är en förutsättning för mänskligt liv på jorden.
- Har uppfattningen att en förstärkning av växthuseffekten kan påverka jordens globala klimat och därmed utgöra ett framtida hot mänskligheten.
- Eleverna i denna kategori kan skilja på växthuseffekten och nedbrytningen av ozonlagret. De vet också att ozonlagret skyddar jordklotet från solens skadliga strålning och att ozon också är en växthusgas.

#### **Vad påverkar jordens globala temperatur?**

- Har uppfattningen att värme från bilar, hus, fabriker eller från jordens inre endast påverkar jordens temperatur marginellt.
- Har uppfattningen att förbränning av fossila bränslen kan påverka växthuseffekten och jordens globala temperatur.

#### **Vad är växthusgaser?**

- Har mycket goda kunskaper om vilka ämnen som påverkar växthuseffekten och kan beskriva ett antal växthusgaser. Kan dessutom redogöra för varifrån dessa ämnen kommer.
- Har uppfattningen att koldioxid är den växthusgas som bidrar mest till den ”förstärkta” växthuseffekten och kan redogöra för skillnaden i påverkan mellan kol som cirkulerar i naturliga kretslopp och fossilt bunden kol.

Eleverna antyder uppfattningen att det finns naturliga och regelbundna cykler som påverkar jordens medeltemperatur. Eleverna beskriver dessutom någon/några av de teorier som förklarar vilka faktorer som reglerar dessa perioder.

#### **B. Elevernas förståelse av teorier och hypoteser om jordens historiska och framtida medeltemperatur och klimat.**

##### **Istid eller global uppvärmning?**

- Har uppfattningen att det finns naturliga och regelbundna cykler som påverkar jordens medeltemperatur och klimat och som inte beror på mänskliga aktiviteter. De kan också redogöra för att jordklotet har återkommande nedisnings- och värmeperioder och någon av de faktorer som reglerar dessa perioder.

##### **Vad händer om jordens medeltemperatur ökar med 1-3 grader på 100 år?**

- Har uppfattningen att en ökning av jordens medeltemperatur med 1-3 grader kan höja havsnivån, förändra förutsättningarna för olika arter på jorden och därmed rubba ekologiska system.

Eleverna visar goda kunskaper om vilka mänskliga aktiviteter som kan påverka växthuseffekten och den globala uppvärmningen. De har också flera idéer om hur mänskligheten kan förändra sina beteenden för att minska förbränningen av fossila bränslen. De resonerar om möjligheterna att satsa på alternativa energikällor och mer forskning om elmotorer och alternativa energikällor. Förslagen från eleverna om åtgärder



mot den globala uppvärmningen är framförallt inriktade mot den ökade förbränningen av fossila bränslen och en förhöjd koldioxidhalt i atmosfären. Eleverna i utvecklingskategori VI ger uttryck för uppfattningen att det forskarna säger om jordens framtida medeltemperatur och klimat endast är hypoteser och att olika forskare har olika hypoteser om framtiden.

**C. Elevernas kunskap om och förståelse av hur mänskliga aktiviteter kan påverka jordens framtida medeltemperatur.**

**Kan mänskliga aktiviteter påverka växthuseffekten och jordens medeltemperatur?**

- Har uppfattningen att människors aktiviteter såsom förbränning av fossila bränslen kan påverka växthuseffekten och jordens globala temperatur. Kan redogöra för hur detta sker och även ge andra exempel (djurhållning/metan).

**Hur kan mänskligheten förändra sitt beteende för att förhindra en global uppvärmning?**

- Har flera idéer hur mänskligheten kan förändra sina beteenden för att förhindra en förstärkning av växthuseffekten. Dessa elever har också uppfattningen att det inför framtiden krävs en ökad forskning om exempelvis elbilar och alternativa energikällor för att minska förbränningen av fossila bränslen.
- Eleverna i denna kategori känner till att världens länder har konferenser som Agenda 21 med syftet att minska ländernas koldioxidutsläpp. De har dessutom uppfattningar om den ojämna fördelningen av koldioxidutsläpp mellan i- och uländer.
- Tror att det forskarna säger om jordens framtida temperatur och klimat endast är hypoteser och att olika forskare har olika uppfattningar.

Den kvalitativa skillnaden om man jämför med tidigare utvecklingskategorier är främst att eleverna i utvecklingskategori VI tycks ha mycket goda kunskaper om växthusgaserna och hur de verkar. De redogör dessutom för vilka mänskliga aktiviteter som orsakar utsläpp av växthusgaser och har flera idéer om vilka åtgärder som behövs för att förhindra en global uppvärmning i framtiden. Dessa åtgärdsförslag är framförallt inriktade på att förhindra en ökad koldioxidhalt i atmosfären.

ren. Eleverna uttrycker en mycket god förståelse av växthuseffekten grundad på en grundläggande förståelse av jordens strålningsbalans. En ytterligare skillnad ligger i eleverna i denna utvecklingskategori visar förståelse för att forskare har olika hypoteser om jordens framtida medeltemperatur och klimat. Följande utdrag från en intervju med Gandalf kan utgöra ett exempel på detta:

I: Förklara så enkelt som möjligt hur växthuseffekten fungerar!

Gandalf: Solens strålar kommer upp mot jorden och kommer sedan till atmosfären...så studsar en del ut, men det är bara en liten del. Det mesta kommer in. Och sedan när det reflekteras mot jordens yta så...en stor del av den solstrålarna som reflekteras ut då studsar den mot någon annan partikel i atmosfären som gör att den inte kommer ut utan fortsätter att vara där inne. Det är bara en liten del som kommer ut igen.

I: Är denna effekt något som är ny på jorden?

Gandalf: Nej, den har alltid funnits, bara att den förstärks nu när vi eldar med fossila bränslen.....

I: Vad menas då med naturliga förändringar av jordens klimat?

Gandalf: Det är bara varmt i ... genomsnitt 10-30 000 år sen är resten istid några 100 000 år sen är det varmt igen. Det har funnits ungefär 20 istider.

Intervju med Gandalf

## 11.2 Utveckling av elevernas kunskap om och förståelse av problemställningen

### 11.2.1 Några avgränsningar

Innan jag påbörjar beskrivningen av hur eleverna utvecklar kunskaper om problemställningen är det viktigt att återigen betona några av studiens avsikter och avgränsningar. Syftet i denna studie har inte varit att utvärdera ett undersökande arbetssätt i allmänhet. Det har inte heller varit ett specifikt syfte att jämföra hur elevers lärande utvecklas med hjälp av olika arbetssätt. Ett av syftena har istället varit att ta reda på hur elever successivt utvecklar sin kunskap om naturvetenskapliga begrepp och teorier under problemlösningsprocessen. Det har då varit i fokus att ta reda på vilka faktorer och situationer som påverkar elevers

lärande i denna situation. Detta gäller både faktorer och situationer som påverkar elevernas lärande positivt och de eventuella hinder som är möjliga att identifiera. I detta avseende har det varit av speciellt intresse att ta reda på hur elevers interaktion och samarbete påverkar kunskapsutvecklingen.

### 11.2.2 Elevernas lärande utvecklas positivt

Vid analysen framkommer att merparten av eleverna har en mycket positiv kunskapsutveckling om växthuseffekten och jordens globala uppvärmning under problemlösningsprocessen. I tabell 1 kan man bland annat se att av studiens 20 elever når 16 utvecklingskategori IV, V eller VI efter problemlösningsprocessen avslutats.

*Tabell 1.* Sammanställning av antalet elever i utvecklingskategorier före och efter problemlösningsprocessen

Utvecklingskate- gori innan arbetet påbörjats	Antal elever	Utvecklingskate- gori efter arbetet avslutats	Antal elever
I	7	I	0
II	7	II	1
III	4	III	3
IV	2	IV	4
V	0	V	7
VI	0	VI	5
Totalt:	20		20

Tabell 1 visar vidare att endast två av eleverna hade motsvarande kunskap före undervisningen. Mer än hälften av eleverna (12) i gruppen når utvecklingskategori V eller VI. Ingen av eleverna gav uttryck för en motsvarande kunskap före arbetet. Dessutom når en fjärdedel av alla elever i gruppen ända till utvecklingskategori VI efter avslutat arbete vilket är förvånansvärt bra. Med reservation för att utvecklingskategorierna inte är matematiskt definierade eller representerar en skala med lika skalsteg kan man ändå skapa en bild av elevernas utveckling g-

nom att beräkna hur många steg en elev i genomsnitt utvecklat sin kunskap. Kategorimedelvärdet för hela gruppen före arbetet påbörjats var 2,0 och efter att arbetet avslutats 4,6. En elev har således i genomsnitt utvecklats 2,6 utvecklingskategorier. Dessa resultat får anses som mycket goda även om direkta möjligheter till jämförelse med andra grupper saknas.

### 11.2.3 Elevernas utveckling och grundskolans mål

För att få en indikation på elevernas utveckling skulle man kunna göra en jämförelse med grundskolans kursplaner för de naturorienterande ämnena (Skolverket, 2000). Vid en sådan jämförelse uppstår dock en svårighet eftersom begreppen växthuseffekt eller global uppvärmning inte nämns i detta dokument. Problemställningen är dessutom integrerad och berör begrepp och teorier från alla de naturvetenskapliga ämnena. En direkt jämförelse mål för mål blir därför omständlig och svår att genomföra. Det finns dock ett antal målbeskrivningar i kursplanerna som på ett mer generellt plan överensstämmer med utvecklingskategoriernas tre perspektiv. Detta gäller både mål att sträva mot och mål som eleverna skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret i biologi, fysik och kemi. Exempel på dessa mål visas i rutan nedan. Tabell 2 visar var målen finns i respektive utvecklingskategori. Jämförelsen visar att de 16 elever som minst nått utvecklingskategori IV klarar de uppnåendemål för skolår nio som berörs i problemställningen.

**Exempel på mål som eleverna skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret som jämförts med problemställningens tre perspektiv.**

Eleverna skall:

- ha kunskap om naturliga kretslopp och om energins flöde genom olika naturliga och tekniska system på jorden (1)
- kunna använda sina kunskaper om naturen, människan och hennes verksamhet som argument för ståndpunkter i frågor om miljö, hälsa och samlevnad (2)
- ha inblick i konsekvenserna av olika etiska ställningstaganden i miljöfrågor (3)
- ha insikt i fotosyntes, förbränning och vattnats betydelse på jorden (4)
- ha kunskap om olika energiformer och energiomvandlingar samt vid tekniska tillämpningar miljö-, resurs- och säkerhetsaspekter (5)
- ha kunskap om de viktigaste kretsloppen i naturen samt kunna beskriva några spridningsprocesser för materia i luft, vatten och mark (6).

Tabell 2. Exempel på mål i kursplanerna som eleverna skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret som jämförts med Utvecklingskategorierna

Mål	Utvecklingskategori
(1)	V och VI
(2)	IV, V och VI
(3)	IV, V och VI
(4)	III, IV, V och VI
(5)	IV, V och VI
(6)	IV, V och VI

#### 11.2.4 Varje elevs kunskapsutveckling

Det är viktigt att konstatera att mer än tre fjärdedelar av eleverna klarar de kunskapsmål skolan ställt upp (inom det område som studerats) genom ett självständigt arbete i grupperna. Men det är lika intressant att försöka komma åt hur denna utveckling har gått till, d.v.s. att försöka få syn på läroprocesserna. För att kunna göra detta har jag analyserat det inspelade videomaterialet. Jag har därvid sökt efter tecken på att en elev förändrar sin förståelse. Ett sådant tecken kan exempelvis vara när en elev använder begreppen på ett nytt sätt, i ett nytt sammanhang eller ser ett nytt perspektiv i problemställningen. Ett konkret exempel på en sådan förändring av förståelsen kan utgöras av Gandalfs upptäckt av att växthuseffekten inte endast är ett miljöproblem utan att den funnits långt före människan. Vid andra arbetspasset (se bilaga 5) ger Gandalf för första gången uttryck för att han förstår att växthuseffekten funnits så länge jorden har haft atmosfär men att förbränningen av fossila bränslen "förstärker" effekten. Detta utgör ett viktigt perspektiv för att förstå hela problematiken och utgör en kvalitativ skillnad mellan utvecklingskategori IV och V. Jag kommer i fortsättningen beteckna sådana situationer som kvalitativa utvecklingssituationer. I ett senare avsnitt (11.3) ges fler exempel på kvalitativa utvecklingssituationer. I tabell 3 beskrivs analysen av alla elevers kunskapsutveckling genom hela problemlösningsprocessen.

Tabell 3. Inplacering av elever i utvecklingskategorier (UK) under problemlösningsprocessen. (En makering med 0 innebär att eleven har varit frånvarande)

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Carl	UK IV			UK V			UK VI		UK VI
Tova	UK II		UK III+IV	0	0		UK V		UK V
Evert	UK I		0				UK II	0	UK II
Agnes	UK I	0	0	0	0	UK II	UK III	0	UK III
Gandalf	UK III	UK IV	UK V				UK VI		UK VI
Lars	UK II		UK III		0	0	UK IV		UK V
Laura	UK I	UK II+III	UK IV		0	UK V			UK V
Ilahija	UK I	UK II			0	UK III			UK III
Amanda	UK II	UK III					UK IV+V		UK V
Ingolf	UK II		UK III+IV				UK V		UK VI
DrAlban	UK I								UK III
Felica	UK I		UK II		0		UK III		UK IV
Diablo	UK I	0	0	UK II					UK IV
Amelie	UK III	0	UK IV		UK V		UK VI		UK VI
Helena	UK II			UK III		UK IV			UK IV
Nicklas	UK II		UK III					UK IV	UK V
Mats-Robert	UK II					0	UK III		UK IV
Gustav	UK IV				UK V				UK VI
Dutch	UK III			UK IV					UK V
Marilyn	UK III		UK IV		0	0	0		UK V

Varje elev anges med en kategoribeteckning (UK I-VI) när eleven förändrat sin förståelse. Tabellen visar totalt 39 kvalitativa utvecklingssituationer av de 51 utvecklingsteg som de 20 eleverna genomgått. Jag har således i videoanalysen inte kunnat identifiera 12 av de förändringar av förståelsen som eleverna uppenbarligen genomgått. Tabellen anger också elevernas förståelse före och efter undervisningen. Analysen koncentreras först på det antal kvalitativa utvecklingssituationer som respektive elev har genomgått. Genom att visa dessa och när en elev utvecklas från en utvecklingskategori till en annan skapar jag underlag för en mer djupgående analys och tolkning av vad som händer när en elev förändrar sin förståelse. Resultatet kommer således först att presentera elever i grupp, efter det antal kvalitativa utvecklingssituationer de genomgått och därefter kommer ett antal elever väljas. Dessa presenteras mer ingående (se 11.3).

Om man studerar tabell 3 ser man att det antal kvalitativa utvecklingssituationer jag har funnit varierar mellan eleverna från 0-4. För de flesta eleverna har jag kunnat identifiera 1-3 sådana situationer. Exempelvis kan man se att Tova har kunskaper om problemställningen som motsvaras av utvecklingskategori II innan arbetsprocessen inleds och av utvecklingskategori V efter arbetet avslutats. Det är med andra ord tydligt att hennes kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen är stark. En analys av videoupptagningarna visar att hon speciellt vid det andra arbetspasset ger uttryck för en tydlig förståelseutveckling. Denna kvalitativa utvecklingssituation har också bedömts som så viktig och betydelsefull att den mer ingående kommer att beskrivas och analyseras längre fram i detta arbete (se 11.3.1). I motsats till Tova kan man också upptäcka att Evert inte alls har samma starka utveckling av kunskaper och förståelse under problemlösningsprocessen. Han påbörjar arbetet med en kunskap som motsvarar utvecklingskategori I och når endast utvecklingskategori II vid efterprovet. Det finns med andra ord anledning att mer noggrant analysera vad som kan vara orsaken till Everts svaga utveckling under problemlösningsprocessen. Everts arbete kommer därför beskrivas och analyseras mer ingående senare i denna studie (se 11.3.5).

Fem elever, fyra pojkar och en flicka, når slutligen utvecklingskategori VI. Dessa fem är Carl, Gandalf, Ingolf, Amelie och Gustav (se tab 3a). Alla utom en har också en relativ god kunskap om och förståelse av problemställningen när arbetet inleds d.v.s. utvecklingskategori III

eller IV. En förutsättning för att nå till utvecklingskategori VI är tydligen att ha goda kunskaper innan arbetet inleds. Det är möjligt att eleverna behöver en viss grundläggande kunskap för att utveckla förståelse av en så komplex problemställning som fokuseras i denna studie. Konsekvensen är att elever med ingen eller ringa kunskaper borde ha svårt att utveckla sin förståelse lika långt. Ingolf motsäger emellertid detta antagande eftersom hans kunskaper om problemställningen före arbetet endast motsvarar utvecklingskategori II. Detta gör att det kan vara av speciellt intresse att följa honom under problemlösningsprocessen för att få en inblick i hur han arbetar och vilka strategier han använder.

Tabell 3a-3g som presenteras nedan utgör utdrag ur den tidigare presenterade tabell 3.

*Tabell 3a.* Elever som når till utvecklingskategori VI vid efterprov och de uppföljande intervjuerna

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Carl	UK IV			UK V			UK VI		UK VI
Gandalf	UK III	UK IV	UK V				UK VI		UK VI
Ingolf	UK II		UK III+IV				UK V		UK VI
Amelie	UK III	0	UK IV		UK V		UK VI		UK VI
Gustav	UK IV				UK V				UK VI

Tabell 3 visar vidare att det finns sju elever som når utvecklingskategori V trots svaga förkunskaper. Av dessa sju ger fem uttryck för kunskaper som motsvaras av utvecklingskategori I eller II innan undervisningen börjar. Dessa elever når trots en svag inledande kunskap långt i sin förståelse. De fem eleverna är Tova, Lars, Laura, Amanda, och Nicklas (se tab 3b). De utvecklar alltså sin kunskap kraftigt under problemlösningsprocessen och blir därför också särskilt intressanta att titta lite närmare på. Det finns då anledning att fokusera vilka faktorer och situationer som påverkar deras lärande och vilka strategier de använder som gör dem så framgångsrika. Några av dessa elevers arbete under



arbetsprocessen kommer också att mer ingående beskrivas och analyseras.

*Tabell 3b.* Elever som når långt i sin förståelse av problemställningen vid efterprov och de uppföljande intervjuerna trots svaga förkunskaper

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Tova	UK II		UK III+IV	0	0		UK V		UK V
Lars	UK II		UK III		0	0	UK IV		UK V
Laura	UK I	UK II+III	UK IV		0	UK V			UK V
Amanda	UK II	UK III					UK IV+V		UK V
Nicklas	UK II		UK III					UK IV	UK V

Tabell 3 visar även utvecklingen för de fyra elever som endast når till utvecklingskategori II eller III. Dessa fyra elever uttrycker en svag inledande kunskap om problemställningen som medför att de placeras i utvecklingskategori I innan undervisningen påbörjas. Eleverna är Evert, Agnes, Illahija och Dr Alban (se tab 3c). Agnes skiljer sig markant från de andra tre på grund av hennes höga frånvaro. Av sju arbetspass är hon frånvarande vid fem. Hennes svaga resultat blir med denna bakgrund mer förståelig. Den svaga utgångskunskapen kan inte utgöra hela förklaringen till varför dessa elever inte når längre än vad de gör eftersom flera andra elever som inledningsvis placerats i utvecklingskategori I når längre än dessa elever. Man måste alltså också söka andra förklaringar till varför dessa elever inte lyckas bättre under problemlösningssprocessen. Genom att studera hur elever faktiskt arbetar och vilka strategier de använder kan man kanske få en förklaring till dessa elevers svaga utveckling. Jag återkommer till denna frågeställning längre fram i detta arbete.

Tabell 3c. Elever som når utvecklingskategori II eller III vid efterprov och de uppföljande intervjuerna

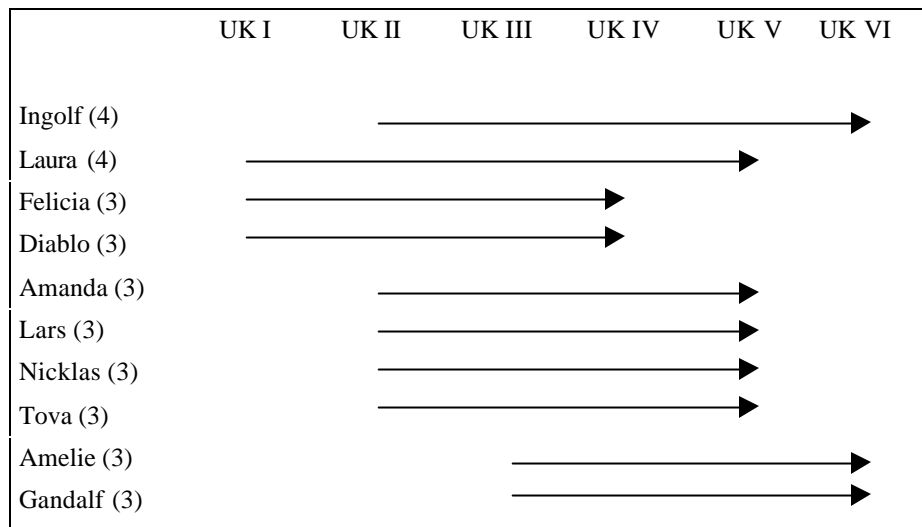
	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Evert	UK I		0				UK II	0	UK II
Agnes	UK I	0	0	0	0	UK II	UK III	0	UK III
Ilahija	UK I	UK II			0	UK III			UK III
DrAlban	UK I								UK III

### 11.2.5 Elever med stark kunskapsutveckling

Man kan beskriva elevernas kunskaps och förståelseutveckling under arbetsprocessen på ett annat sätt. Detta görs i tabell 4. Pilens längd representerar antalet kvalitativa utvecklingssteg eleven i fråga har genomgått under arbetet. Pilens placering i tabellen visar också varje elevs utgångskunskaper och avslutande kunskaper.

Två av eleverna har tagit fyra utvecklingssteg under problemlösningens processen. Dessa elever är Ingolf och Laura. Just dessa två elever fanns tidigare i en grupp som trots en relativt svag inledande kunskap ändå når långt i sin förståelse av problemställningen. Med andra ord ett ytterligare tecken på att dessa två elever kan vara intressanta att följa under arbetet. Om man inkluderar de elever som har tagit tre utvecklingssteg får man ytterligare 8 elever. Gruppen utgörs av de elever som utifrån olika utgångskunskaper utvecklat sin kunskap om problemställningen starkast. Förutom de tidigare två eleverna har vi också Tova, Gandalf, Lars, Amanda, Felicia, Diablo, Amelie och Nicklas. Åtta av de tio placerades i utvecklingskategori I eller II innan undervisningen. Eftersom dessa elever tillhör de elever som utvecklas mest blir det viktigt att följa ett urval av dem under arbetet med problemställningen.

Tabell 4. Elever som genomgår minst tre utvecklingssteg under problemlösnings processen



### 11.2.6 Elever med svag kunskapsutveckling

Hälften av eleverna har utvecklats ett eller två utvecklingssteg under arbetsprocessen. Denna elevgrupp är emellertid mycket olika. För Carl och Gustav har det endast varit möjligt att ta två utvecklingssteg eftersom de därmed nått utvecklingskategori VI, vilket i viss mån också gäller Marilyn och Dutch (utvecklingskategori V). Dessa fyra har en hög ingångskunskap och når också långt i sin förståelse.

Sex av eleverna genomgår endast ett eller två utvecklingssteg och når varken utvecklingskategori V eller VI. De sex eleverna är Agnes, Evert, Ilahija, Dr Alban, Helena och Mats-Robert. Dessa elever har alltså både relativt svaga förkunskaper och en svag kunskapsutveckling under arbetet. Det har tidigare varit möjligt att upptäcka elever med motsvarande svaga förkunskaper men med en betydligt starkare kunskapsutveckling. I tabell 5 kan man också se att Evert endast genomgår ett utvecklingssteg under hela arbetsprocessen. Han är med andra ord den elev som har den svagaste kunskapsutvecklingen av samtliga elever. Everts arbete med problemställningen blir därför särskilt intressant att beskriva längre fram i detta arbete. En viktig uppgift för den fördjupade ana-

lysen är att undersöka dessa elever i processen liksom deras lärstrategier med syftet att förstå skillnaderna i utvecklingsprocessen.

Tabell 5. Elever som genomgår ett eller två utvecklingsteg under problemlösningsprocessen

	UK I	UK II	UK III	UK IV	UK V	UK VI
Carl (2)				→	→	→
Gustav (2)				→	→	→
Marilyn (2)			→	→	→	
Dutch (2)			→	→	→	
Agnes (2)	→	→	→			
Ilahija (2)	→	→	→			
Dr Alban (2)	→	→	→			
Helena (2)		→	→	→		
Mats-Robert (2)		→	→	→		
Evert (1)	→	→				

### 11.2.7 Flickor och pojkar

Eftersom tidigare studier (se Skolverket, 1996a) visar att flickor presterar sämre än pojkar i de naturvetenskapliga ämnena är frågan om flickornas utveckling av stort intresse. Tabell 6 är en sammanställning över flickors och pojkars inplacering i utvecklingskategorier före och efter problemlösningsprocessen.

Tabell 6. Flickors och pojkars inplacering i utvecklingskategorier före och efter arbetet

Utvecklingskategori före och efter arbetet	Flickor före	Flickor efter	Pojkar före	Pojkar efter
I	4	0	3	0
II	3	0	4	1
III	2	2	2	1
IV	0	2	2	2
V	0	4	0	3
VI	0	1	0	4
<b>Totalt:</b>	9	9	11	11

Skillnaden mellan könen tycks vara liten. Som grupp är flickorna något mer sammanhållen både före och efter arbetet än vad pojkarna är. Pojkarna är utspridda över fyra utvecklingskategorier före arbetet och fem efter arbetet avslutats. Motsvarande för flickorna är tre utvecklingskategorier före och fyra efter arbetet avslutats. Det är också möjligt att upptäcka att några få pojkar har en högre utgångskunskap än vad någon flicka har och att fler pojkar än flickor når till utvecklingskategori VI efter undervisningen. Dessa skillnader är dock små. En beräkning av kategorimedelvärdet på antalet utvecklingssteg som pojk- och flickgruppen genomgått visas i tabell 7.

Tabell 7. Genomsnittligt antal kvalitativa utvecklingssituationer som flickor och pojkar genomgått

Genomsnittligt antal kvalitativa utvecklingssteg som flickorna genomgått	Genomsnittligt antal kvalitativa utvecklingssteg som pojkarna genomgått
$24/9 = 2,7$	$27/11 = 2,4$

Det genomsnittliga antalet kvalitativa utvecklingssteg som flickorna genomgått är 2,7 jämfört med pojkarnas 2,4. Dessa skillnader är små och blir först intressanta när de jämförs med andra studier. Vi har tidi-

gare konstaterat att studier (se Skolverket, 1996a) entydigt visar att pojkar generellt presterar bättre än flickor i de naturvetenskapliga ämnena. Andra studier (se Skolverket, 1993c) kan till och med visa att skillnaderna mellan pojkars och flickors prestationer i skolan är som störst i just dessa ämnen och då till pojkarnas förmån. Speciellt fysikämnet utmärker sig i detta avseende. Ett liknande mönster finns också när det gäller ungdomars attityder till olika skolämnena. Flickorna är i betydligt större utsträckning mer negativt inställda till skolans naturvetenskap än vad pojkarna är vilket naturligtvis i sin tur också påverkar prestationerna (se Staberg; 1992; Wester, 1997; Sjöberg, 2000b). Att flickorna i denna studie presterar ett jämbördigt resultat jämfört med pojkarna är ett överraskande och intressant resultat. Frågan är vilka faktorer som påverkar resultatet i denna riktning. I den fortsatta analysen skall jag söka efter skillnader mellan flickors och pojkars sätt att arbeta för att förstå varför flickorna lyckas så bra i denna studie. Jag avser återkomma till denna frågeställning längre fram i detta arbete.

I detta avsnitt har jag visat att merparten av eleverna utvecklas positivt med avseende på kunskaper om och förståelse av det ställda problemet. 16 av studiens 20 elever når utvecklingskategori IV eller högre, vilket betyder att deras kunskaper motsvarar uppnåendemålen för skolår nio med avseende på det som berörs i problemställningen. Det centrala i framställningen så här långt är att visa hur enskilda elever utvecklar sin kunskap samt att skilja ut några elever vars kunskapsutveckling avviker på något sätt. Därigenom skapas förutsättningar att fokusera situationer som påverkar deras lärande och de strategier de använder under själva problemlösningsprocessen. Detta gäller både de elever som lyckats nå långt i sin förståelse av problemställningen och de elever som inte lyckats lika bra. Därför följs ett urval elever som når utvecklingskategori VI och några av de elever som trots en relativt svag inledande kunskap utvecklas starkt. Det gäller även de elever som endast lyckas nå utvecklingskategori II eller III d.v.s. elever som har en svag kunskapsutveckling.

## 11.3 Kvalitativa utvecklingssituationer

I föregående avsnitt beskrevs elevernas utveckling kvantitativt utifrån en kvalitativ analys av deras kunskapsutveckling. Övergången från ett sätt att uppfatta problemställningen till ett annat har dokumenterats via de kvalitativa utvecklingssituationerna. Kvalitativa utvecklingssituationer utgörs av tydliga indikationer på att en elev har utvecklat kunskaper om och förståelse av problemställningen på en ny och högre nivå än tidigare och därmed också kan placeras i en högre utvecklingskategori. Det är motiverat att tränga djupare in i problemlösningssprocessen genom att analysera dessa situationer närmare. Detta görs i två steg. Först genom att fem elevers kunskapsutveckling studeras och därefter kommer situationerna att analyseras. De fem eleverna är Tova, Ingolf, Amelie, Felicia och Evert. Dessa elever har valts utifrån kriterier som beskrivits under respektive elev. Elevernas utveckling har analyserats utifrån deras problemlösningssprocess. Denna har identifierats med hjälp av för- och efterprov med tillhörande intervjuer, videoupptagningarna, processpärmerna och deltagande observation.

### 11.3.1 Tova

No-undervisningen är inte speciellt viktig för mig eftersom jag inte tycker man lär sig så viktiga saker. Biologi kan vara roligt ibland men kemi och fysik är inget man har någon direkt användning av.

Tova

Tova har bestämda åsikter om skolan och om världen runtomkring. Under intervjun uttrycker hon bland annat att hon är tveksam till om man lär sig särskilt mycket av att gå i skolan över huvudtaget. Hon säger dock vid ett flertal tillfällen att det är viktigt att gå i skolan för att få bra betyg och komma någonstans i livet. Hon pratar då framförallt om betygen och inte så mycket om själva kunskaperna. Hennes dröm är att bli inredningsarkitekt eller skådespelare. Hon säger dock i samma mening att om det innebär att man måste gå det naturvetenskapliga programmet i gymnasiet kan hon tänka sig att bli något annat. Tova kan absolut inte tänka sig att gå naturvetenskapliga programmet eftersom hon tycker att det är för mycket ”plugg” och för mycket matematik. Hon upplever inte att skolans naturvetenskapliga undervisning är viktig

för henne eftersom hon inte riktigt förstår vad kunskaperna kan användas till. Tova menar också att man visst kan lära sig saker i dessa ämnen men att det ofta är sådant man sedan glömmer. Hon gör dock undantag för biologiämnet som hon ibland upplever som intressant och spännande. Forskning om miljöfrågor är också viktigt inför framtiden, enligt Tova.

Tovas inledande förhållningssätt till skolans naturvetenskapliga undervisning kan i huvudsak karaktäriseras som ”extern”. Hon ser inte att undervisningen ger brukbara kunskaper men att kunskaperna kan ge ett kvitto som kan bytas mot något hon önskar som exempelvis yrke och karriär. Skolans naturvetenskapliga kunskaper tycks för Tova främst ha ett ”bytesvärde” (Svingby, 1998). En öppning mot ett brukvärdesperspektiv verkar dock finnas när det gäller miljöundervisning.

#### *Tovas kunskapsutveckling*

Tova är en av de elever som trots en relativt svag utgångskunskap har en stark utveckling av kunskaper om och förståelse av problemställningen under problemlösningssprocessen. Tovas kunskaper före undervisningen motsvarar utvecklingskategori II och hon når slutligen utvecklingskategori V vid efterprovet. Tova tillhör den grupp av elever som har den starkaste kunskapsutvecklingen. Frågan är vilka faktorer och situationer som påverkar hennes lärande och vilka strategier som gör henne så framgångsrik.

#### ***Beskrivning över A-gruppens kunskapsutveckling***

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V12-13
Carl	UK IV			UK V			UK VI		UK VI
<b>Tova</b>	<b>UK II</b>		<b>UK III+IV</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>UK V</b>		<b>UK V</b>
Evert	UK I		0				UK II	0	UK II
Agnes	UK I	0	0	0	0	UK II	UK III	0	UK III



Nedan följer en beskrivning av Tovas och gruppens arbete med problemställningen under delar av de två första arbetspassen.

**Arbetspass 1-2: Tovas utveckling från utvecklingskategori II till III/IV**

Arbetspass 1 (Tova, Carl och Evert)

- **1.27.00-1.28.30 Gruppen samlas för att diskutera vad man kommit fram till.** Carl är otålig och vill att man skall börja diskutera och berätta vad man gjort. Evert redovisar som en nyhetsuppläsare framför filmkameran vad gruppen har gjort under arbetspasset. Han är inte direkt koncentrerad på uppgiften. Tova berättar att hon har skickat ett mail till SMHI och frågat om växthuseffekten.
- **1.29.00-1.31.25 Tova berättar att hon inte förstår vad växthuseffekten är.** Hon frågar om Carl kan förklara för henne. Han börjar rita en modell över solen, jorden, atmosfären och några fabriker på ett papper. Han betonar samtidigt att han inte är helt säker utan detta är vad han tror. Evert försöker avbryta och säger att Carl inte får rita porrbilder. Tova och Carl bryr sig inte om Evert utan fortsätter att resonera om Carls modell. Carl berättar att solljuset träffar jordytan och värmer upp jorden ”men att en del sedan måste ut” från jorden. Tova avbryter Carls berättande och säger att avgaserna stoppar värmen från att komma ut. Hon tänker några få sekunder och frågar sedan hur solljuset då kan komma in. Carl gör då en jämförelse med planeten Venus men lyckas inte riktigt svara på frågan. Tova visar Carls modell för kameran. Hon säger nu att hon tror att hon förstår men undrar om det är allt man behöver veta. Carl säger också att temperaturen måste stiga på jorden. Tova frågar hur det då kan bli kallare, vilket ingen kan svara på.

Arbetspass 2 (Tova, Carl)

- **1.45.40-1.49.00 Carl visar Tova en artikel om borrhärnor från Antarktis.** Artikeln förklarar hur forskarna kan ha kunskaper om klimatet i historisk tid. Carl söker samtidigt på Internet via klassens resurssida. De två diskuterar olika sätt att hitta på Internet. Tova tycker inte att artikeln är speciellt bra och visar Carl en annan artikel. De två samarbetar och utbyter information från både Internet och tidskriftsartiklar. De båda använder flera källor samt idigt.

- **1.54.25-1.54.55 Tova säger högt att hon ändå inte riktigt fattar vad växthuseffekten är.** Carl håller med och tycker att de behöver ta reda på mer hur det fungerar. Tova säger att hon tycker att Carls förklaring är den bästa hon hittills sett. Carl hittar en sida om växthuseffekten på Internet.
- **2.09.50-2.11.50 Tova frågar var Carls skiss över växthuseffekten är någonstans.** Hon vill fortsätta diskussionen om skissen med Carl och frågar om "hinnan" lägger sig över eller under ozonlagret. Carl säger att han inte har en aning. Tova söker då kontakt med läraren. Hon visar modellen och berättar att en hinna av gaser hindrar värmen från att stråla ut. Hon undrar om denna hinna lägger sig ovanför eller under ozonlagret. Läraren undviker att svara direkt på frågeställningen och försöker få Tova att berätta vad hon vet. Hon berättar att hinnan av gaser hindrar värmen att stråla ut i rymden och att det medför att värmen strålar tillbaka till jordytan, vilket gör att temperaturen stiger. Hon berättar också att hinnan består av metan och koldioxid och att det är mänskligheten som orsakat dessa utsläpp. Hon har också hypotesen att denna hinna befinner sig under ozonlagret. Lite senare när läraren har gått frågar hon sig hur solstrålningen kommer in om denna hinna är i vägen.
- **2.05.20-2.05.40 Carl föreslår att de skall skriva ett mail till Sydkraft.** Han tycker att de skall fråga om deras utsläpp påverkar naturen. Tova instämmer. Hon läser en tidskriftsartikel.
- **2.06.40- 2.07.45 Plötsligt bryter Tova tystnaden och säger till Carl att han måste läsa artikeln för att nu fattar hon alltihop.** Carl är upptagen vid datorn och är inte riktigt intresserad för tillfället. Tova söker då kontakt med läraren för att berätta. Hon berättar för läraren att det är en jättebra artikel som förklarar så att hon fattar. Hon vill skriva en sammanfattning om artikeln. Carl berättar för läraren att han är på Sydkrafts hemsida.

När Tova påbörjar arbetet med problemställningen har hon relativt vaga föreställningar om vad växthuseffekten egentligen är. Hon blandar exempelvis ihop den förstärkta växthuseffekten med nedbrytningen av ozonlagret eller med andra miljöproblem i allmänhet. Tova beskriver vid denna tidpunkt att mänsklighetens utsläpp av "gaser och avfall fräter på ozonlagret så att solens strålar lättare tar sig igenom". Enligt Tova innebär detta att jordens medeltemperatur ökar. Hon är dock inte konsekvent eftersom hon vid ett annat tillfälle under intervjun påstår att

jordens medeltemperatur sjunker för att vi människor släpper ut för mycket avgaser. Tova har vid förprovet och den uppföljande intervjun inte några egentliga kunskaper om vilka ämnen som påverkar utan pratar om avgaser i allmänhet. Hon är emellertid redan vid denna tidpunkt mycket medveten om sina brister och uttrycker tydligt vid flera tillfällen att hon inte vet vad växthuseffekten är. Tovas kunskaper om och förståelse av problemställningen motsvaras av utvecklingskategori II vid denna tidpunkt. När gruppen samlas i slutet av det första arbetspasset berättar Tova att hon har läst om istider, golfströmmen och hur det biologiska livet kommer att förändras om klimatet blir varmare. Hon säger också att hon fortfarande egentligen inte förstår vad växthuseffekten är. Vid andra arbetspasset talar hon om för Carl att hans förklaring om växthuseffekten från förra gången är den bästa hon hittills sett. Tova återkommer nu allt oftare till huvudfrågan vad växthuseffekten egentligen är och samarbetar nu intensivt med Carl vid datorn för att hitta något.

I slutet av det andra arbetspasset beskriver Tova att det i atmosfären finns en hinna av gaser som släpper in solstrålningen men hindrar värmen från att stråla ut. Hon säger vidare att hinnan består av miljöfarliga gaser som metan och koldioxid. Enligt Tova är mänsklighetens alltmer ökade förbränning av fossila bränslen en av orsakerna till problemet. Vid denna tidpunkt har hon dock kvar uppfattningen att växthuseffekten endast är ett miljöproblem och inser inte ännu att den "naturliga" växthuseffekten är en förutsättning för liv på jorden. Hon uttrycker uppfattningen att det inte förekommer någon värmeutstrålning ut från jorden utan menar att all värme stannar kvar vid jordytan. Tova visar att hon förstår att det är gaser i atmosfären som reglerar och hindrar utstrålningen av värme och därmed också påverkar jordens medeltemperatur. Hon visar dessutom att hon förstår att mänskliga aktiviteter såsom utsläpp av koldioxid och metan kan "förstärka" växthuseffekten. Hennes kunskaper om problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori IV.

Tova har alltså under de två första arbetspassen utvecklat sina kunskaper om och förståelse av problemställningen från utvecklingskategori II till utvecklingskategori IV.

### *Tovas arbete i gruppen*

Tova visar från början att hon vill förstå vad växthuseffekten är och att hon är beredd på att arbeta för att lyckas. Tova använder redan i början av första arbetspasset flera olika källor samtidigt för att samla information. Hon gör noggranna anteckningar över vad hon läst och bläddrar ofta tillbaka för att jämföra ny information med vad hon tidigare skrivit. Vid ett tillfälle läser hon koncentrerat en tidskriftsartikel samtidigt som hon deltar i samarbetet med att formulera frågeställningar till experter på Internet. Detta verkar inte störa henne nämnvärt. Blir hon avbruten återvänder hon ofta till det hon gjorde tidigare.

<b>Sammanfattning av viktiga inslag i Tovas lärandeprocess</b>	
Arbetsstil	<ul style="list-style-type: none"><li>• Demokratiskt samarbete där hon ger och tar.</li><li>• Delar ofta med sig ny information och kunskaper till andra.</li><li>• Diskussionen viktig för att testa egna hypoteser och tydliggöra vad hon vet och inte vet.</li><li>• Arbetar mesta tiden koncentrerat med uppgiften.</li></ul>
Frågor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ställer övergripande och relevanta "nyckelfrågor" när det är något hon inte förstår.</li><li>• Håller fast vid viktiga frågor.</li><li>• Ställer bra följdfrågor till kamraterna och upptäcker inkonsekvens och ologiska resonemang.</li></ul>
Källor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbetar med flera källor samtidigt och skriver sammanfattningar.</li></ul>
Socialt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kan samarbeta både med Carl, Agnes och Evert.</li><li>• Pratar ibland om annat med framförallt Evert men bestämmer själv när hon vill göra det.</li></ul>
Datoranvändning	<ul style="list-style-type: none"><li>• Använder för det mesta datorn på ett relevant sätt till i förhållande till uppgiften.</li><li>• Framförallt för kommunikation (mail och webkonferens).</li></ul>

Emellanåt låter Tova sig avbrytas av Everts prat om annat men avgör själv när hon vill återgå till uppgiften. Tova och Carl samarbetar för det mesta intensivt kring uppgiften och delar hela tiden med sig till varand-

ra ny information eller kunskaper. När de arbetar tillsammans är det ganska vanligt att en av dem söker information via Internet och den andre läser tidskriftsartiklar eller en bok. När någon av dem hittar något viktigt eller avgörande för förståelsen av problemställningen berättar man omedelbart för den andre vad man hittat. Tova är mycket drivande i detta arbete.

Vid vissa tillfällen leder samarbetet till att man påbörjar en för ämnet relevant diskussion. Vid andra tillfällen kommer diskussionen inte riktigt igång eller avstannar nästan omedelbart eftersom en av dem inte direkt har fokus på den aktuella frågeställningen. Tova ställer också ofta relevanta följdfrågor när Carl, Agnes eller Evert berättar något. Hon upptäcker flera gånger inkonsekvens eller ologiska resonemang i vad de berättar och påpekar då detta. Hennes frågor visar att hon är inriktad på att förstå problematiken och hon säger också flera gånger att hon inte ger sig förrän hon förstår. Hon visar dessutom att hon håller fast vid frågeställningar som hon tycker är viktiga och återkommer till samma fråga flera gånger.

*”Att skapa mening tillsammans med andra”*

Utdragen ur videoinspelningarna visar att diskussioner har en viktig funktion för Tovas lärande eftersom de tydliggör för henne vilka kunskaper hon har och vilka hon saknar. När Tova kommer över viktig information vill hon kommunicera om den. Hon berättar, ställer frågor, formulerar hypoteser och ser hur de andra reagerar på olika påståenden. På detta sätt verkar hon också jämföra den nya informationen med sina tidigare kunskaper och hela tiden återskapa en ny och bättre förståelse av problemställningen. Det är tydligt att det är avgörande för Tova att få tillfälle att skapa kunskap, förståelse och mening tillsammans med andra. Ett tecken på detta är att diskussionen vid flera tillfällen leder till att hon formulerar nya frågeställningar som gruppen sedan antingen skickar till experter via Internet eller söker vidare information om. De frågor som Tova formulerar på detta sätt är ofta ”nyckelfrågor”, som leder gruppens arbete framåt. I detta arbete tar hon hjälp av Carl, som har andra, bättre kunskaper än Tova vid denna tidpunkt. Ett exempel är hur hon drar nytta av Carls modell av växthuseffekten. Hans modell är inte helt korrekt men ändå så pass riktig att den hjälper Tova att formulera viktiga frågor och visa på brister i hennes egen förståelse av problemställningen. Modellen får stor betydelse för hennes fortsatta

arbete. Hon tar med sig frågeställningarna och Carls modell till nästa arbetspass och utgår från dessa i det fortsatta arbetet. Tovas förståelse för de naturvetenskapliga begreppen och teorierna tycks skapas samtidigt som hon är upptagen av att tillsammans med andra förstå meningen med uppgiften.

### 11.3.2 Ingolf

Det finns mycket som vi fortfarande inte vet om vår egen omgivning, om jorden och rymden. Vi vet exempelvis inte så mycket om ozonlagret. Det är viktigt att veta mer om vi inte skall förstöra jorden inom de närmsta hundra åren.

Ingolf

Av intervjun framgår att Ingolf älskar allt som har med fotboll och idrott att göra. Han är klassens idrottskille och berättar stolt under intervjun att han har betyget väl godkänt i idrott. Ingolf tycker också att skolan är viktig och för det mesta ganska rolig. Han svarar noggrant och med eftertank på alla intervjufrågor. Även matematik, biologi och fysik tillhör favoritämnen. Han tycker att skolans naturvetenskapliga undervisning är ganska rolig och omväxlande, framförallt när man får experimentera och arbeta praktiskt. Ingolf tycker också att man får lära sig många nya saker i fysik och kemi vilket gör undervisningen mer spännande. Han uttrycker dock att han inte upplever dessa ämnen som viktigare än andra och är också mycket tveksam till om han skall gå det naturvetenskapliga programmet på gymnasiet. Han har hört talas om att det finns internationella program som är inriktade mot språk och ekonomi som han tycker låter mer spännande. Han har redan börjat diskutera dessa frågeställningar med sina föräldrar men betonar att han inte har bestämt sig ännu.

#### *Ingolfs kunskapsutveckling*

När Ingolf påbörjar arbetet med problemställningen har han relativt svaga utgångskunskaper och en relativt liten förståelse av själva problemet. Enligt förprov och uppföljande intervjuer motsvarar hans kunskaper och förståelse utvecklingskategori II vid denna tidpunkt. Trots detta är han en av de fem elever i klassen som när problemlösningsprocessen avslutats når ända till utvecklingskategori VI. Ingolfs ut-

veckling av kunskaper om och förståelse av problemställningen är mycket stark och han är en av få elever klassen som lyckas genomgå fyra utvecklingsteg under arbetet.

**Beskrivning över C-gruppens kunskapsutveckling under arbetsprocessen.**

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V12-13
Amanda	UK II	UK III					UK IV+V		UK V
Ingolf	UK II		UK III+IV				UK V		UK VI
DrAlban	UK I								UK III
Felica	UK I		UK II		0		UK III		UK IV

Nedan följer en beskrivning av Ingolfs och gruppens arbete med problemställningen under delar av de två första arbetspassen.

**Arbetspass 1-2: Ingolfs utveckling från utvecklingskategori II till III/IV**

Arbetspass 1 (Ingolf, Amanda, Felicia, Dr Alban)

- **1.20.20-1.24.15. Amanda är otålig och vill att pojkarna skall diskutera så att de lär av varandra.** Pojkarna är upptagna av att renskriva det de har kommit fram till och verkar inte lyssna. Till sist börjar Amanda berätta vad hon har kommit fram till. Det är tveksamt om pojkarna lyssnar. Det är stökigt och okoncentrerat i gruppen. Samtidigt stöter någon till filmkameran så att den kommer på sned. Samarbetet kommer inte riktigt igång.
- **1.26.15-1.27.50 Ingolf är klar och börjar redovisa.** Redovisningen övergår i en tramsig redovisning inför filmkameran. Gruppen verkar inte alls lyssna på innehållet i det Ingolf säger.

- Han har kommit fram till viktiga saker men ingen verkar lyssna på innehållet. Han tar upp att fossila bränslen ökar koldioxidhalten i atmosfären som på detta sätt ”stänger in värmen”. Han berättar också att metan är en växthusgas. Detta är avgörande och viktig information för att förstå problemställningen. Gruppen har ännu inte förstått att man skall lära sig av att lyssna och ställa frågor. Man är nöjd med att redovisa vad man själv skrivit och tycker sedan att man är klar.
- **1.29.25-1.30.25 Gruppen tycker inte det finns något särskilt att diskutera.** Videoupptagningarna visar att eleverna nöjer sig med att läsa upp vad de skrivit för varandra. Läraren försöker inrikta samtalet på förståelsen men får inget gehör. Dr: Alban har skrivit av ett stycke som han själv inte förstår. Alla verkar trötta och okoncentrerade. Samarbetet i gruppen fungerar endast parvis.

Arbetspass 2 (Ingolf, Amanda, Felicia, Dr Alban)

- **1.34.00-1.37.00 Amanda och Felicia vill arbeta med datorn i dag. Ingolf visar hur man kollar om man fått mail.** På något sätt lyckas pojkarna styra datoranvändningen även om det är flickornas tur att använda den.
- **1.42.30-1.44.45 Amanda och Felicia lyckas inte få kontakt med klassens hemsida. Ingolf försöker hjälpa till.** Dr Alban föreslår att pojkarna skall ta över datorn. Ingolf tycker att de skall skicka en fråga om hur ozon kan vara en växthusgas. De frågar läraren vart de skall skicka frågeställningen. Läraren försöker få eleverna att själva avgöra. Ingolfs fråga visar att han förstått att ozon både kan vara en växthusgas samtidigt som den har andra funktioner.
- **1.52.00-1.52.30 Ingolf håller hela tiden reda på vad Amanda och Felicia gör med datorn samtidigt som han läser i en bok.** Han hjälper dem hela tiden när något blir fel.
- **2.01.20-2.02.20 Ingolf hittar viktiga saker i en bok han läser.** Han berättar det högt och antecknar det han har läst. Ingolf fungerar som en länk mellan pojkarna och flickorna i gruppen.
- **2.09.45- 2.12.00 Felicia och Ingolf inleder ett samarbete vid datorn för att skicka mail.** De upptäcker då att de fått mail från SMHI. Alla i gruppen blir intresserade av svaret.
- **2.14.10-2.14.45 Felicia visar Ingolf något viktigt som hon har hittat på Internet.** Hon menar att det var detta som Ingolf frågade om tidigare. Ingolf tycker att hon skall skriva ut men verkar inte riktigt intresserad.



- **2.26.20-2.29.00 Dr Alban och Ingolf börjar vid datorn. De får hjälp av Lars från en annan grupp.** Så småningom övergår detta samarbete mellan pojkarna till att Lars visar sin egen hemsida som inte har med uppgiften att göra.
- **2.40.10- 2.43.00 Pojkarna skriver ut en text om växthuseffekten men bara Ingolf läser texten.** Ingolf förefaller inriktad på att förstå uppgiften medan Dr Alban gör något annat. För Dr Alban handlar det om att samla ihop texter. Ingolf styr arbetet i gruppen från tangentbordet. Samtidigt skriver Amanda av en text.
- **2.49.25-2.52.00 Ingolf diskuterar med läraren om en text han har hittat på Internet.** Han visar i detta avsnitt att han har förstått grunderna med växthuseffekten genom att han diskuterar vilka gaser som räknas som växthusgaser. Han vill ha bekräftelse av läraren att han har uppfattat rätt. Läraren försöker få honom att berätta. Han säger att växthusgaserna i atmosfären ”stänger in värmen” och visar därmed att han förstått. Resten av gruppen lyssnar noga och detta leder till ytterligare aktivitet. Ingolf vill skicka en frågeställning till en expert.

#### *Analys av Ingolfs kunskapsutveckling*

När Ingolf påbörjar arbetet med problemställningen har han ganska vaga föreställningar om vad växthuseffekten är. Även Ingolf blandar ihop den förstärkta växthuseffekten med andra miljöproblem såsom nedbrytningen av ozonskiktet och utsläpp av miljöfarliga ämnen som svavel. Vid förprovet och den uppföljande intervjun uttrycker han uppfattningen att ozonskiktet hindrar avgaserna att komma ut i rymden och att detta medför att temperaturen ökar på jorden. Han är dock inte konsekvent eftersom han vid ett annat tillfälle under intervjun påstår att jordens medeltemperatur sjunker eftersom jorden är på väg mot en ny istid. Denna motsättning verkar inte utgöra ett bekymmer för honom vid denna tidpunkt. Under intervjun uttrycker han dessutom att en ökning av jordens medeltemperatur med några grader inte utgör ett hot utan endast kommer innebära något varmare somrar och vintrar. Det är dock viktigt att poängtera att han redan vid intervjun före arbetet nämner att de stora koldioxidutsläppen från jorden som ett miljöproblem. Han kan emellertid inte riktigt reda ut hur detta påverkar växthuseffekten och jordens medeltemperatur. Ingolfs kunskaper om och förståelse

av problemställningen motsvaras av utvecklingskategori II vid denna tidpunkt.

Redan i slutet av första arbetspasset när gruppen samlas för att diskutera vad de kommit fram till visar Ingolf att han har förstått en hel del av problemställningen. Under en okoncentrerad redovisning berättar han att förbränningen av fossila bränslen ökar koldioxidhalten i atmosfären. Detta sker framförallt genom mänsklighetens användning av olja, kol och gas. Han berättar vidare att träd och växter ”suger upp” koldioxid från atmosfären när de växer, men att om vi människor använder för mycket fossila bränslen skapas för mycket koldioxid i atmosfären som växterna inte klarar av. När koldioxidhalten på detta sätt ökar ”stängs solens värme in” och ”värmén på jorden ökar”. I värsta fall kan medeltemperaturen stiga med 4 grader till år 2030. Han säger vidare att metan är en växthusgas som bildas på soptippar, risfält och i magen och tarmsystemet hos kor. Han nämner dessutom freoner och nedbrytningen av ozonlagret. Men det är oklart om han menar att freoner är växthusgaser eller inte. Ingolfs redovisning leder inte till att någon annan i gruppen ställer frågor eller ger några kommentarer. Alla i gruppen tycks vid detta tillfälle vara okoncentrerade och verkar endast vara inriktade på vad de själva skall redovisa. Det uppstår inte heller någon diskussion så att Ingolf får tillfälle att resonera mer ingående kring det han har redovisat

Ingolf visar emellertid redan vid början av nästa arbetspass att han har fördjupat sin förståelse av problematiken när han formulerar en frågeställning till experter på Internet. Han vill skicka en frågeställning till ”Fråga en strålningsfysiker” eller ”Fråga en ekolog”. Det han undrar över är hur ozon kan vara en växthusgas samtidigt som det skyddar mot solens farliga strålning. Frågan är högst relevant och viktig om man vill förstå hela problemställningen. I slutet av andra arbetspasset läser Ingolf en text om växthusgaser som han tryckt ut från Internet. Texten är i vissa delar en aning otydlig och han söker kontakt med läraren för att fråga om han har uppfattat rätt. På uppmaning berättar han att vatten, koldioxid, metan, ozon, freoner och lustgas är växthusgaser och redogör också för den procentuella fördelningen mellan de olika gaserna. I detta sammanhang tar han upp förbränningen av fossila bränslen som ett problem. Ingolf säger vidare att solstrålningen kan komma in men att gaserna ”lägger sig” i atmosfären och hindrar värmen från att stråla ut, vilket gör att det kallas för växthuseffekten. Av det han säger

verkar Ingolf emellertid ha uppfattningen att all värme stannar kvar i atmosfären eller vid jordytan. Det är tydligt att han vid denna tidpunkt endast ser växthuseffekten som ett miljöproblem skapat av människan och inte som en förutsättning för liv på jorden.

Ingolf har dock vid dessa två arbetspass visat att han förstår grunderna av vad växthuseffekten egentligen är och på vad sätt mänskliga aktiviteter påverkar. Hans kunskaper om och förståelse av problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori IV. Ingolf har alltså under de två första arbetspassen utvecklat sina kunskaper om och förståelse av problemställningen från utvecklingskategori II till utvecklingskategori IV.

### *Ingolfs arbete i gruppen*

När arbetet i gruppen kommer igång visar han att han förmår att tränga in i problemställningen snabbt och har många idéer om hur han skall skaffa information från olika källor. Ingolf är en självklar ledare och redan från början organiserar han arbetet i gruppen genom att styra vems tur det är att sitta vid datorn. När Felicia och Amanda sitter vid datorn övervakar han vad de gör och kommer med råd hur de skall komma vidare. Han delar välvilligt med sig med sina datorkunskaper till de andra i gruppen. När gruppen gemensamt formulerar frågor till experter på Internet är det oftast Ingolf som först kommer med förslag till vilka frågeställningar de skall skicka. Han arbetar gärna med flera källor samtidigt och verkar inte bli störd av att byta mellan datorn, tidskrifter eller böcker. Det mesta av tiden under de första två arbetspassen använder dock Ingolf till att läsa böcker och tidskrifter. Han samlar på sig en hel trave med böcker som han skumläser för att hitta information om växthuseffekten. Han läser inte allt utan väljer omsorgsfullt vad han läser. Vissa avsnitt läser han mycket noggrant och vid något tillfälle läser han i en bok i över 30 minuter i sträck utan att låta sig bli avbruten. Andra böcker lägger han ifrån sig nästan omedelbart. Ingolfs koncentrationsförmåga och fokus på uppgiften är vid dessa tillfällen mycket tydlig och djup och han söker inte kontakt med andra för att berätta om det han läst. När han hittar något viktigt skriver han sammanfattningar som han väver ihop till små faktaberättelser. Ingolf är mycket social i gruppen och svarar välvilligt när någon frågar. Han verkar dock inte ha ett behov av att spontant berätta för någon annan i gruppen vad han kommit fram till och ställer inte ofta frågor till de and-

ra i gruppen om själva uppgiften. Samarbetet verkar framförallt inriktat på att organisera och hjälpa de andra vid datorn. Någon gång tar han dock kontakt med läraren för att ställa en fråga eller visa vad han gjort.

<b>Viktiga inslag i Ingolfs lärandeprocess.</b>	
Arbetsstil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Självklar ledare som organiserar arbetet i gruppen.</li> <li>• Övervägande ensamarbete men delar dock med sig av sina datorkunskaper.</li> <li>• Redovisar för de andra genom att läsa vad han skrivit.</li> <li>• Arbetar mesta tiden koncentrerat med uppgiften.</li> </ul>
Frågor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ställer övergripande och relevanta "nyckelfrågor" när det är något han inte förstår.</li> <li>• Håller fast vid viktiga frågor.</li> </ul>
Källor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbetar med flera källor samtidigt och skriver pedagogiska sammanfattningar med modeller och teckningar.</li> <li>• Arbetar med samtliga tillgängliga källor</li> </ul>
Socialt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Söker social kontakt med alla andra i och utanför gruppen men resonerar helst inte kring uppgiften med andra.</li> <li>• Kan ibland skoja och tramsa med framförallt Dr Alban men bestämmer själv när han vill göra det.</li> </ul>
Datoranvändning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Använder för det mesta datorn på ett relevant sätt i förhållande till uppgiften. Framförallt för informationssökning och kommunikation (surfar, mail och webkonferens).</li> <li>• Läger en del tid på hemsidor som inte är relevanta för uppgiften och på att titta kamraters hemsidor.</li> </ul>

*"Att bygga sin egen förståelse"*

Av det Ingolf säger och gör drar jag slutsatsen att det är avgörande för Ingolfs lärande att han får tillfälle att bygga upp sin egen förståelse. När han gör detta går han mycket systematiskt tillväga. Ett exempel är när

han vid första arbetspasset läser koncentrerat i över 60 minuter utan att berätta eller fråga någon om innehållet i det han läst. Under själva arbetspassen arbetar han helst självständigt och verkar då inte ha ett behov av att söka kontakt med någon annan. Han använder alla tillgängliga källor, formulerar viktiga frågor till experter på Internet och deltar i web-diskussioner. Han förmår även vid flera tillfällen att utnyttja engelska experter på Internet för att få hjälp med sina frågeställningar. Detta arbete resulterar i att han skriver pedagogiskt upplagda faktaberättelser med fullständiga meningar, modeller och teckningar i sin egen anteckningsbok. De innehåller viktig information om problemställningen och är inriktade på förståelse. Han strävar efter att sätta in den nya informationen i, för honom, förståeliga sammanhang och översätta komplicerade texter till egna ord. På detta sätt verkar han också successivt utvidga sin förståelse av problemställningen. Ingolf bygger själv förståelse för de naturvetenskapliga begreppen. Trots att Ingolf egentligen är en mycket social person som tar kontakt med alla andra i gruppen och även med kompisar från andra grupper är det sällsynt att han gör detta för att resonera om problemställningen eller att fråga något om ämnet.

### 11.3.3 Amelie

Dom säger att man kan bli vad man vill om man väljer det naturvetenskapliga programmet i gymnasiet. Men jag tror inte riktigt på det... Det är ju mest fysik och kemi och det är ju ganska tråkiga ämnen.

Amelie

Intervjun ger intrycket att Amelie är en duktig och ambitiös elev som tycker om att gå i skolan. Hon uttrycker under intervjun att vad man lär sig i skolan framförallt beror på en själv och på hur mycket man arbetar. Hon har bestämda åsikter om det mesta men verkar nöjd med sin skola och med sina lärare. Hon ger ett intryck av att trivas mycket bra i skolan och med sina kompisar. Amelie säger själv att hon är duktig i skolan och att hon är mycket nöjd med sina betyg. Favoritämnen är idrott och språk och det är också i dessa ämnen som hon lyckas bäst. Hon lyckas för det mesta bra i skolans naturvetenskapliga undervisning också men tycker att dessa ämnen är ganska trista och meningslösa. Flera gånger under intervjun uttrycker hon att kemi och fysik inte är

roligt och inget hon direkt är intresserad av. Hon säger att hon tycker att det är intressant med djur, rymden och med en del experiment men uttrycker också att för det mesta är dessa ämnen ointressanta och oviktiga för henne. Amelie drömmer om att bli språklärare och vet ganska väl vilken utbildningsväg hon måste välja för att förverkliga denna dröm.

#### *Amelies kunskapsutveckling*

Redan innan Amelie påbörjar arbetet med problemställningen visar hon att hon har vissa kunskaper om växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Hennes motsvarar utvecklingskategori III. Även Amelie genomgår en stark utveckling under själva problemlösningsprocessen och är en av de fem elever som når utvecklingskategori VI.

#### **Beskrivning över C-gruppens kunskapsutveckling**

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V12-13
<b>Diablo</b>	UK I	0	0	UK II					UK IV
<b>Amelie</b>	UK III	0	UK IV		UK V		UK VI		UK VI
<b>Helena</b>	UK II			UK III		UK IV			UK IV
<b>Nicklas</b>	UK II		UK III					UK IV	UK V
<b>Mats-Robert</b>	UK II					0	UK III		UK IV

Nedan följer en beskrivning av Amelies och gruppens arbete med problemställningen under delar av det andra arbetspasset.

### Amelies utveckling från utvecklingskategori III till IV

Arbetspass 2 (Amelie, Helena, Nicklas, Mats-Robert)

- **1.02.00-1.04.00 Amelie och Helena läser högt för varandra och diskuterar vad de läser.** De skriver också hela tiden sammanfattningar och låter sig sällan störas av vad som händer i bakgrunden. Nickas jobbar intensivt med att söka information på nätet. Helena tittar på när Amelie skriver. Mats-Robert tittar på när Nicklas söker information.
- **1.21.50-1.24.00 Amelie tar över datorn för att söka information och skicka några frågeställningar till experter.** Hon sätter sig mellan pojkarna vid datorn medan Helena blir kvar vid bordet. Hela gruppen arbetar intensivt med uppgiften. Amelie nöjer sig med att sitta vid datorn i 3-4 minuter. Det är tydligt att hon använder sin tid mycket effektivt.
- **1.39.30-1.41.00 Amelie och Helena samarbetar emellanåt kring vissa frågeställningar.** Flickorna för sig och pojkarna för sig. Pojkarna skickar ett antal frågor till experter på Internet.
- **1.58.00-2.00.00 Amelie och Helena övertar datorn. Mats-Robert och Nicklas letar information i böcker.** Amelie arbetar högst 5-6 min vid datorn. Hon letar effektivt efter en frågeställning och verkar sedan nöjd.
- **2.12.30-2.14.10 Amelie och Mats-Robert delar med sig av sina kunskaper.** Amelie skriver och läser högt för Mats-Robert om El Niño. Mats-Robert berättar om ozon och så småningom kommer Amelie in på växthuseffekten. Mats-Robert är i detta skede inne på att ozonlagret har en avgörande betydelse för växthuseffekten.
- **2.20.00-2.22.00 Amelie berättar för Mats-Robert att det finns mycket bevis på att allt djurliv kommer att dö ut.** Hon tycker att det verkar som alla struntar i detta. Helena lägger sig i och tycker att de skall bilda en förening för att rädda djuren. Amelie tycker att ingen bryr sig om djuren. Mats-Robert berättar att de pengar man samlar in för djurskydd går till att köpa in regnskogar som naturreservat.
- **2.23.00-2.23.50 Gruppen berättar för varandra vad de har tagit reda på.** Mats-Robert börjar berätta om ozonlagret. Helena berättar en stund om pingviner. Nicklas som har suttit vid datorn nästan hela passet berättar att koldioxidhalten i atmosfären måste minska. Annars får vi ett helvete, säger han.

- **2.23.50-2.33.00 Amelie berättar för de andra om viktiga saker som hon har lärt sig.** Hon börjar berätta om vad El Niño är och på vad sätt en förändring av strömmarna i havet kan förändra djurlivet på jorden. Hon fortsätter med att tala om vad växthuseffekten egentligen är och tar till en början upp vad en global uppvärmning kommer att innebära för vissa arter. Hon tar också upp att en temperaturökning på ungefär 1 grad innebär att mycket av djurlivet på jorden kommer dö ut inom 100 år. Hon berättar också att det framförallt är människans förbränning av fossila bränslen som är orsaken. Alla i gruppen reagerar och ställer följdfrågor. Gruppen diskuterar också översvämningar och kommer in på den försvunna staden Atlantis. Amelie fortsätter att tala om Rio-konferensen och att länderna är oense vem som skall betala minskningen av koldioxidutsläppen. Mats-Robert reagerar mycket kraftigt och menar att det hade varit mycket bättre om det inte hade funnits bilar men blandar ihop frågan med ozonlagret. Amelie tar upp elbilar. Hon talar också om att det har varit kraftiga temperaturökningar redan för ca 58 miljoner år sedan på grund av förhöjd koldioxidhalt i atmosfären men menar att förhöjningen denna gång är människornas fel. Mats-Robert försöker komma in i diskussionen och berätta om dinosaurierna men diskussionen är så livlig att det är svårt att göra sig hörd. Helena menar att hon nu förstår varför jorden kommer dö ut år 2000, vilket startar en diskussion om att kunna spå framtiden. Mats-Robert tar upp en diskussion om istiden. En bra diskussion uppstår om det kommer bli kallare eller varmare i framtiden.

### *Analys av Amelies kunskapsutveckling*

Redan innan Amelie påbörjar arbetet med problemställningen har hon vissa grundläggande kunskaper om vad växthuseffekten är. Hon har uppfattningen att växthuseffekten har med hela atmosfären att göra och att jorden kan liknas vid ett växthus där värmen stannar kvar. När hon resonerar om frågeställningarna blandar hon inte ihop växthuseffekten med nedbrytningen av ozonlagret. Amelie menar dessutom att det är människans utsläpp av ”avgaser” som påverkar jordens medeltemperatur men kan inte vid denna tidpunkt redogöra för hur detta sker och vilka ämnen som är inblandade. Före undervisningen har hon med andra ord uppfattningen att växthuseffekten är ett miljöproblem orsakat av mänsklighetens utsläpp men inte att det existerar en ”naturlig” växthuseffekt som en förutsättning för liv på jorden. Före arbetet uttrycker hon vidare att jordens förhöjda medeltemperatur kan medföra att havsnivån i världshaven stiger och att detta hotar vissa djurarters överlev-



nad. Amelies kunskaper om och förståelse av problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori III.

Under flera tillfällen vid både första och andra arbetspasset samarbetar Amelie och Helena intensivt för att förstå mer av problemställningen. Vid upprepade tillfällen leder detta samarbete till diskussioner om den globala uppvärmningens effekter. Amelie talar om för Mats-Robert att det finns bevis för att allt djurliv kommer att dö ut om mänskligheten inte kan förändra utvecklingen. Amelie tycker det verkar som om ingen riktigt bryr sig om vad som kommer att hända utan alla bara tänker på sig själva. När gruppen senare samlas för att berätta för varandra vad de tagit reda på återkommer Amelie till denna frågeställning. I ett långt anförande tar hon upp att det är mänsklighetens ökade användning av fossila bränslen som orsakar den globala uppvärmningen.

Amelies berättelse om vad som händer djuren väcker en intensiv diskussion i gruppen om hur den globala uppvärmningen skall förhindras. Vad hon sagt visar att hon under de första två arbetspassen har lärt sig en hel del om och ökat sin förståelse av problemställningen. Hon poängterar numera att växthuseffekten har med gaser i atmosfären att göra och att människans alltmer ökade förbränning av fossila bränslen utgör en av de största hoten inför framtiden. Hon har också flera förslag om hur mänskligheten måste förändra sina beteenden för att förhindra en global uppvärmning. Amelie uttrycker dessutom att förbränningen medför att koldioxidhalten i atmosfären ökar vilket medverkar till en förhöjd medeltemperatur på jorden. Hon kan dock ännu inte riktigt redogöra för hur ämnena påverkar och har fortfarande uppfattningen att växthuseffekten endast är ett miljöproblem. Vid denna tidpunkt resonerar hon egentligen inte heller så mycket om värmestrålning från jorden utan har uppfattningen att all värme stannar kvar vid jordytan. Hennes kunskaper om och förståelse av problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori IV.

Amelie har alltså under de två första arbetspassen utvecklat sina kunskaper om problemställningen från utvecklingskategori III till utvecklingskategori IV.

#### *Amelies arbete i gruppen*

När Amelie påbörjar arbetet visar hon med en gång god koncentrationsförmåga och att hon är fokuserad på uppgiften. Denna inställning bibe-

håller hon också i stor utsträckning genom hela projektet. Hon arbetar intensivt med de frågor som hon själv och gruppen formulerar och är kanske den elev i klassen som lägger ned mest tid på problemställningen. Det är vid ytterst få tillfällen som hon låter sig störas av oväsentligheter. Hon lyssnar intensivt när någon i gruppen berättar något viktigt eller engagerande.

<b>Sammanfattning av viktiga inslag i Amelies lärandeprocess.</b>	
Arbetsstil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informell diskussionsledare i gruppen som ofta styr innehållet i diskussionen genom sitt engagemang för djurens överlevnad.</li> <li>• Viktigt att få diskutera etiska frågeställningar och för att testa egna synpunkter och hypoteser.</li> <li>• Delar ofta med sig ny information, kunskaper och värderingar till andra.</li> <li>• Kunskap och handling intimt sammankopplade.</li> <li>• Arbetar i stor sett hela tiden koncentrerat med uppgiften.</li> </ul>
Frågor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ställer övergripande och relevanta "nyckelfrågor" när det är något hon inte förstår.</li> <li>• Håller fast vid viktiga frågor.</li> <li>• Ställer bra följdfrågor till kamraterna och upptäcker inkonsekvens och ologiska resonemang.</li> </ul>
Källor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbetar med flera källor samtidigt och skriver omfattande och ordrika sammanfattningar.</li> </ul>
Socialt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samarbetar bra med alla andra i gruppen, men helst med Helena.</li> <li>• Hög social status i gruppen. Alla lyssnar på vad hon säger.</li> </ul>
Datoranvändning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Använder datorn mycket sparsamt. Totalt endast några få gånger under hela projektet (informations-sökning och mail).</li> </ul>

Det mesta av tiden använder Amelie för att läsa böcker eller tidskrifter om växthuseffekten och hur den globala uppvärmningen kommer att

påverka djurlivet på jorden. Hon skriver då omfattande och ordrika sammanfattningar med fullständiga meningar över vad hon läser. Datorn använder hon endast vid några få tillfällen under hela projektiden och då endast med fokus på frågeställningar som hon inte tidigare fått svar på. Amelie samarbetar gärna med alla andra i gruppen, men helst med Helena. De två turas om att läsa högt för varandra och ingående diskutera vad de läser. Amelie är inriktad på att läsa om hur den globala uppvärmningen påverkar djurlivet på jorden. Detta engagerar henne mycket starkt och hon berättar vid upprepade tillfällen att om inget görs för att hindra den globala uppvärmningen kommer många djurarter att dö ut under nästa århundrade. Hon ger flera exempel på djurarter som är hotade och visar en tydlig frustration över att så få människor verkar bry sig. Amelie lägger hela tiden fram nya hypoteser som förklarar problemställningen och olika lösningsförslag till hur man borde förändra världen för att förhindra den globala uppvärmningen i framtiden. Det är också tydligt att detta är en viktig drivkraft för henne under arbetet.

*”Att utveckla och förmedla etiska värderingar”*

Etiska frågeställningar med fokus på djurens situation tycks vara en viktig drivkraft för Amelies lärande. Värderingssidan av problemställningen är i ständig fokus för henne när hon försöker skapa förståelse av problemet. Hon är starkt engagerad i djurens rättigheter och överlevnad och ger uttryck för en frustration och irritation över att så många människor visar ett så bristande intresse. Detta tycks skapa respekt för hennes synpunkter hos de andra i gruppen och de ser ut att lyssna noga på vad hon säger. Amelies starka engagemang för djurens rättigheter och överlevnad verkar också skapa intresse och motivation för henne själv att lära sig och gå vidare med att förstå själva problemställningen. En utgångspunkt för Amelies lärande blir alltså att förstå vad som orsakar förändrade livsbetingelser för djurarterna i framtiden och vad mänskligheten kan göra för att förändra detta framtidsscenario. Det är också denna väg som hon söker kunskap om vad den globala uppvärmningen egentligen är och hur växthuseffekten fungerar. Kunskap och förståelse för de naturvetenskapliga begreppen och teorierna skapas med andra ord i och med hon är upptagen av att förstå varför så många djurarter är utrotningshotade och vad man kan göra åt det.

Samarbetet är viktigt för Amelies lärande och ger henne dessutom en möjlighet att påverka andra. I samarbetet delar hon villigt med sig av

sina kunskaper och får samtidigt själv möjlighet att diskutera sina synpunkter och hypoteser. På detta sätt får hon också en chans att höra andras idéer och perspektiv vilket verkar ha betydelse när hon bekräftar, befäster och successivt fördjupar sin förståelse av problemställningen. För Amelie är det viktigt att en ökad kunskap om miljöproblem leder till handling eller aktivitet. Hon uttrycker vid flera tillfällen uppfattningen att alla människor borde engagera sig mer och ta ställning för djurens rättigheter och överlevnad.

#### 11.3.4 Felicia

Jag skulle vilja bli veterinär för att jag älskar djur. Men jag har ingen aning om vilka utbildningar man måste gå för att få det yrket... Jag vet bara att det är svårt att komma in och att man måste ha mycket bra betyg.

Felicia

Felicia framstår som ganska tystlåten och lite blyg. Under intervjun ger hon ibland ett osäkert intryck och på flera av mina frågeställningar svarar hon att hon inte vet. Hennes svar på intervjufrågorna tyder emellanåt också på att hon försöker tolka intervjuarens förväntningar och svara därefter. Hon uttrycker tydligt att hon tycker det är roligt att gå i skolan och menar att hon då har möjlighet att prata med kompisar som hon inte träffar så ofta på fritiden. När jag frågar om lektionerna och innehållet i undervisningen säger hon dock att det bara är roligt ibland. Felicia är mycket intresserad av djur och tittar gärna på djurprogram på tv. Hon tycker också att biologiundervisningen i skolan är intressant och spännande även om hon ibland tycker att det är lite svårt att förstå. När det gäller skolans naturvetenskapliga undervisning överhuvudtaget menar Felicia att experimenten och laborationerna är det roligaste för då har hon chans att arbeta självständigt och i egen takt. Felicias favoritämnen är framförallt idrott, slöjd och hemkunskap. I dessa ämnen får hon arbeta praktiskt och tillverka saker vilket hon tycker mycket om. Hon uttrycker också att det är i just dessa ämnen som hon har bäst betyg.

##### *Felicias kunskapsutveckling*

När Felicia påbörjar arbetet är hennes förkunskaper om problemställningen mycket ringa. Hon saknar erfarenhet från ämnesområdet och

berättar under förintervjun att hon aldrig har talas om växthuseffekten. Hennes kunskaper motsvarar utvecklingskategori I. Hon når utvecklingskategori IV vid efterprovet. Felicia säger vid ett flertal tillfällen i början att uppgiften är för svår och att hon inte riktigt vet vad hon skall göra. Under arbetets gång lyckas hon dock successivt förstå alltmer av uppgiften och når slutligen en relativt god förståelse av problemställningen.

**Beskrivning över C-gruppens kunskapsutveckling**

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V12-13
<b>Amanda</b>	UK II	UK III					UK IV+V		UK V
<b>Ingolf</b>	UK II		UK III+IV				UK V		UK VI
<b>DrAlban</b>	UK I								UK III
<b>Felica</b>	UK I		UK II		0		UK III		UK IV

Nedan följer en beskrivning av Felicias och gruppens arbete med problemställningen under delar av de två första arbetspassen.

**Arbetspass 1-2: Felicias utveckling från utvecklingskategori I till II**

Arbetspass 1 (Ingolf, Amanda, Felicia, Dr Alban)

- **0.10.00- 0.11.00 Felicia undrar vad hon skall skriva.** Hon undrar om hon skall skriva av det som står i boken om att klimatet är torrt i vissa delar av Sydamerika. Amanda menar att hon måste ta reda på vad som påverkar att det blir så. Felicia verkar ha vissa svårigheter att förstå uppgiften. Båda flickorna ger också uttryck för att de inte tycker att det är särskilt rolig.
- **0.15.00-0.16.00 Felicia verkar ha hittat en viktig artikel.** Hon sätter igång och skriver en sammanfattning av vad hon hittat. Ingolf avbryter och frågar flickorna om de har gruppens mailadress. Felicia verkar ha problem med vad hon skall läsa.
- **0.21.40- 0.23.30 Felicia berättar för Amanda om växthusgaser.** Amanda tycker detta är viktigt och vill att Felicia skall skriva upp det. Felicia säger att hon skall skriva av det. Flickorna frågar sig inte vad växthusgaser egentligen är för något.
- **0.27.25-0.28.25 Amanda berättar för Felicia om vad hon har läst om en kommande istid och Felicia berättar för Amanda om temperaturhöjning på grund av växthuseffekten.** Ett mycket intressant avsnitt eftersom artiklarna verkar tala emot varandra. Detta leder dock inte till att några frågor om detta uppstår. Flickorna nöjer sig med att anteckna informationen.
- **0.31.55-0.32.30 Amanda menar att forskarna inte är säkra och hon berättar det för Felicia.** Amanda diskuterar källor. Amanda visar här att hon förstår att artikeln hon läser beskriver hypoteser om vad som påverkar växthuseffekten. Hon försöker förklara detta för Felicia men hon verkar inte riktigt förstå vad det betyder.
- **0.43.10-0.44.10 Felicia har svårt att komma igång med att läsa tidningsartiklarna.** Hon verkar tycka att de är för svåra att läsa och ger upp efter bara någon minut. Amanda klagar på Felicia. Hon menar att man måste leta om man skall hitta något. Till sist går Felicia och tittar efter böcker men är tillbaka efter någon minut. Amanda är mer fokuserad kring några få frågor och letar i flera källor samtidigt.
- **0.48.45-0.49.30 Amanda delar med sig av sina kunskaper till Felicia.** Amanda berättar viktiga saker för Felicia om koldioxid. Men Felicia reagerar inte eller frågar vidare. Informationen leder inte till någon diskussion. Amanda tar sig successivt vidare och förstår alltmer av problemet. Hon verkar fortfarande mer fokuserad kring några få frågor. Felicia läser fortfarande i böcker som inte leder vidare.

- **0.52.30-0.54.45 Felicia och Amanda diskuterar regnskogar, växthusgaser och ökenspridning.** Amanda ställer relevanta frågor om växthusgaser är bra eller dåligt. Felicia läser att atmosfären ”förstoras” av gaserna. Detta tycker Amanda låter konstigt. Felicia övergår till att prata om hur stor del av regnskogarna som försvinner varje år. Amanda söker förklaringar. Felicia försöker också hitta orsaker men har ett annat fokus än Amanda.
- **1.02.35-1.03.15 Felicia undrar om det är träden i regnskogen som skapar ett varmare klimat.** En kort diskussion uppstår.
- **1.04.45-1.05.15 Felicia undrar vad som händer om regnskogarna försvinner.** Amanda tycker att Felicia koncentrerar sig för mycket på regnskogar. Amanda tycker inte riktigt det har med uppgiften att göra. Men det tycker Felicia.

Arbetspass 2 (Ingolf, Amanda, Felicia, Dr Alban)

- **1.56.00-1.57.30. Amanda och Felicia diskuterar ingående vad de läser på Internet. (Bra exempel på deras samarbete vid datorn.)** Man småpratar hela tiden om vad man läser och antecknar det man tycker är viktigt.
- **2.09.45- 2.12.00 Felicia och Ingolf inleder ett samarbete vid datorn för att skicka mail.** De upptäcker då att de fått mail från SMHI. Alla i gruppen blir intresserade av svaret.
- **2.14.10-2.14.45 Felicia visar Ingolf något viktigt som hon har hittat på Internet.** Hon menar att det var detta som Ingolf frågade om tidigare. Ingolf tycker att hon skall skriva ut men verkar inte riktigt intresserad.
- **2.33.20-2.34.00 Amanda och Felicia diskuterar hur mycket de skrivit.** De är missnöjda med böckerna. De jämför mängden de skrivit men pratar inte alls om vad de förstått eller inte förstått. Man får uppfattningen att de tycker att ”mängden text de skrivit är kunskapen”.
- **3.06.40-3.09.30 Felicia läser upp vad hon skrivit.** Hon har valt ut viktiga delar om ozon. Hon betonar ozonets skyddande uppgift. Ingolf ställer bra följdfrågor. Dr Alban leker med mikrofonen hela tiden. Felicia kommer sedan in på växthuseffekten och berättar om växthusgaser och vilken betydelse de har för jordens medeltemperatur. Man får intrycket av att hon har skrivit av vissa delar av sin berättelse mer eller mindre ordagrant men hon har valt ut viktiga avsnitt som visar att hon förstår att växthuseffekten har med atmosfären att göra.

### *Analys av Felicias kunskapsutveckling*

När Felicia påbörjar arbetet med problemställningen har hon i stort sett ingen erfarenhet av eller kunskaper om vad växthuseffekten är för något. Hon har aldrig hört talas om ordet växthuseffekt. Hennes föreställning vid detta tillfälle tycks vara att en del av värmen på jorden kommer från solen men att värme från bilar, flygplan, hus, eller fabriker också påverkar jordens globala temperatur. Felicias kunskaper om och förståelse av problemställningen motsvaras av utvecklingskategori I vid denna tidpunkt.

Felicia känner sig osäker på hur hon skall bearbeta problemställningen och vad hon skall läsa. De första böcker hon får tag i handlar om regnskogens djur och om öknar i Sydamerika. Detta leder till att hon ett tag fördjupar sig i Sydamerikas regnskogar. Hon berättar vid flera tillfällen för Amanda att människor skövlar regnskogarna och att detta kan innebära att de helt kommer att försvinna. Hon har också vid något tillfälle en hypotes att det är regnskogarna i sig som skapar ett varmare klimat. Amanda försöker flera gånger tillrättavisa Felicia och påpeka att hon inte skall fördjupa sig för mycket i regnskogarna. Hon klagar också flera gånger på Felicia och tycker inte att hon anstränger sig tillräckligt för att hitta något viktigt. När gruppen samlas efter första arbetspasset för att berätta vad de kommit fram till verkar Felicia inse att det hon kommit fram till om regnskogarna inte direkt har med uppgiften att göra och avstår från att redovisa.

Vid nästa arbetspass arbetar Felicia och Amanda länge vid datorn. Felicia verkar något mer fokuserad på att förstå själva uppgiften. Detta märks också när hon berättar för de andra i gruppen vad hon har kommit fram till. Hon börjar berätta att ozonlagret inte kan försvinna helt eftersom det hela tiden bildas nytt ozon i atmosfären och att ozonlagret har till uppgift att skydda liv på jorden. Hon säger vidare att ”om vi får för mycket koldioxid ökar jordens naturliga växthuseffekt och solens värme ökar och att människan bidrar till den förstärkta växthuseffekten genom att förbränna olja och kol”. Felicia ger intrycket av att hon skrivit av vissa delar av vad hon redovisat. Detta intryck förstärks av att hon har vissa svårigheter att besvara Ingolfs följdfrågor. Felicia tar vid ett flertal tillfälle upp nedbrytningen av ozonlagret när hon avser att förklara växthuseffekten, vilket visar att hon blandar ihop den förstärkta växthuseffekten med andra miljöproblem. Hon har vid denna tidpunkt uppfattningen att nedbrytningen av ozonlagret innebär en ök-



ning av instrålningen och att detta innebär att jordens globala temperatur stiger. Felicia tar upp att en förhöjd koldioxidhalt medför en förstärkt växthuseffekt men förmår inte att förklara hur det hänger ihop. Emellertid visar att hon lärt sig att växthuseffekten har med atmosfären att göra och det är tydligt att hon alltmer fokuserar på själva kärnfrågorna i problemställningen. Hennes förståelse av problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori II.

Felicia har alltså under de två första arbetspassen utvecklat sina kunskaper om problemställningen från utvecklingskategori I till utvecklingskategori II.

### *Felicias arbete i gruppen*

Till en början vet inte Felicia riktigt vad arbetet med problemställningen går ut på och vilka frågor hon skall svara på. Hon uttrycker flera gånger att hon inte vet vad hon skall göra och vad hon skall läsa. Vid upprepade tillfällen frågar hon Amanda om det hon läser är viktigt. Speciellt vid de första arbetspassen läser Felicia böcker som endast marginellt berör problemställningen eller i vissa fall är helt ovidkommande för det fortsatta arbetet. Vid flera tillfällen frågar hon också Amanda om hon bara skall skriva av det som står i böckerna. Amanda försöker påverka Felicia så att denna i högre grad skall inrikta sig på att förstå själva problemställningen. Men Felicia är i början av arbetet helt inriktad på att skriva av eller kopiera det hon tycker är viktigt.

Felicia och Amanda samarbetar intensivt under hela projektet. Man läser högt för varandra och berättar viktiga fakta och spännande saker. Det är dock mycket sällsynt att Felicia ställer följdfrågor eller försöker få Amanda eller någon annan i gruppen att förklara mer ingående. Ett sådant exempel är när flickorna redogör för var sin artikel som till vissa delar innehåller motstridande information. Detta väcker inga frågor, funderingar eller diskussioner utan var och en antecknar vad de läst och går sedan vidare med arbetet. Felicia är mycket inriktad på mängden text hon har producerat. Textmängden verkar utgöra ett bevis på hur hon har lyckas med arbetet och hur duktig hon har varit.

Sammanfattning av viktiga inslag i Felicias lärandeprocess	
Arbetsstil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osjälvständig och undrande inför vad arbetet går ut på.</li> <li>• Till en början stora svårigheter att samordna informationen till en förståelig helhet.</li> <li>• Utvecklar successivt sin förmåga att upptäcka sammanhang och mönster.</li> <li>• Arbetar mesta tiden koncentrerat med uppgiften.</li> </ul>
Frågor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokuserar till en början frågor som endast marginellt har betydelse för problemställningen.</li> <li>• Formulerar få nya frågeställningar eller hypoteser.</li> <li>• Ställer få följdfrågor till kamraterna och upptäcker inte inkonsekvens och ologiska resonemang.</li> </ul>
Källor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Läser till en början böcker och tidskrifter som endast marginellt har betydelse för problemställningen.</li> <li>• Använder flera källor men inte samtidigt.</li> <li>• Skriver av från böcker och tidskrifter.</li> </ul>
Socialt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tystlåten och blyg.</li> <li>• Samarbetet med framförallt Amanda mycket intensivt och viktigt för att utveckla förståelse och lärande.</li> </ul>
Datoranvändning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Använder för det mesta datorn på ett relevant sätt till i förhållande till uppgiften. Framförallt för informationssökning (surfar).</li> </ul>

*”Att reproducera det som står i källorna”*

Felicia har till en början en tendens att isolera varje fråga för sig och se på kunskap som separata delar som inte behöver sammanfogas till en förståelig helhet. Det innebär att hon har problem med att se att frågeställningar hör ihop, upptäcka motsättningar i olika svar och att göra jämförelser. Hon söker färdiga och reproducerbara svar när hon läser och skriver av hela meningar eller stycken. Vid flera tillfällen uttrycker hon sin besvikelse när hon inte hittar direkta svar i texten hon för tillfället läser. Man får uppfattningen att en stor del av hennes informationssökning sker slumpmässigt och att hon läser den bok eller text som råkar finnas tillhands. Felicia ställer sällan några följdfrågor och upp-

täcker sällan ologiska resonemang när någon i gruppen berättar eller påstår något. Det är också mycket ovanligt att hon uttrycker några egna funderingar eller har hypoteser om själva problemställningen. Det är uppenbart att detta förhållningssätt utgör ett hinder för hennes förståelse av problemställningen och därmed också hennes lärande. Under processen utvecklar Felicia sin förmåga att upptäcka mönster och se sammanhang vilket påverkar hennes förståelse av problemet. På så sätt lyckas Felicia alltmer fokusera viktiga frågor vilket har en positiv effekt på hennes lärande. Hon når slutligen en relativt god förståelse av problemställningen. Samarbetet med Amanda och de övriga i gruppen är avgörande för Felicias utveckling. Amanda försöker vid flera tillfällen aktivt påverka Felicia att fokusera frågeställningar som har betydelse för uppgiften. Felicias och Amandas samarbete är intensivt i stort sett genom hela arbetsprocessen. Samarbetet är från början mer av praktisk natur men fördjupas mer mot förståelse i slutet av processen.

### 11.3.5 Evert

Egentligen är det väl ingen som tycker om att gå i skolan... men det är ju bra på något vis för då har man något att göra på dagarna. Man får också en del kunskap och träffar kompisar...

Evert

Evert tycks vara positiv och glad. Hans största intresse är musik och kompisar. Även i skolan är musikämnet det viktigaste och roligaste. Han har sedan länge bestämt sig för att gå det estetiska programmet i gymnasiet och hoppas att kunna bli musiker i framtiden. Evert är dock lite tveksam till om han kommer in på den utbildningen eftersom hans betyg inte är så bra. Han uttrycker att han trivs i skolan men betonar då framförallt de möjligheter till sociala kontakter som skolan erbjuder. Evert tycker inte att man lär sig särskilt mycket i skolan men säger samtidigt att skolan är viktig om man skall komma någonstans i livet. De viktigaste ämnena förutom musik är svenska, engelska och matematik. Dessa ämnen utgör själva grunden i skolan medan de andra ämnena endast finns för det skall bli lite roligare och att man skall bli lite allmänbildad. Evert tycker också att de naturvetenskapliga ämnena är ganska roliga. Framförallt menar han att man får lära sig en hel del nya saker i fysik och biologi. Det roligaste med den naturvetenskapliga un-

dervisningen är att man får experimentera och att man får arbeta självständigt eller med kompisar. Evert berättar också att biologiundervisningen kan vara mycket spännande och intressant. Speciellt när man får skära i djur för att undersöka hur de ser ut.

### *Everts kunskapsutveckling*

När Evert påbörjar arbetet med problemställningen har han i stort sett ingen erfarenhet av och nästan obefintliga kunskaper inom ämnesområdet. Hans kunskaper om problemställningen motsvarar utvecklingskategori I. Everts kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen är mycket svag. Han tillhör den grupp elever som har den svagaste utvecklingen i hela klassen. Totalt genomgår han endast ett utvecklingssteg och når efter arbetsprocessen avslutats utvecklingskategori II. Ungefär en tredjedel av samtliga elever har en jämförbar utgångskunskap. De andra eleverna lyckas trots samma svaga utgångskunskaper nå längre eller betydligt längre än Evert. När vi nu skall följa Evert och hans grupp under delar av två arbetspass måste vi alltså fråga oss vilka faktorer och situationer som hindrar Evert att utveckla kunskaper och förståelse under arbetet.

### *Beskrivning över C-gruppens kunskapsutveckling*

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V12-13
<b>Carl</b>	UK IV			UK V			UK VI		UK VI
<b>Tova</b>	UK II		UK III+IV	0	0		UK V		UK V
<b>Evert</b>	UK I		0				UK II	0	UK II
<b>Agnes</b>	UK I	0	0	0	0	UK II	UK III	0	UK III

Nedan följer en beskrivning av Everts och gruppens arbete med problemställningen under delar av arbetspass 5 och 6.

### Arbetspass 5-6: Everts utveckling från utvecklingskategori I till II

Arbetspass 5 (Tova, Carl, Evert, Agnes)

- **0.04.15-0.5.35 Gruppen försöker sammanfatta vad de vet och vilka frågor de kan svara på.** Det är framförallt Tova och Carl som leder denna diskussion. Evert fortsätter att fråga vad växthuseffekten egentligen är och pratar hela tiden om andra saker. Tova är lite av motorn i gruppen men är inte riktigt på humör att studera idag.
- **0.15.55-0.17.15. Evert berättar att hans pappa har överlevt en hjärtinfarkt.** Detta får hela gruppen att börja diskutera händelsen.
- **0.38.30-0.39.15 Gruppen har hittat en satellitbild över Sverige.** Startar ingen diskussion kring uppgiften. Evert diskuterar andra saker och Carl försöker hålla kvar diskussionen kring uppgiften.
- **0.50.25-0.51.15 Carl, Evert och Agnes samarbetar med att formulera ett mail till miljödepartementet.** Carl leder arbetet och vill bestämma hur brevet skall formuleras.
- **0.53.45-0.54.31 Tova berättar om UV-ljus och infraröd strålning.** Tova visar att hon har förstått problemställningen på en mycket svår och viktig nivå. Men Agnes och Evert är inte alls på samma nivå. De lyssnar inte på hennes förklaring utan är på väg någon annanstans.
- **1.29.40-1.30.35 Tova frågar om strålningsbalansen.** Hon återkommer här till frågan om UV-ljus och infraröd strålning. Carl försöker hänga på diskussionen och formulerar en hypotes. Evert och Agnes är egentligen helt utanför diskussionen och gör inget för att ta sig in i den. Diskussionen verkar gå över huvudet på dem.
- **1.30.55-1.34.10 Carl och Tova försöker sammanfatta vad gruppen kan.** Flera intressanta frågor kommer fram. Carl och Tova driver diskussionen. Evert pratar hela tiden om annat och lyckas nästan hela tiden avbryta en meningsfull diskussion. Agnes dras mellan att lyssna och försöka lära sig något och snacka om annat med Evert. Carl är drivande för att få gruppen att arbeta med uppgiften. Svårt att få något gjort när Evert bara vill prata om annat.

Arbetspass 6 (Carl, Evert, Tova, Agnes)

- **0.02.40-0.03.45 Evert berättar om sina kärleksproblem.** Tova och Agnes lyssnar intresserat. Carl kollar om gruppen har fått mail. Han jobbar hela tiden på i bakgrunden. Gruppen har svårt att få igång en meningsfull diskussion om uppgiften
- **0.11.30-0.13.45 Tova drar igång en diskussion om vilka frågor gruppen kan svara på.** Här blir plötsligt Evert och Agnes aktiva. Frågorna går igenom med snabb hastighet. Här finns en möjlighet till lärande. Men de två uppfattar kunskapen som enbart fakta. Frågorna avverkas snabbt och diskussionen är endast ylig. Man verkar nöja sig med att man inte kan besvara vissa frågor. Frågorna verkar dock ha påverkat gruppen positivt. Även Evert deltar och bidrar. Carl är dock utanför diskussionen.
- **0.15.25-0.16.05 Tova ställer en fråga om 0-visionen.** Frågan är bra och relevant men strandar på att Evert pratar om annat.
- **0.36.25-0.37.00 Tova och Agnes jobbar med uppgiften samtidigt som de småpratar om annat med Evert.** Det verkar vara möjligt för Tova och Agnes att jobba samtidigt som de småpratar om allt möjligt.

*Analys av Everts kunskapsutveckling*

Före undervisningen har Evert i stort sett inga kunskaper om växthuseffekten. Vid intervjun före arbetet uttrycker han en vag uppfattning om att växthuseffekten framförallt beror på värme från jordens inre och att människans aktiviteter inte på något sätt kan påverka jordens medeltemperatur. Han blandar ihop växthuseffekten med ozonlagret och uttrycker uppfattningen att detta lager skyddar oss så att det inte skall bli för varmt på jorden. Everts kunskaper om och förståelse av problemställningen motsvaras av utvecklingskategori I vid denna tidpunkt.

Everts förståelse om problemställningen förändras endast marginellt under projektiden. Han är den elev av alla eleverna i klassen som förändrar sin förståelse av problemställningen minst under arbetet. Det har faktiskt varit svårt att upptäcka något tecken på förändrad förståelse eller lärande över huvudtaget under hela processen. Man kan inte heller påstå att han utvecklar sitt sätt att arbeta eller sin inställning till uppgiften. Han ägnar ungefär lika lite tid till uppgiften vid första arbetspasset som vid sista. Vid några få tillfällen visar dock Evert att han kan

svara på frågor om växthuseffekten och den globala uppvärmningen. I början av det 6:e arbetspasset går gruppen efter en trög start igenom ett antal frågor. Tova och Evert är de mest aktiva när gruppen i snabb takt försöker svara på frågorna. Evert talar om att han tror att växthuseffekten alltid har funnits men att människan påverkar detta negativt genom att släppa ut för mycket avgaser. Han menar också att dessa utsläpp måste stoppas om man vill förändra utvecklingen inför framtiden. Han förklarar inte mer ingående vad växthuseffekten egentligen är och vad han menar med att växthuseffekten alltid har funnits. Han pratar också i mer generella termer om avgaser men inte hur de påverkar och vilka ämnen han menar. Påståendena är korrekta men ganska ytliga svar på relevanta frågeställningar. Svaren visar dock att Evert har lärt sig något om problemställningen och att han har uppfattningen att växthuseffekten har med atmosfären att göra.

Hans kunskaper om och förståelse av problemställningen vid denna tidpunkt motsvaras av utvecklingskategori II. Evert har behövt mycket lång tid för att ta ett enda utvecklingsteg.

#### *Everts arbete i gruppen*

Redan vid första arbetspasset visar Evert att han egentligen inte alls är intresserad av att arbeta med problemställningen. Det mesta av tiden går åt att prata om kompisar, musik, snygga tjejer och annat som inte har med själva uppgiften att göra. Evert framstår som mycket socialt begåvad, snäll och omtänksam och verkar vara omtyckt av de andra i gruppen. Speciellt Tova och Agnes är intresserade av det mesta av vad han säger. Tova har dock förmågan att koppla bort honom när hon vill arbeta med problemställningen. Everts kontakt med läraren och andra vuxna är också mycket bra. Han är noga med att ge ett trevligt och artig intryck och han lyckas för det mesta dölja att han egentligen inte arbetar med det han skall. Han är aldrig bråkig eller stökig och orsakar sällan några uppenbara disciplinära problem för läraren. Evert ger intrycket av att fungera som gruppens pajas och han distraherar ständigt de andra under själva arbetet. Evert deltar väldigt lite i gruppens gemensamma arbete och ägnar det mesta av tiden att bygga sociala kontakter. Uppskattningsvis pratar han om annat i mer än 90% av tiden. Vid ett tillfälle hinner han berätta att han nästan försovit sig, att han har ont i ett knä, diskutera gränsen för godkänt på ett matteprov och fråga

vad Agnes skall göra till helgen på mindre än tre minuter. Everts sociala aktiviteter har framförallt en negativ inverkan på gruppens lärande.

<b>Sammanfattning av viktiga inslag i Everts lärandeprocess</b>	
Arbetsstil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ägnar mycket lite tid åt problemställningen och pratar om annat det mesta av tiden.</li> <li>• Låter sig ständigt avbrytas när han arbetar med uppgiften.</li> <li>• Arbetar sällan självständigt men lyssnar gärna när andra berättar.</li> <li>• Låg motivation för arbetsuppgiften</li> </ul>
Frågor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulerar få nya frågeställningar eller hypoteser.</li> <li>• Ställer få följdfrågor till kamraterna och upptäcker inte inkonsekvens och ologiska resonemang.</li> <li>• Håller inte fast vid en frågeställning tillräckligt länge för att hinna lära sig något om den.</li> </ul>
Källor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Söker sällan ny information som är relevant för problemställningen.</li> <li>• Läser totalt mycket lite och endast i korta stunder.</li> <li>• Använder flera källor men inte samtidigt.</li> </ul>
Socialt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Är mycket social och trevlig och lyckas ibland få alla i gruppen prata om saker som inte har med uppgiften att göra.</li> <li>• Har hög social status i gruppen när det gäller annat än skolan.</li> <li>• Blir ofta bortkopplad och isolerad när de andra arbetar med uppgiften.</li> </ul>
Datoranvändning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbetar för det mesta tillsammans med Carl vid datorn och då oftast på ett relevant sätt till i förhållande till uppgiften. Framförallt för informations-sökning (surfar).</li> </ul>

Vid ett stort antal tillfällen avbryter Evert produktiva situationer genom att berätta något intressant om en kompis, väcka en diskussion om en musikgrupp eller tramsa sig i allmänhet. Man kan ibland nästan få upp-



fattningen att han försöker sabotera arbetet i gruppen men troligtvis är han bara intresserad av att prata om annat. Han verkar inte ha några uppenbara kognitiva problem utan problemen ligger i att han har mycket svårt att koncentrera sig på uppgiften och han låter sig bli avbruten så fort det händer något omkring honom. Det hör till undantagen att han jobbar med något mer än någon minut i taget. Han håller i stort sett aldrig fast vid en frågeställning tillräckligt länge för att hinna lära sig något utan hoppar snabbt vidare till nästa aktivitet.

*”Att skapa och underhålla sociala relationer”*

Det finns ingen tvekan om att Evert använder det mesta av den tid som undervisningen pågår att prata om sådant som inte direkt berör uppgiften. Han är inställd på att utveckla och underhålla sociala kontakter i och utanför gruppen. Detta verkar vara mycket viktigt för honom och upptar det mesta av hans uppmärksamhet. Vid flera tillfällen lämnar han gruppen för att prata med elever från andra grupper. Man får uppfattningen att han inte vill missa något viktigt som avhandlas på andra ställen i klassrummet och han vänder sig ofta om för att se vad som händer runt omkring. I den egna gruppen pratar han helst med Tova när hon för en stund inte ägnar sig åt uppgiften. De två diskuterar då gärna relationsfrågor, kärlek, känslor, kamrater och olika musikgrupper. Evert är vanligtvis inte rädd för att berätta om sina egna erfarenheter och misslyckanden. Han berättar exempelvis vid ett tillfälle om en fest där en flickvän till honom kom till festen med en annan kille. Vid andra tillfällen berättar han också om mer positiva kärlekserfarenheter. Att våga prata om sådant gör honom intressant och spännande att lyssna på för de andra eleverna och framförallt Tova och Agnes lyssnar gärna till hans berättelser. I dessa situationer har han inte svårt för att koncentrera sig och berättar med inlevelse och engagemang. Vid ett annat tillfälle försöker han flera gånger att berätta något som verkar viktigt för honom men ingen lyssnar. Han lyckas till sist få alla i gruppen att lyssna och berättar då att han igår fått reda på att hans pappa precis överlevt en hjärtinfarkt. Detta uttalande får allt arbete i gruppen att avstanna och alla att lyssna intensivt till hans berättelse. Händelsen väcker många frågor och iscensätter en känslomässig diskussion om hur de andra i gruppen hade känt och gjort i samma situation. Att denna händelse inträffar under projekttiden påverkar naturligtvis Evert och hans engage-

mang i arbetet och det är troligt att det har en negativ inverkan på hans koncentrationsförmåga och lärande under resten av projektiden.

## 11.4 Lärstrategier

I beskrivningen av de kvalitativa utvecklingssituationerna och de fem eleverna framkommer tydligt att eleverna i denna studie bearbetar problemställningen på olika sätt och därvid använder sig av olika ”lärstrategier”. I detta avsnitt avser jag att beskriva några av dessa strategier och diskutera vilken betydelse de har för utvecklingen av elevernas kunskaper.

### 11.4.1 Att formulera frågor och hypoteser

Det är tydligt att vissa av strategierna som eleverna använder under problemlösningsprocessen är mer framgångsrika än andra. En förutsättning för att kunna bearbeta problemställningen i denna studie är exempelvis att man kan formulera relevanta och produktiva frågeställningar. De elever som går vidare från inledningsfrågorna och formulerar nya och produktiva frågor lyckas också utveckla sin kunskap bättre än de elever som inte gör detta. De framgångsrika eleverna formulerar fler ”nyckelfrågor” och hypoteser, vilket innebär att de ökar möjligheten att fördjupa sin förståelse. ”Nyckelfrågor” kan definieras som kritiska frågeställningar som ställer viktiga antaganden på sin spets. Svaren till dessa frågeställningar hjälper eleven att förkasta eller bekräfta hypoteser och därigenom successivt utveckla sin kunskap. Det är tydligt att de framgångsrika eleverna förmår att hålla fast vid och återkomma till viktiga frågeställningar även om de inte lyckas hitta relevant information med en gång. De framgångsrika eleverna ställer i högre utsträckning än andra elever kritiska och relevanta följdfrågor till sina kamrater. Genom svaren på dessa följdfrågor avslöjas ofta ologiska resonemang och felaktiga påståenden. Frågorna medverkar därmed till att eleverna fördjupar sin egen förståelse.

Vad är det som gör att några elever formulerar frågeställningar bättre än andra elever? Om man analyserar de framgångsrika elevernas problemlösningsprocesser blir det tydligt att de tycks ha en bättre självkännedom om vilka kunskaper de har och vilka de saknar än övriga

elever. Detta medför att de har bättre förutsättningar att veta vilken information de behöver för att ta nästa steg, vilket gör deras informationssökning mer fokuserad och effektiv. En medvetenhet om egna kunskaper och brister verkar påverka elevernas möjlighet att formulera relevanta och produktiva frågeställningar, vilket i sin tur har en avgörande betydelse för hur eleverna lyckas under problemlösningsprocessen. Med andra ord tycks metakognitiva färdigheter vara av central betydelse för ett framgångsrikt lärande i denna studie.

### 11.4.2 Att skriva sammanfattningar

En annan framgångsrik lärstrategi är i denna studie att skriva sammanfattningar med egna ord och rita modeller. De framgångsrika eleverna skriver sammanfattningar i betydligt högre utsträckning än de mindre framgångsrika eleverna. Vissa av eleverna skriver mycket omfattande och ordrika sammanfattningar medan andra gör mer översiktliga stödanteckningar under arbetet. Det finns emellertid inget i denna studie som tyder på att omfattningen av sammanfattningarna har en avgörande betydelse för hur framgångsrik man är under arbetet. Utformningen av sammanfattningarna är i högsta grad personlig och individuell. Det avgörande med sammanfattningarna verkar istället vara att den nya informationen transformeras till egna ord och därmed också till en egen personlig förståelse. Sammanfattningarna får på detta sätt en viktig roll när en elev jämför ny information med sina tidigare kunskaper. Sammanfattningarna underlättar för elever att sätta in den nya informationen i ett begripligt sammanhang. Denna "översättningsfas" verkar ha stor betydelse för vilken kunskap eleverna kan få ut av ny information. Ju bättre en elev lyckas i detta "översättningsarbete" ju mer verkar hon få ut av informationen. Därmed integreras tidigare kunskaper med ny information till en successivt allt bättre förståelse. Uppläggningsen av undervisningen med problemlösande grupper gynnar detta slags lärande bl.a. genom att det ofta finns en intresserad kamrat att testa det skrivna på.

### 11.4.3 Att utnyttja samarbete effektivt

I de kvalitativa utvecklingssituationerna är det tydligt att eleverna förmår att utnyttja samarbetet med andra elever med olika framgång och

med olika intensitet. Vissa av de mer framgångsrika eleverna använder samarbetsituationer på ett effektivt och kreativt sätt medan andra inte kan utnyttja samarbetet lika positivt. Det finns elever som samarbetar med flera andra elever samtidigt. Dessa elever kan ha sin koncentration riktad mot flera håll och tar till sig viktig information oavsett varifrån den kommer. Flera av de elever som utvecklar sin kunskap och förståelse mest under problemlösningssprocessen arbetar just så. Andra elever samarbetar endast med en elev åt taget och riskerar därmed att gå miste om viktig information. När samarbetet är lyckosamt kan eleverna öka sitt kontaktnät och därigenom få tillgång till mer relevant information. Det lyckade samarbetet skapar också förutsättningar för och tillfällen att bearbeta informationen. Bearbetning av informationen sker ofta genom att eleverna antingen läser högt för varandra eller att de berättar vad de kommit fram till. I dessa situationer får eleverna tillfälle att diskutera informationsinnehållet och möjlighet att relatera den nya informationen till sina tidigare kunskaper. Under diskussionerna ges också möjligheter att testa nya hypoteser och antaganden vilket har en positiv inverkan på elevernas utveckling. Jag skall i ett avsnitt längre fram i detta arbete mer intensivt analysera och beskriva exempel på situationer där samarbetet uppenbart har en avgörande betydelse för enskilda elevers utveckling av kunskaper och förståelse. I detta avsnitt kommer jag också ge några exempel på samarbete som inte är lika framgångsrikt. Det skall emellertid i detta sammanhang också nämnas att det finns elever i denna studie som samarbetar ytterst sparsamt men ändå når en god förståelse av problemställningen.

#### 11.4.4 Att använda flera källor samtidigt under samarbetet

Det är i det insamlade materialet tydligt att elevers användning av olika informationskällor varierar starkt. Just i detta avseende är skillnaden mellan de framgångsrika och de mindre framgångsrika eleverna mycket tydlig. Vid en närmare granskning av elevernas informationssökningsstrategier visar det sig att de framgångsrika eleverna använder flera källor samtidigt medan de mindre framgångsrika endast använder en källa i taget. Att använda flera källor samtidigt ser ut att vara en viktig strategi för att lyckas under arbetet. I beskrivningen över de kvalitativa utvecklingssituationerna kan man se exempel på framgångsrika elever som under informationssökningsprocessen samtidigt söker i 4-5 böcker och i ett antal tidskriftsartiklar. De har vid samma tillfälle dessutom ett

intensivt samarbete med en annan elev som söker information via Internet. När dessa elever läser texter och söker information via datorn gör de tillsammans med en eller flera kamrater en sortering av vilka texter som är relevanta och vilka som inte är det. Vissa av texterna läses i sin helhet medan andra läses mer översiktligt. I denna situation sker också ett intensivt och dubbelriktat utbyte av information med samarbetspartnern vid datorn. Detta sker framförallt genom påståenden, längre berättelser, hypotesformuleringar och värdering av informationen. Samarbetet ökar på detta sätt möjligheterna att få informationen granskad ur flera perspektiv och ger dessutom bättre förutsättningar att komma över viktig och relevant information. Dessa intensiva samarbetsituationer är ytterst produktiva lärtillfällen för de deltagande eleverna och har en stor betydelse för de deltagande elevernas kunskapsutveckling. Sammanfattningsvis visar denna studie att de framgångsrika eleverna använder mer effektiva lösningsstrategier än de mindre framgångsrika eleverna. Detta innebär att de kan:

#### **Effektiva lösningsstrategier**

- Formulera relevanta och produktiva "nyckelfrågor" och hypoteser som ifrågasätter tidigare antaganden.
- Återkomma och hålla fast vid avgörande frågeställningar.
- Formulera relevanta och kritiska följdfrågor till sina kamrater.
- Utnyttja sin kännedom om vilka kunskaper de har och vilka kunskaper de saknar.
- Skriva detaljerade sammanfattningar med egna ord.
- Utnyttja samarbetet med andra elever på ett kreativt och effektivt sätt.
- Använda flera källor samtidigt.

## 11.5 Lärattityder

Jag har nu på ett mer allmänt plan försökt beskriva ett antal olika framgångsrika lärstrategier som eleverna använder. Beskrivningen av strategierna kan ge en del av förklaringen till varför vissa elever lyckas och andra lyckas mindre bra med att utveckla sina kunskaper. Beskrivningen av strategierna kan emellertid endast delvis ge en del av förklaring-

en. Man måste också ställa sig frågan varför vissa elever använder mer framgångsrika strategier under arbetet mellan andra inte gör det. I detta avsnitt försöker jag skapa ett nytt begrepp för att ge en förklaring varför eleverna utvecklar förståelse på så olika nivåer under problemlösningsprocessen. Jag kommer i fortsättningen kalla detta nya begrepp för elevers "lärattityd". Man kan jämföra detta antagande med resultaten av tidigare studier. Ett antal studier visar att elever har olika grundläggande attityder till grundskolans naturvetenskapliga undervisning (se Wester, 1997; Sjöberg, 2000b). Denna grundläggande inställning tycks påverka elevernas kunskapsbildning och förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier. Studier (Skolverket, 1993c) visar dessutom att elever har olika attityder till olika arbetsätt och sätt att organisera undervisningen. Detsamma gäller elevers attityder till samarbete med andra elever (se Slavin, 1992; Palincsar & Herrenkohl, 1999). Flera studier (Baird, 1986; Allwood & Reiman, 1999) pekar också på att elevers kunskapssyn och förståelse av de egna lärandeprocesserna har stor betydelse för hur man lyckas i skolan. Studierna ger emellertid inte en direkt förståelse varför eleverna lyckas så olika under problemlösningsprocessen. Det mönster jag har iakttagit synliggörs först när man analyserar det insamlade materialet och jämför det med tidigare studier.

Vid en fördjupad analys av det insamlade materialet kan man ana mönster som ger elevernas olika strategier en djupare förklaring. Om man utgår från de fem elever som är beskrivna under kvalitativa utvecklingssituationer kan man se att dessa elever inte bara använder olika strategier under arbetet utan också har olika förhållningssätt till problemställningen och till problemlösningsprocessen. Detta förhållningssätt inbegriper då elevers olika attityder till grundskolans naturvetenskapliga undervisning och dess innehåll. Det omfattar dessutom deras attityder till olika arbetsätt och till samarbete. För det tredje omfattar förhållningssättet också deras inställning till informationssökningsprocessen, sitt eget lärande och elevernas syn på kunskap. En noggrann analys av det insamlade materialet visar att dessa olika förhållningssätt påverkar elevernas sätt att bearbeta problemställningen, får konsekvenser för vilka strategier de använder och hur de lyckas under arbetet. Min hypotes är att eleverna tar med sig detta grundläggande förhållningssätt in i problemlösningsprocessen och att det sedan starkt påverkar deras sätt att bearbeta problemställningen. För att underlätta be-

skrivningen har jag valt att sammanfatta elevernas förhållningssätt under beteckningen lärattityder. Definitionen beskrivs i rutan nedan.

**Elevers lärattityder:**

är en sammanfattning av elevers grundläggande förhållningssätt och attityder till:

- **grundskolans naturvetenskapliga undervisning och dess innehåll**
- **olika arbetssätt och samarbete mellan elever**
- **informationssökning, lärande och kunskapssyn**

vilka i sin tur påverkar elevernas sätt att bearbeta problemställningen och vilka strategier de använder under problemlösningsprocessen.

### 11.5.1 Fem olika lärattityder

Lärattityderna bygger på iakttagelser i den empiriska studien av samtliga elever. Ur dessa har renodlats drag för att forma respektive lärattityd. Det är således inte en enda elev som givit underlag för en specifik lärattityd utan flera. Beskrivningen av de fem elevernas arbete under punkten 11.3 har underlättat arbetet med att forma de olika lärattityderna. När en elev placeras under en lärattitydkategori kan detta innebära att varje detalj i beskrivningen inte exakt överensstämmer med elevens faktiska arbetssätt. Detta har inte heller varit meningen. Lärattitydkategorierna avser istället att ge en generell bild och beskrivning av elevernas hela problemlösningsprocess och deras sätt att bearbeta problemställningen. Det är dock viktigt att påpeka att elevernas lärattityder har varit relativt enkla att identifiera i materialet. De fem lärattityderna som har blivit synliga i denna studie är:

### Lärattityder

- **Meningsskaparen**
- **Kunskapsbyggaren**
- **Etikern**
- **Reproducenten**
- **Relationsunderhållaren**

#### 11.5.2 Meningsskaparen

Det vanligaste förhållningssättet har jag renodlat under beteckningen ”Meningskaparen”. Termen har valts för att markera betydelsen det har för denna typ av elev, att skapa eller finna en egen mening i lärandet. För att Meningskaparen skall kunna utveckla intresse och förståelse för skolans naturvetenskapliga undervisning är det avgörande att hon/han får en möjlighet att skapa sin egen mening med undervisningen. En elev som kan beskrivas som meningskapare försöker sätta undervisningens innehåll i ett för sig själv begripligt och meningsfullt sammanhang. Hon/han strävar efter att förstå hur undervisningens innehåll kan relateras till vardagen, omvärlden och vilken betydelse det har för det egna livet. Meningskapandet blir på detta sätt en ständigt pågående process där undervisningens innehåll hela tiden vägs emot och jämförs med det egna livet och den egna världsbilden. Om meningskaparen lyckas i detta arbete kan de naturvetenskapliga begreppen och teorierna infogas i ett begripligt sammanhang, få mening och underlätta lärandet. Begreppen och teorierna får då också en personlig mening och innebörd som innebär att de lättare kan användas i andra sammanhang. Om meningskaparen däremot misslyckas i detta arbete försvåras lärprocessen och de naturvetenskapliga begreppen och teorierna upplevs som meningslösa och obegripliga. En traditionell undervisning som endast tränar de naturvetenskapliga begreppen utan sammanhang eller vardagsanknytning ökar riskerna för att Meningskaparen skall misslyckas.

En elev vars förhållningssätt är meningsskapande vill gärna skapa mening tillsammans med andra. Samarbete, diskussioner och resonemang med andra elever blir därför en drivkraft och ett viktigt inslag i meningskaparens lärprocess. Hon/han ges då tillfälle att jämföra sina



kunskaper med andras. Dessutom skapas möjligheter att berätta, ställa frågor, formulera hypoteser och se hur andra reagerar på olika påståenden. I dessa situationer får Meningsskaparen en möjlighet att förstå hur andra elever resonerar. Det vill säga tillfälle till metakognition och explicitgöra eget tänkande och jämföra med andra. På detta sätt skapas förutsättningar för Meningsskaparen att successivt utveckla en fördjupad förståelse av de naturvetenskapliga begreppen och teorierna. Om Meningskaparen inte får möjlighet till samarbete och diskussion försvåras meningsskapandet och utvecklingen av ny kunskap och förståelse påverkas.

<b>Meningsskaparens kunskapsutveckling gynnas:</b>	<b>Meningsskaparens kunskapsutveckling missgynnas :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• av kontextuell undervisning d.v.s. när kontexten är personlig och konkret</li> <li>• när meningsskapande i undervisningen underlättas och stimuleras</li> <li>• när undervisningen relateras till livet, vardagen och omvärlden</li> <li>• när samarbete och diskussioner är viktiga inslag i undervisningen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• av kontextlös undervisning</li> <li>• när innehållets mening osynliggörs</li> <li>• när undervisningen enbart består av träning av begrepp och teorier</li> <li>• när samarbete och diskussioner är sällsynta inslag i undervisningen.</li> </ul>

### 11.5.3 Kunskapsbyggaren

Med termen "Kunskapsbyggaren" avses i vissa stycken ett likartat förhållningssätt- d.v.s. också denna elevtyp söker skapa egen mening av innehållet. Men eleven skiljer sig på flera avgörande punkter från föregående elevtyp. Kunskapsbyggaren har exempelvis mycket litet behov av att samarbeta med andra elever. Tvärt om bygger Kunskapsbyggare självständigt sin förståelse. Den egna viljan att förstå samband och sammanhang skapar en inre drivkraft. För att Kunskapsbyggaren skall kunna konstruera en djupare förståelse av skolans naturvetenskapliga undervisning är det viktigt att hon/han får möjligheter att arbeta självständigt. Under detta arbete strävar Kunskapsbyggaren att konstruera en övergripande struktur över ämnesinnehållet. De naturvetenskapliga

begreppen och teorierna jämförs och relateras då till varandra så att en successivt ökande förståelse utvecklas. Om Kunskapsbyggaren upplever att den egna kunskapsstrukturen har svagheter eller brister går hon/han på egen hand vidare för att söka ny information. Vetskapen om att de egna kunskaperna inte är tillräckliga utgör en viktig drivkraft i arbetet att gå vidare. Detta kunskapsbyggande är framförallt en inre tankeprocess som i stor utsträckning är oberoende av omgivningen. Kunskapsbyggaren är mycket fokuserad under informationssökningsprocessen. Detta beror på att eleven har idéer och kunskaper om vilken information som saknas för att den egna kunskapsstrukturen skall utvecklas och bli mer fullständig. Även om Kunskapsbyggaren inte får tillfälle att på egen hand fördjupa sina kunskaper och sin förståelse når hon/han vanligtvis goda resultat i skolans naturvetenskapliga undervisning. Det är dock det självständiga arbetet som ger Kunskapsbyggaren en möjligheter att utveckla sitt lärande och nå en djupare förståelse.

Samarbete och diskussioner med andra elever är inte avgörande för att Kunskapsbyggaren skall lyckas utveckla sin egen förståelse. Det är inte så att kunskapsbyggaren är negativt inställd mot samarbete eller diskussioner men hon/han ställer höga krav på dessa situationer för att de skall upplevas som meningsfulla och inte kännas som slöseri med tid. Om samarbetet medför ny information och nya perspektiv kan även Kunskapsbyggaren vara intresserad av att delta.

<b>Kunskapsbyggarens kunskapsutveckling gynnas:</b>	<b>Kunskapsbyggarens kunskapsutveckling missgynnas:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• när hon/han får möjligheter att självständigt bygga upp sin egen förståelse av ämnesinnehållet</li> <li>• när hon/han får tillfälle att bygga upp och konstruera en övergripande struktur över ämnesinnehållet</li> <li>• inte direkt av samarbete och diskussioner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• när hon/han inte får möjlighet att självständigt bygga upp sin egen förståelse av ämnesinnehållet</li> <li>• när hon/han inte får tillfälle att bygga upp och konstruera en övergripande struktur över ämnesinnehållet</li> <li>• vid vissa tillfälle då samarbete och diskussioner är tvingande inslag i undervisningen.</li> </ul>

#### 11.5.4 Etikern

En viktig förutsättning för att Etikern skall kunna utveckla kunskaper om naturvetenskap är att undervisningen innehåller diskussioner om värderingsfrågor och etiska ställningstagande. När sådana frågeställningar och diskussioner är i fokus blir etikern intresserad och engagerad av undervisningen. Detta engagemang skapar i sin tur en drivkraft att förstå de naturvetenskapliga begreppen och teorierna. Det är med andra ord Etikerns engagemang som skapar motivation att gå vidare med att lära sig det naturvetenskapliga innehållet i undervisningen. Ett exempel på detta kan vara att Etikerns engagemang i miljö- och djurskyddsfrågor medför att hon/han får motivation att förstå vilka faktorer som hotar miljö och djurliv. Kunskap för de naturvetenskapliga begreppen och teorierna skapas med andra ord samtidigt som Etikern försöker förstå vad som hotar miljön och djurlivet. Om värderingsfrågor inte är en del av skolans naturvetenskapliga undervisning skapas hos denna elevtyp inte heller förutsättningar för att utveckla intresse för det naturvetenskapliga innehållet. Undervisningen riskerar då att upplevas som meningslös och ointressant. Det är dock viktigt att betona att varje undervisningstillfälle inte måste innehålla värderingsfrågor för att få Etikern intresserad. Det är däremot avgörande att värderingsfrågor är en utgångspunkt i undervisningen och utgör ett återkommande inslag.

Samarbete och diskussioner med andra elever är också viktiga inslag i Etikerns läroprocess. I dessa situationer får hon/han en möjlighet att delge andra sina synpunkter, utveckla nya idéer och diskutera sina hypoteser. På detta sätt får Etikern också tillfälle att höra andras idéer och perspektiv vilket har en positiv betydelse för att utveckla lärandet. Etikerns starka engagemang i värderingsfrågor medför att hon/han gärna delar med sig av sina kunskaper och synpunkter. Detta innebär också att engagemanget ofta smittar av sig till andra elever och får dem mer aktiva. En undervisning som inte innehåller inslag av samarbete och diskussion kan medföra att Etikerns starka engagemang avtar och att kunskapsutvecklingen påverkas negativt.

Etikerns kunskapsutveckling gynnas:	Etikerns kunskapsutveckling missgynnas:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen har inslag av värderingsfrågor och etik</li> <li>• när undervisningen relateras till miljö och samhällsfrågor</li> <li>• när samarbete och diskussioner är viktiga inslag i undervisningen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen saknar inslag av värderingsfrågor och etik</li> <li>• när undervisningen inte tar upp miljö och samhällsfrågor</li> <li>• när samarbete och diskussioner är sällsynta inslag i undervisningen.</li> </ul>

### 11.5.5 Reproducenten

Reproducenten ser innehållet i skolans naturvetenskapliga undervisning som enbart fakta eller isolerade delar som inte behöver sammanfogas till en förståelig helhet. Hon/han söker vanligtvis efter färdiga och reproducerbara svar och har problem med att se att frågeställningar hör ihop, att upptäcka motsättningar och att göra jämförelser. Samband blir otydliga och undervisningens innehåll svår att förstå. Reproducentens förhållningssätt förstärks om undervisningen är inriktad mot reproduktion. Detta förhållningssätt tenderar att påverka informationssökandet så att detta blir slumpmässigt och utan fokus. Om Reproducenten skall utveckla en djupare förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier måste undervisningen innehålla moment som synliggör och förtydligar samband. Dessutom måste undervisningen sträva efter att visa hur kunskaper kan relateras till varandra och därmed underlätta Reproducentens arbete att sammanfoga kunskapen till en förståelig helhet. Undervisningen måste med andra ord innehålla diskussioner om elevernas kunskapssyn och sträva efter att utveckla elevernas metakognitiva medvetenhet. Om undervisningen inte innehåller dessa moment är risken påtaglig att Reproducenten bibehåller sin kunskapssyn.

En annan viktig förutsättning för att Reproducenten skall kunna utveckla sitt lärande är att undervisningen innehåller inslag av samarbete och diskussioner. Under samarbetet får hon/han tillfälle att se hur andra elever arbetar, vilka strategier de använder och höra hur de resonerar. Samarbetet medför med andra ord en möjlighet för Reproducenten att lära sig nya strategier, utveckla sin förmåga att se samband och mönster och sin förmåga att söka efter relevant information. Om Reproducenten

inte bereds möjligheter till samarbete och diskussion försvåras också förutsättningarna att utveckla kunskapssynen och utvecklingen av ny kunskap och förståelse påverkas negativt.

<b>Reproducentens kunskapsutveckling gynnas:</b>	<b>Reproducentens kunskapsutveckling missgynnas:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen innehåller moment som strävar efter att medvetandegöra eleverna om sitt eget lärande</li> <li>• när undervisningen synliggör samband och sammanhang mellan naturvetenskapliga begrepp och teorier</li> <li>• när samarbete och diskussioner är viktiga inslag i undervisningen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen saknar moment som medvetandegör elever om sitt eget lärande</li> <li>• när undervisningen osynliggör samband och sammanhang mellan naturvetenskapliga begrepp och teorier</li> <li>• när samarbete och diskussioner är sällsynta inslag i undervisningen.</li> </ul>

### 11.5.6 Relationsunderhållaren

En typ av elever betecknas ”Relationsunderhållaren”. Beteckningen anger att eleven inte är särskilt intresserad av skolans naturvetenskapliga undervisning överhuvudtaget. Detta kan bero på att hon/han inte förstått meningen eller det bakomliggande syftet med undervisningen och den upplevs därför som meningslös och ointressant. Det medför att de naturvetenskapliga begreppen och teorierna inte heller får någon relevans eller mening. På så sätt kan Relationsunderhållarens intresse och lärande påverkas negativt. Relationsunderhållaren kan ha ett liknande förhållningsätt till andra skolämnen vilket förstärker upplevelsen av att skolans undervisning överhuvudtaget inte riktigt berör henne/honom. Även om undervisningen inte upplevs som betydelsefull har skolan en viktig roll i relationsunderhållarens vardag och liv. I skolan ges möjligheter att träffa kompisar och skapa nya sociala kontakter. En stor del av skoldagen går åt till att underhålla och utveckla detta sociala kontaktnät. När tillfälle ges pågår detta arbete även under lektionstid vilket innebär att omgivningen kan uppfatta Relationsunderhållaren som ett störande inslag i undervisningen. Ofta har dock hon/han lyckats utveckla ett förhållningsätt eller system som innebär att mycket sker i det tysta utanför lärarens kontroll. Konflikter med lärare eller andra vuxna upplevs oftast inte som positivt eftersom det stör hennes/hans

sociala kontaktarbete. Att bryta detta förhållningssätt är troligtvis ett mycket svårt och resurskrävande arbete på flera plan. Att förändra undervisningen mot en mer kontextuell och meningsskapande verksamhet kan ha en viss betydelse för relationsunderhållarens intresse och lärande.

Relationsunderhållaren upplever samarbete och gruppdiskussioner som en viktig och spännande sysselsättning i skolan. Under dessa situationer får hon/han ytterligare möjligheter att utveckla sitt huvudintresse och det mesta av tiden går åt att prata om annat än själva skolarbetet. Det ges också större möjligheter än normalt att gå omkring i klassrummet och prata med andra än den egna gruppen. Under samarbetet kan relationsunderhållarens prat om annat utgöra en distraktion och ett hinder för de andra i gruppen och därmed också påverka deras koncentration och lärande negativt.

<b>Relationsunderhållarens kunskapsutveckling gynnas:</b>	<b>Relationsunderhållarens kunskapsutveckling missgynnas :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen relateras till livet, vardagen och omvärlden</li> <li>• av kontextuell och meningsskapande undervisning</li> <li>• inte speciellt av samarbete.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• när undervisningen inte relateras till livet, vardagen och omvärlden</li> <li>• när undervisningen inte är kontextuell och meningsskapande</li> <li>• av samarbete då tiden endast används till att underhålla sitt sociala kontaktnät.</li> </ul>

### 11.5.7 Klassificering av eleverna i de fem lärattityderna

Var och en av de 20 eleverna i denna studie har förts till en lärattityd. Det betyder att jag har tagit fasta på de dominerande dragen i varje elevs förhållningssätt under problemlösningsprocessen och bortsett från andra drag. Genom att klassificera eleverna i de fem lärattityderna och sedan jämföra med hur eleverna lyckats under problemlösningsprocessen kan nya mönster iaktas. För att göra det möjligt att placera in eleverna i lärattitydkategorier har det varit nödvändigt att göra en noggrann analys av varje elevs arbete under hela problemlösningsprocessen. Under analysen har speciell uppmärksamhet riktats mot de tre

punkter som utgör själva definitionen av elevernas lärattityder vilket betyder att en elevs grundläggande förhållningssätt och attityd till skolans naturvetenskapliga undervisning och dess innehåll har varit i fokus. Därvid har intervjuerna om elevernas livs-/skolprojekt och kulturella bakgrund (se bilaga 4) varit till stor hjälp. Under intervjuerna har eleverna uttryckt sin uppfattning om skolans naturvetenskapliga undervisning och uttryckt vilken betydelse denna undervisning har för deras framtida studie- och yrkesplaner. De har också uttryckt sina synpunkter på arbetssätt och givit förslag till hur undervisningen kan förändras för att upplevas som mer intressant och lärorik. När det gäller elevernas förhållningssätt till informationssökning och lärande bygger analysen också på videoupptagningarna. Intervjuer och videoupptagningarna har vägts samman och resulterat i placering av elever i en specifik kategori.

Analysen visar självfallet att elever har inslag från flera olika lärattitydkategorier. Alla elevers problemlösningssprocess kan alltså inte beskrivas utifrån en enda lärattityd. Exempelvis visar analysen att den bäst överensstämmande beskrivningen av Dr Albans lärattityd är Relationsunderhållaren. Men det är också möjligt att upptäcka ett reproducerande inslag i hans problemlösningssprocess. I analysen blir det också tydligt att Marilyn har ett Meningsskapande förhållningssätt men det går också att upptäcka inslag av "Etikern" i hennes arbete. Några elever förändrar också sitt arbetssätt under problemlösningssprocessen. Exempelvis är Felicias sätt att bearbeta problemställningen betydligt mindre reproducerande i slutet av problemlösningssprocessen än i början. Det går då att upptäcka mer meningsskapande inslag i hennes problemlösningssprocess. Analysen visar dock att alla elever i studien har ett förhållningssätt och därmed lärattityd som är dominerande. Resultatet av analysarbetet beskrivs i tabell 8.

Tabell 8. *Inplacering av elever i lärattityder*

Namn	Dominerande lärattityd	Kompletterande Lärattityd
Carl	<b>Meningsskapare</b>	
Tova	<b>Meningsskapare</b>	
Evert	<b>Relationsunderhållare</b>	(Reproducent)
Agnes	<b>Reproducent</b>	
Gandalf	<b>Kunskaps byggare</b>	
Lars	<b>Kunskaps byggare</b>	(Reproducent)
Laura	<b>Meningsskapare</b>	
Ilahija	<b>Reproducent</b>	(Etiker)
Amanda	<b>Meningsskapare</b>	(Etiker)
Ingolf	<b>Kunskaps byggare</b>	
DrAlban	<b>Relationsunderhållare</b>	(Reproducent)
Felica	<b>Reproducent</b>	(Meningskapare)
Diablo	<b>Kunskaps byggare</b>	
Ameli	<b>Etiker</b>	
Helena	<b>Reproducent</b>	(Meningskapare)
Nicklas	<b>Meningsskapare</b>	
Mats-Robert	<b>Reproducent</b>	
Gustav	<b>Kunskaps byggare</b>	
Dutch	<b>Meningsskapare</b>	
Marilyn	<b>Meningsskapare</b>	(Etiker)

### 11.5.8 Framgångsrika lärattityder

Vid en jämförelse mellan elevers lärattityd och hur långt de utvecklas framträder ett mycket tydligt mönster. De 12 elever som når utvecklingskategori V eller VI uppvisar samtliga ett förhållningssätt som klassificerats som Kunskapsbyggare, Meningsskapare eller Etiker. Ingen av de elever som visar ett reproducerande eller relationsunderhållande förhållningssätt når lika långt i sin förståelse. Det finns alltså mycket



som pekar på att elevers lärattityd har en stor betydelse för hur de lyckas under arbetet med problemställningen. En förutsättning för att nå långt i förståelse av problemställningen är att förhålla sig som Kunskapsbyggaren, Meningsskaparen eller Etikern. Endast en elev med någon av dessa lärattityder når inte utvecklingskategori V eller VI vid efterprovet. Eleven i fråga är Diablo som börjar i utvecklingskategori I och slutar i utvecklingskategori IV. Han har således ändå en stark kunskapsutveckling.

Finns det några skillnader i resultaten mellan dessa tre grupper? Tre av de elever som kategoriserats som Kunskapsbyggare når ända till utvecklingskategori VI medan endast två Meningsskapare når lika långt. Kunskapsbyggarna når totalt sett något bättre resultat än Meningssbyggarna. Skillnaderna är dock mycket små och utgör därför inte ett tydlig mönster i denna studie.

*Tabell 9.* Jämförelse mellan elever som når utvecklingskategori V eller VI och tre av lärattityderna

<b>Elever som når utvecklingskategori V eller VI</b>	Carl, Tova, Laura, Amanda, Nicklas, Marilyn, Dutch, Lars, Gandalf, Ingolf, Gustav, Amelie
<b>Meningsskapare</b>	Carl, Tova, Laura, Amanda, Nicklas, Marilyn, Dutch
<b>Kunskapsbyggare</b>	Lars, Gandalf, Ingolf, Diablo, Gustav
<b>Etiker</b>	Amelie

Finns denna skillnad om man inte bara analyserar slutresultatet utan också tittar på vilka elever som har en stark utveckling under själva arbetet? Det kan finnas elever som har en svag inledande kunskap men som utvecklas starkt under själva arbetet. I tabell 10 finns en beskrivning över de elever som genomgått minst tre utvecklingsteg under problemlösningsprocessen. De har med andra ord en stark eller mycket stark utveckling av kunskaper och förståelse under arbetet. Även i detta fall syns ett liknande mönster. Av de tio elever som genomgått tre eller

fyra utvecklingsteg har nio klassificerats som Kunskapsbyggare, Meningensskapare eller Etiker.

*Tabell 10.* Elever med en stark utveckling av kunskaper och förståelse under problemlösningssprocessen

<b>Elever som genomgått tre eller fyra utvecklingsteg</b>	Tova, Gandalf, Lars, Laura, Amanda, Ingolf, Felicia, Diablo, Amelie, Nicklas
---	--

Det finns en elev som inte stämmer med detta mönster. Felicia har klassificerats som Reproducent men har trots detta en relativt stark utveckling under problemlösningssprocessen. Hennes förståelse av problemställningen motsvarar utvecklingskategori I innan arbetet påbörjas och utvecklingskategori IV efter problemlösningssprocessen avslutats. När Felicias arbete med problemställningen tidigare beskrivits framkom att hon hade stora problem i början av processen men också att hon successivt utvecklar sin förmåga under arbetet. I beskrivningen framkom dessutom att samarbetet mellan Felicia och Amanda utvecklas starkt under problemlösningssprocessen. Det finns mycket som tyder på att detta förhållande har haft en stor betydelse för Felicias kunskapsutveckling. Jag skall i ett senare avsnitt återkomma till samarbetets betydelse för elevers lärande. Då kommer också exempel på Felicias och Amandas samarbete att beskrivas eftersom det uppenbart har påverkat Felicias läroprocess på ett positivt sätt.

### 11.5.9 Mindre framgångsrika lärattityder

Om man tittar på de elever som endast genomgår ett eller två utvecklingsteg och totalt inte når utvecklingskategori V eller VI syns ett annat tydligt mönster. Av dessa sex elever har jag uppfattat att fyra har ett förhållningssätt som överensstämmer med Reproducentens och två med Relationsunderhållarens. Det finns med andra ord ett mycket tydligt samband mellan att inte nå långt i förståelse av problemställningen och att förhålla sig som Reproducenten eller Relationsunderhållaren.

Tabell 11. Jämförelse mellan elever som genomgått ett eller två utvecklingssteg och som inte når utvecklingskategori V eller VI med två av lärattityderna

<b>Elever som genomgått ett eller två utvecklingssteg och som inte når utvecklingskategori V eller VI</b>	Agnes Ilahija, Helena, Mats-Robert, Evert, Dr Alban
---	---

<b>Reproducenter</b>	Agnes, Ilahija, Felica, Helena, Mats-Robert
<b>Relationsunderhållare</b>	Evert, Dr Alban

Av totalt sju elever med dessa två lärattityder är det, som tidigare konstaterats, endast Felicia som inte stämmer in i bilden. Hon börjar i utvecklingskategori I och avslutar i utvecklingskategori IV. Totalt genomgår hon alltså tre utvecklingssteg. Ett annat sätt att visa skillnaderna mellan hur långt de olika lärattitydgrupperna når är att beräkna ett kategorimedelvärde. Man bör då tänka på att kategorierna är av kvalitativ art och inte matematiskt definierade. Detta innebär att utvecklingskategorierna inte representerar en skala med lika skalsteg. Eme-lertid kan en sådan beräkning ha ett visst värde om det visar på stora skillnader mellan de olika lärattitydgrupperna. Beräkningar av kategorimedelvärde visar att de fem Reproducenterna endast når 3,6 utvecklingskategorier efter avslutat arbete och att de genomgår 2,2 utvecklingssteg under arbetet. När det gäller Relationsunderhållarna så börjar både Evert och Dr Alban i utvecklingskategori I. Evert når slutligen utvecklingskategori II och Dr Alban Utvecklingskategori III Kategori-medelvärdet för hur långt man når efter avslutat arbete för båda lärattitydgrupperna tillsammans är 3,3 och man genomgår i genomsnitt 2 utvecklingssteg under problemlösningsprocessen. Motsvarande kategorimedelvärden för de tre framgångsrika lärattityderna är 5,3 och 2,8.

Tabell 12. Kategorimedelvärden för de framgångsrika och de mindre framgångsrika lärattitydgrupperna

Lärattityd	Antalet utvecklingssteg under arbetet	Hur lång man når i sin förståelse
Kunskapsbyggare, Meningsskapare, Etiker	2,8	5,3
Reproducenter, Relationsunderhållare	2,0	3,3

### 11.5.11 Lärattityden avgörande för kunskapsutvecklingen

Oavsett om man använder sig av kategorimedelvärde eller inte är det tydligt att det existerar stora skillnader mellan de olika lärattitydgrupperna både med avseende på hur väl man lyckas utveckla sina kunskaper under själva problemlösningssprocessen och hur långt man når i sin förståelse av problemställningen (se tabell 9-11). Elever med förhållningssätt som Kunskapsbyggaren, Meningskaparen och Etikern utvecklar bättre kunskap än elever med förhållningssätt som Reproducenten och Relationsunderhållaren. Beräkningen av kategorimedelvärden visar också att differensen i hur långt eleverna når i sin förståelse mellan dessa två huvudgrupper är över två utvecklingskategorier. Denna differens är stor och visar tydligt på en nivåskillnad i förståelse av problemställningen mellan elever med olika lärattityder. Det är dock viktigt att notera att skillnaden i kategorimedelvärde mellan dessa huvudgrupper när det gäller hur många utvecklingssteg man tar under själva problemlösningssprocessen endast är 0,8. Detta förklaras av att elever som förhåller sig som Kunskapsbyggaren, Meningskaparen och Etikern alla har en bättre inledande kunskap jämfört med de elever som klassificerats som Reproducenter och Relationsunderhållare. Elever som har bättre inledande förståelse har uppenbart lättare att utveckla kunskaper jämfört med elever som har sämre utgångskunskaper. Det är också tydligt att elevers lärattityder påverkar hur man lyckas under problemlösningssprocessen.

### 11.5.12 Lärattityd och lärande

#### *Relationsunderhållaren gynnas inte av ett fritt arbetssätt*

Relationsunderhållarnas svaga resultat är förväntat. Dessa elever har ju faktiskt inte använt mycket av den förfogade tiden till själva problemlösningssuppgiften. Det finns mycket som tyder på att elever med detta förhållningssätt gynnas av en kontextuell och meningsskapande undervisning, d.v.s. en undervisning som i större utsträckning än normalt relateras till livet, vardagen och omvärlden. De korta stunder Relationsunderhållarna i denna studie faktiskt arbetar med problemställningen påminner deras sätt att arbeta mycket om Reproducentens. De två elever som tillämpar ett relationsunderhållande förhållningssätt i denna studie har inte gynnats av det relativt fria arbetssätt som tillämpats. De synes snarare missgynnas av att avkrävas ett ansvar de ännu inte är riktigt mogna för. En hypotes är att de skulle ha lyckats bättre med ett mer "traditionellt" arbetssätt. Denna hypotes kan tyvärr inte besvaras med hjälp av denna studie men känns ändå angelägen att peka ut som en framtida forskningsfråga.

#### *Reproducenten gynnas av samarbetet*

När det gäller de reproducerande eleverna är situationen en annan. Dessa fem elever använder tiden till att bearbeta uppgiften i samma utsträckning som elever från de mer framgångrika lärattitydgrupperna. Man kan däremot inte påstå att de lyckas lika bra. Problemet för dessa elever är att de söker färdiga och reproducerbara svar och att de har problem med att se samband, upptäcka motsättningar och göra jämförelser. Reproducenterna har dessutom ofta svårigheter när det gäller att sammanfoga de naturvetenskapliga begreppen och teorierna till en förståelig helhet. Andra studier (se Skolverket, 1993a, Skolverket, 1996a) som jag tidigare beskrivit visar att en relativt stor andel av svenska elever har just dessa svårigheter.

Att skillnaderna i resultatet mellan Reproducenterna och elever med mer framgångsrika lärattitydgrupper är så stora får dock betraktas som överraskande. Detta pekar på att de metakognitiva färdigheterna är av avgörande betydelse för att elever skall kunna utveckla förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier i denna studie. Om undervisningen inte utvecklar elevernas kunskapssyn riskerar en relativt stor grupp elever utveckla en lärattityd som Reproducentens. En undervis-

ning som dessutom osynliggör samband mellan naturvetenskapliga begrepp och teorier riskerar öka antalet elever med detta förhållnings-sätt. Det finns starka skäl att anta att om undervisningen istället strävar efter att utveckla elevernas förståelse av begrepp och teorier samtidigt som den utvecklar elevernas kunskapssyn minskar andelen elever med en reproducerade lärattityd. Denna studie visar också att samarbete mellan elever kan vara mycket positivt för reproduktionsinriktade elevers förmåga att utveckla nya lärstrategier och därigenom utveckla sitt lärande.

#### *Meningsskaparen och Etikern gynnas av ett fritt arbetssätt*

Meningsskaparen och Etikern är framgångsrika lärattityder i denna studie. Elever med dessa lärattityder når generellt sett mycket långt i förståelse av problemställningen. Både Meningsskaparen och Etikern gynnas av problemställningens utformning och det relativt fria arbetssätt som tillämpas i denna studie. Dessa förhållanden bidrar också till de meningsskapande elevernas möjligheter att relatera undervisningen till det egna livet, till vardagen och till omvärlden. Även Etikern gynnas i och med att problemställningen har en värderingssida och är relaterad till miljö- och samhällsfrågor. Detta ger Etikern möjligheter att utveckla värderingar, att delge andra sina synpunkter och att diskutera sina hypoteser. För elever med båda dessa lärattityder är det av avgörande betydelse att de får tillfälle till samarbete och diskussion med andra elever. Samarbetet skapar kommunikationsmöjligheter och tillfällen att berätta, ställa frågor, formulera hypoteser och se hur andra arbetar. Detta har en positiv inverkan på elevernas möjligheter att utveckla kunskaper. Ett rimligt antagande är att en naturvetenskaplig undervisning som inte i tillräcklig utsträckning ger Meningsskaparen och Etikern dessa möjligheter inte heller skapar förutsättningar för elever med dessa förhållningssätt att bli lika framgångsrika som i denna studie. Det finns också mycket som tyder på att det är framförallt Meningsska-paren, Etikern och Reproducenten som missgynnas mest av en traditionell naturvetenskaplig undervisning. En sådan undervisning utnyttjar inte heller den potential dessa elever faktiskt har. Ett möjligt antagande är att de elever som i flera andra studier (se Staberg, 1992, Wester, 1997 Sjöberg, 2000b) beskriver att de ofta upplever undervisningen i naturvetenskap som abstrakt, svår och tråkig framförallt har dessa typer av lärattityder.

### *Kunskapsbyggaren vill arbeta självständigt*

För kunskapsbyggande elever har de naturvetenskapliga begreppen och teorierna ofta ett intresse i sig som skapar motivation att gå vidare och lära sig. Kunskapsbyggaren är med andra ord inte lika beroende av en kontextuell och meningskapande undervisning som Meningsskaparen och Etikern. Men en sådan undervisning missgynnar knappt denna grupp. Av avgörande betydelse är dock att Kunskapsbyggaren får tillfälle att på egen hand bygga upp sin egen förståelse av ämnesinnehållet. Denna verksamhet är framförallt en inre process där Kunskapsbyggaren konstruerar en personlig och övergripande struktur över ämnesinnehållet. I denna studie har elever med ett kunskapsbyggande förhållningssätt fått tillfälle och tid att självständigt bygga upp sin förståelse av ämnesinnehållet vilket också resultatmässigt gynnat denna grupp. En stor del av eleverna med denna lärattityd når också till utvecklingskategori V eller VI. Samarbete med andra elever är inte direkt av avgörande betydelse för att kunskapsbyggaren skall lyckas utveckla nya kunskaper och öka sin förståelse. Om samarbetet däremot underlättar kunskapsbyggarens arbete och tillför nya idéer och perspektiv kan även kunskapsbyggaren uppleva samarbetet som positivt.

### *Flickor förhåller sig som Meningsskaparen och Reproducenten*

Lärattityden sammanhänger i denna studie med kön. Flickorna är över-representerade bland de elever som klassificerats som Meningsskapare och Reproducenter. Av sex Meningsskapare är fyra flickor och fyra av fem elever med en reproducerande lärattityd är flickor. I stort sett alla flickor i denna studie förhåller sig till lärandet som Meningsskaparen eller Reproducenten. Endast Amelie bryter detta mönster eftersom hon har en lärattityd som motsvarar Etikerns. Jag har tidigare konstaterat att dessa lärattityder är speciellt beroende av en kontextuell undervisning som tydliggör sammanhang och underlättar möjligheterna att relatera undervisningen till det egna livet, till vardagen och till omvärlden. Jag har också visat att elever med dessa lärattityder gynnas av en undervisning som försöker att utveckla elevernas kunskapssyn och tränar deras förmåga att upptäcka samband och mönster. Dessa lärattityder missgynnas av en traditionell och kontextlös undervisning.

### *Pojkar förhållersig som Kunskapsbyggare och Relationsunderhållare*

Pojkarna är överrepresenterade bland Kunskapsbyggare och Relationsunderhållare. Alla fem eleverna med en kunskapsbyggande lärattityd är pojkar och detsamma gäller de två Relationsunderhållarna. Det finns emellertid några pojkar som förhåller sig som Meningsskaparen eller Reproducenten. När det gäller Kunskapsbyggarna är de inte lika beroende av en kontextuell och meningsskapande undervisning som Meningsskaparen och Reproducenten. Det är därför framförallt flickor, men även några pojkar, som riskerar att misslyckas när den naturvetenskapliga undervisningen inte synliggör sammanhang och samband mellan begreppen och när den inte försöker att utveckla elevernas kunskapsyn. Jag återkommer till en fördjupad diskussion om detta i studiens avslutande diskussionsavsnitt.

## 11.6 Samarbete påverkar elevernas kunskapsutveckling

Jag har i förra avsnittet berört frågan om samarbetets betydelse. Här går jag närmare in på vad samarbetet mellan eleverna betyder för deras lärande. Det är därför viktigt att identifiera olika samarbetssituationer. Genom att analysera dessa situationer har det blivit möjligt att beskriva faktorer som har en positiv påverkan på elevernas lärande och att beskriva situationer där samarbetet inte lyckas och till och med hindrar elevernas kunskapsutveckling.

### 11.6.1 Exempel på samarbete i B-gruppen

Eleverna i B-gruppen är Laura, Illahija, Gandalf och Lars. Interaktionen mellan de fyra eleverna är av olika slag och har olika grad av intensitet. I början av problemlösningsprocessen är det relativt sällsynt med diskussioner om innehållsfrågor där fler än två elever deltar. När gruppen samlas i slutet av varje arbetspass redovisar man för varandra genom att läsa upp vad man skrivit. Det sker dock en utveckling av interaktionen i gruppen genom att antalet diskussioner successivt ökar ju längre problemlösningsprocessen fortskrider. Under informationssökningsfasen delas frågeställningarna vanligtvis upp genom att Gandalf och Lars bildar en undergrupp och Laura och Illahija en annan. Samarbetet mel-



Ian Laura och Illahija är då mycket intensivt och produktivt. Gandalfs och Lars samarbete är mer sporadiskt. De berättar gärna viktig information för varandra men diskuterar sällan frågeställningar. Samarbetet är framförallt inriktat på att organisera informationssökningen vid datorn. Vid dessa tillfällen arbetar de två nästan alltid tillsammans och diskuterar hur och var man skall hitta de bästa informationssidorna på Internet. Samarbete över könsgrensarna är relativt ovanligt i denna grupp. Det förekommer dock att det uppstår spontana diskussioner om viktiga frågeställningar mellan Gandalf och Laura. Följande situation är ett exempel på just detta.

### Exempel på samarbete i B-gruppen

#### Arbetspass 1 (1.25.10-1.27.45)

*Alla i B-gruppen har återsamlats i slutet av första arbetspasset för att resonera om vad de kommit fram till. Till en början är det svårt att få igång en bra diskussion. Plötsligt formulerar Gandalf en fråga som gör att diskussionen kommer igång på allvar.*

**Gandalf:** Varför tror du att växthuseffekten har kommit?

**Illahija:** Har inte den alltid varit där?

**Gandalf:** Nej

**Lars:** Neeeeej...

**Laura:** Men då...Den måste ha funnits där alltid för att annars skulle jorden vara 40 grader kallare...

**Illahija:** (avbryter Laura) Jag läste någonstans att...

**Gandalf:** (Svarar Laura) Ja, men nu har de ämnena som gör det... (menar växthuseffekten) Det har blivit mycket mer av dom alltså blir det mycket högre temperatur.

**Laura:** Ja, men det är inte så jag....

**Gandalf:** Innan fungerade det bra.

*Illahija läser högt för sig själv om ozonskiktet. Det hon läser berör endast marginellt frågeställningen som Laura och Gandalf diskuterar. Det verkar inte som någon lyssnar på henne. Samtidigt fortsätter Gandalf och Laura diskussionen om växthuseffekten. Lars bläddrar i sina papper.*

**Illahija:** Ozon uppstår av fotokemisk...

**Gandalf:** (till Laura) Människor har släppt ut de ämnena som bidrar till att växthuseffekten har blivit värre.

**Laura:** Men om alla de ämnena försvann som finns där (atmosfären) skulle det bli mycket kallare.

**Gandalf:** Ja, men det var ingen växthuseffekt innan.

**Laura:** Var det inte?

**Gandalf:** Då hade vi inte överskott på energi. Det har vi nu!

**Laura:** Jaha...Men det står att vi inte skulle kunna leva utan....(menar utan växthuseffekt)

**Illahija:** (avbryter Laura) Har ozonlagret inte alltid funnits?

**Laura:** (lite irriterat) Jojo, ozonlagret har alltid funnits...men växthuseffekten...

**Illahija:** (avbryter igen) Alltså kolla! Ozon uppstår av fotokemisk smog eller vad f-n det står. I städer och binder också värme.

**Laura:** (till Gandalf) Men den måste ha funnits annars skulle det bli för kallt för liv på jorden...om den inte fanns (menar växthuseffekten).

*Illahija fortsätter att resonera om ozon men ingen verkar bry sig om vad hon säger. Laura börjar bli irriterad eftersom som varken Gandalf eller Lars lyssnar på henne. Pojkarna tittar inte åt hennes håll utan vänder sig demonstrativt åt ett annat håll. Detta verkar göra Laura än mer irriterad. Laura är beredd att resa sig för att gå då Gandalf svarar...*

**Gandalf:** (irriterat till Laura) Det vet jag, men det var inte det jag sa.

**Laura:** Vad sa du. Om det inte fanns...

**Gandalf:** Människan har gjort att det finns mycket mer av de ämnena (menar växthusgaser) och det är det som bidrar..

**Laura:** (fyller i) ...att det blir varmare. Ja, jag vet! Men en gång fanns det inte...

**Gandalf:** Neej...

**Lars:** Blir det varmare smälter polerna...

*Gandalf vänder sig bort från Laura. Hon är nu mycket irriterad och avbryter diskussionen och reser sig upp och går.*

### 11.6.2 Samarbetskonflikten resulterar i ett perspektivbyte

I diskussionen är Gandalf och Laura de mest aktiva deltagarna. Deras inbördes argumentation utmynnar till sist i en konflikt som egentligen beror på ett missförstånd. De pratar om varandra och definierar ordet växthuseffekt olika. När Gandalf pratar om växthuseffekten menar han egentligen den förstärkta växthuseffekten eller jordens globala uppvärmning. När Laura pratar om växthuseffekten menar hon den naturliga växthuseffekt som har funnits så länge jorden har haft atmosfär. Hon hävdar vid flera tillfällen att utan växthuseffekten hade jordens medeltemperatur varit betydligt lägre och att mänskligheten inte hade kunnat överleva. När hon säger detta syftar hon på den naturliga växthuseffekten.

Efter en första genomläsning av diskussionsutskriften är det enkelt att tolka diskussionen mellan Gandalf och Laura som en negativ situation. Om de två lyckats överbygga dessa problem hade det varit betydligt enklare att ta del av varandras kunskaper och lära sig av varandra. Men det är också möjligt att denna situation varit positiv för bådas kunskaps- och förståelseutveckling. Konflikten sätter fokus på oklarheter och otydligheter i det egna resonemanget och medför att de båda skärper sitt sätt att uttrycka sig under fortsättningen av problemlösningssprocessen.

Efter diskussionen med Laura gör Gandalf en alltmer tydlig distinktion mellan den naturliga växthuseffekten och den förstärkta växthuseffekten när han diskuterar. Dessutom visar det sig att han vid nästa arbetspass söker information om hur länge växthuseffekten funnits, vem som upptäckte den och vilken betydelse människans förbränning av fossila bränslen egentligen har. Det är tydligt att diskussionen med Laura inneburit ett perspektivbyte för Gandalf så att han nu inser att problematiken är betydligt mer komplex än vad han från början insåg. Gandalfs informationssökning vid andra arbetspasset får honom att fokusera hur den naturliga växthuseffekten egentligen fungerar. Detta gör att han successivt börjar förstå alltmer av strålningsbalansen, vilket i sin tur medför att han under andra arbetspasset tar ett kvalitativt steg i sin förståelse av problemställningen (från UK IV till UK V, se bilaga 5).

Även Laura påverkas av diskussionen. Hon inleder andra arbetspasset med att söka information som bekräftar att hon hade rätt i diskussionen med Gandalf. Detta innebär att hon söker information om den

naturliga växthuseffekten och hur den fungerar. Under sökandet vidgar hon samtidigt sina kunskaper om växthusgaserna och vilken betydelse de har. Detta gör att hon alltmer koncentrerar sig på sambandet mellan människans utsläpp av koldioxid och jordens medeltemperatur. Hennes informationssökande under andra arbetspasset medför också att hon fokuserar växthusgasernas betydelse och frågeställningen vad en utökad förbränning av fossila bränslen kan medföra i framtiden. Detta innebär att hon tar ett kvalitativt steg i sin förståelse under det andra arbetspasset (från UK III till IV). Det är tydligt att diskussionskonflikten påverkar både Gandalf och Laura att fokusera nya frågeställningar och upptäcka nya perspektiv, vilket medför att de inser att problemet är betydligt mer komplext än de tidigare insåg. På detta sätt bidrar diskussionskonflikten till att förtydliga brister hos dem båda som innebär att de går vidare och utvecklar nya kunskaper och en djupare förståelse av problemställningen.

*Tabell 3d.* Gandalfs och Lauras utveckling av kunskaper och förståelse under problemlösningssprocessen

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Gandalf	UK III	UK IV	UK V				UK VI		UK VI
Laura	UK I	UK II+III	<b>UK IV</b>		0	UK V			UK V

En samarbetskonflikt som resulterar i ett perspektivbyte är ofta positivt för elevernas kunskapsutveckling

### 11.6.3 Illahija hamnar utanför diskussionen

Om man följer diskussionsavsnittet ur Illahijas perspektiv framträder ett annat mönster. Trots att Illahija vid upprepade tillfällen försöker ta sig in i diskussionen lyckas hon egentligen aldrig med detta. Hon hamnar hela tiden utanför och ingen verkar ta notis om vad hon säger. Hon återkommer hela tiden till en frågeställning som endast marginellt berör

det som Gandalf och Laura diskuterar. Enligt Illahija har ozonskiktet en avgörande betydelse för växthuseffekten. Man skulle kunna säga att enligt hennes föreställning, vid denna tidpunkt, är det ozonskiktets tjocklek som reglerar jordens medeltemperatur. Hon tänker sig att "hålen" i ozonskiktet bidrar till en ökad instrålning från solen vilket medför en förhöjd medeltemperatur på jorden. När Gandalf och Laura diskuterar den naturliga växthuseffekten och den förstärkta växthuseffekten orsakad av mänsklighetens ökade förbränning av fossila bränslen tycks Illahija också uppfatta att hon diskuterar detta. En avgörande skillnad mellan eleverna är att Gandalf och Laura vid denna tidpunkt har uppfattningen att växthuseffekten beror på växthusgaser i atmosfären medan Illahija endast fokuserar ozonskiktet. Detta medför att Illahija har svårigheter att tillföra något till diskussionen och hamnar utanför kärnfrågan. Ett exempel på detta är när Laura hävdar att mänskligheten inte hade kunnat leva utan den naturliga växthuseffekten. Illahija avbryter då Laura för att fråga om ozonlagret inte alltid funnits. Om frågan, som egentligen är ett påstående, tolkas ur Illahijas perspektiv innebär detta att hon menar att eftersom ozonlagret alltid funnits måste detsamma gälla växthuseffekten. Laura tycks inte förstå vad Illahija menar utan blir istället lätt irriterad på henne. Ur Lauras perspektiv diskuterar Illahija fel frågeställningar eftersom Laura vet att ozonskiktet endast spelar en marginell roll. Dessutom avbryter Illahija Lauras diskussion med Gandalf om själva kärnfrågan. En ytterligare svårighet för Illahija är att hon blandar ihop marknära ozon med ozonskiktet i atmosfären.

Om man följer Illahijas problemlösningsprocess blir det tydligt att hennes förförståelse vid upprepade tillfällen hindrar henne från att utveckla en djupare förståelse av problemställningen. Redan i inledningen av problemlösningsprocessen har hon uppfattningen att det är ozonskiktets tjocklek som reglerar jordens medeltemperatur och att förtunningen av skiktet medför att medeltemperaturen stiger. Denna föreställning behåller hon ända fram till det 5:e arbetspasset. Under de fyra första arbetspassen påverkar föreställningen hennes fokus när hon söker information och när hon deltar i diskussioner. Det innebär att hon vid upprepade tillfällen söker information som inte direkt berör själva kärnan i problemställningen. Dessutom hindrar hennes föreställning henne från att ta till sig viktig information från kamraterna under diskussionerna.

I tidigare avsnitt framgår också att Illahija har en reproducerande lärattityd vilket ytterligare försvårar hennes möjligheter att utveckla kunskap. Hon tenderar att se informationen som isolerade delar som inte behöver sammanfogas. Hon söker reproducerbara svar och har problem att upptäcka att vissa frågeställningar hör ihop. Hennes informationssökning blir därför ofta slumpmässig och utan fokus. Samarbetet med Laura är dock positivt för Illahijas utveckling och påverkar hennes arbete alltmer ju längre problemlösningsprocessen fortgår.

#### 11.6.4 Lauras och Illahijas samarbete

Lauras och Illahijas samarbete är intensivt under i stort sett hela problemlösningsprocessen. De två läser ofta högt för varandra, berättar, formulerar frågor, diskuterar och resonerar om innehållet i det de läst. Även om det ibland kan vara tyst när de söker information eller läser en viktig text finns en underförstådd överenskommelse mellan dem att dela med sig när någon kommer över viktig information. De har dessutom ett språkligt samarbete i och med att de båda är flyktingar från Bosnien och har svenska som andraspråk. Detta innebär också att de hjälper varandra när problem uppstår. Beskrivningen av samarbetet nedan är från det femte arbetspasset då flickorna försöker sammanfatta vad de egentligen kan om växthuseffekten och om olika växthusgaser. Laura har vid detta tillfälle kommit längre i sin förståelse av problemställningen och hennes kunskaper motsvaras av utvecklingskategori IV. Illahija har problem eftersom hon fortfarande inte riktigt har förstått grunderna för att kunna förklara hur växthuseffekten fungerar. Hon blandar ihop växthuseffekten med nedbrytningen av ozonskiktet och ser de två fenomenen som ett och samma. I hennes föreställning innebär nedbrytningen av ozonskiktet att solinstrålningen ökar vilket medför att jordens medeltemperatur höjs. Hennes kunskaper om och förståelse av problemställningen motsvaras av utvecklingskategori II vid detta tillfälle.

## Samarbete mellan Laura och Illahija

### Arbetspass 5 (0.18.50-0.21.25)

*Laura och Illahija tittar tillbaka på problemställningen och diskuterar vad växthuseffekten egentligen är. Båda två tittar i sina anteckningar och försöker att sammanfatta vad de vet om problemställningen. Laura avbryter Illahija och vill att hon skall lyssna när hon läser ett viktigt avsnitt...*

**Laura:** Kolla, kolla här vad jag har hittat....Vad är växthuseffekt? I luften runt jorden finns atmosfären. Där finns många olika gaser. Gaserna gör att jordens klimat är relativt stabilt. De hindrar jordens värme att stråla rakt ut i rymden. Värmen stängs in ungefär som i ett växthus där glaset hindrar en del av värmen från att stråla ut. Vi är alla beroende av den naturliga växthuseffekten. Annars hade temperaturen varit -18 grader istället för 15 grader som den är nu... Vi är beroende av den...

*Det är tveksamt om Illahija har lyssnat ordentligt. Hon tittar ned i sina anteckningar och säger...*

**Illahija:** Vänta jag skall bara ...Vad är växthuseffekt?

*Laura som nu är inne i sina egna tankar tittar på Illahijas frågeställningar och upptäcker en annan frågeställning...Hon tittar ned i sina anteckningar och börjar läsa igen..*

**Laura:** Vad menas med växthusgaser? Endast en procent av atmosfären utgörs av olika växthusgaser. Koldioxid är en av de huvudsakliga växthusgaserna vid sidan om vattenånga....

**Illahija:** Vad är växthuseffekt? Det är den frågan vi skall kunna...

**Laura:** Ja, men det har jag ju precis läst. Nu är vi på vad menas med växthusgaser...

**Illahija:** Nej, det är fel! Vad menas med växthuseffekten?

*Laura förstår att Illahija inte lyssnat ordentligt när hon läste vid förra tillfället och läser upp samma stycke en gång till. När Laura läst klart blir Illahija tyst en stund och säger..*

**Illahija:** Ok, då kan vi säga...Man skall inte bara säga att det är ozon utan att det är gaser...

**Laura:** Det är växthuseffekten....Det är atmosfären som hindrar värmen genom växthusgaserna...(läser) Vad menas med växthusgaser? Kolla! Gaserna som vattenånga, koldioxid, lustgas, freon, ozon och metan kan absorbera värme. På samma sätt som glaset i ett växthus så att bara lite värme släpps ut.

**Illahija:** Du läser på fel frågor.

**Laura:** Nej, kolla på pappret... Vad menas med växthusgaser?

**Illahija:** Det står...Vilka gaser skapar växthuseffekten?

**Laura:** Det är samma fråga som vilka gaser skapar växthuseffekten!

*Laura läser stycket om växthusgaser igen och Illahija lyssnar.*

**Illahija:** Ja, det är det som ...alltså ozon är en växthusgas...

### 11.6.5 Analys av hur Illahijas och Lauras samarbete påverkar deras lärande

Under samarbetet läser Laura högt ett kort koncentrat om hur växthuseffekten fungerar vid två tillfällen. Hennes sammanfattning förklarar på ett enkelt och bra sätt grunderna hur växthuseffekten fungerar och vilken betydelse växthusgaserna har. Eftersom Illahija vid denna tidpunkt har en annan föreställning än Laura har hon svårt att förstå att frågorna om växthuseffekten och växthusgaserna hör ihop. Hon ser de båda frågorna som två separata frågeställningar som inte behöver sammanfogas. Samarbetet med Laura medför att hon får tillfälle att koppla ihop de två frågeställningarna och inse att gaserna som Laura läste om är detsamma som växthusgaserna. Under samarbetet med Laura får Illahija också klart för sig att ozon också är en av växthusgaserna vilket i sin tur underlättar för henne att ompröva sin tidigare föreställning. Samarbetet med Laura gör att hon även förstår att de två frågeställningarna om vilka gaser som skapar växthuseffekten och vad menas med växthusgaser egentligen är en och samma frågeställning. Detta underlättar ytterligare för Illahija när det gäller att förstå att det är växthusgaserna i atmosfären som hindrar en del av värmen från att stråla ut i rymden.

Den tidigare beskrivna samarbetssituationen mellan Laura och Illahija utgör endast ett kort exempel på samarbetet mellan de två eleverna.



De två fortsätter samarbetet på ungefär samma sätt igenom hela arbetspasset och med ett antal olika frågeställningar. Det är mycket tydligt att samarbetet med Laura har en positiv påverkan på Illahijas kunskapsutveckling. Efter det femte arbetspasset talar Illahija inte mer om växthuseffekten som nedbrytning av ozonskiktet. När hon i fortsättningen diskuterar växthuseffekten gör hon det utifrån föreställningen att det är gaser i atmosfären som hindrar värmen från att stråla ut. Vid ett senare tillfälle under detta arbetspass diskuterar flickorna dessutom riskerna för en global uppvärmning av jordens medeltemperatur och vilket roll mänsklighetens förbränning av fossila bränslen har i detta sammanhang. Illahija visar då att hennes förståelse av problemställningen motsvarar utvecklingskategori III. Illahija har alltså under detta arbetspass utvecklat sina kunskaper om från utvecklingskategori II till utvecklingskategori III.

*Tabell 3e.* Illahijas kunskapsutveckling under problem lösningsprocessen

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Ilahija	UK I	UK II			0	<b>UK III</b>			UK III

Samarbetet mellan flickorna har även positiv inverkan på Lauras utveckling. Under samarbetet blir Laura vid flera tillfällen tvungen att med egna ord försöka förklara för Illahija hur växthuseffekten egentligen fungerar och vad som menas med växthusgaser. Hon måste också under samarbetet försöka få Illahija att förstå att växthuseffekt och växthusgaser är två begrepp som är intimt sammankopplade. Genom att Laura på detta sätt vid flera tillfällen måste omformulera sina argument måste hon samtidigt också omstrukturera och reorganisera sina egna kunskaper så att hon kan övertyga Illahija. Detta innebär att hon transformerar relativt abstrakta begrepp till en för Illahija begriplig språknivå. För att lyckas med detta måste hon vid upprepade tillfällen förklara svåra ord och uttryck vilket också innebär att hon gör sina egna kunskaper tydliga och kommunicerbara. Detta har i sin tur också en positiv påverkan på de egna kunskapsstrukturerna eftersom det innebär att hon samtidigt förtydligar begreppen och teorierna för sig själv. Denna pro-

cess har stor betydelse för Lauras kunskapsutveckling. Även när Laura läser korta koncentrat av texter för Illahija är detta positivt för Lauras eget lärande. I sådana situationer tvingas hon göra ett noggrant urval av texter vilket innebär att hon måste välja ut det mest väsentliga. Hon måste med andra ord själv avgöra vilken kunskap som är själva kärnan för att Illahija skall förstå de grundläggande principerna vilket återigen gör att hon förtydligar begreppen för sig själv. Vid ett tillfälle under det femte arbetspasset för Laura ett resonemang med Illahija kring frågeställningen hur vissa forskare kan påstå att jorden går mot en ny nedsningsperiod samtidigt som andra påstår att jordens medeltemperatur ökar. Laura uttrycker vid detta tillfälle att det faktiskt är möjligt att båda har rätt eftersom de pratar om olika tidsperioder. Hon menar att den globala uppvärmningen kan ske inom de närmsta hundra åren medan det är 10 000-tals år mellan två istider. Detta resonemang tillsammans med flera andra under arbetspasset visar att Laura har utvecklat kunskaper som motsvarar utvecklingskategori V. Hon har alltså under detta arbetspass utvecklat sina kunskaper om och förståelse av problemställningen från utvecklingskategori IV till utvecklingskategori V.

*Tabell 3f.* Lauras kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Laura	UK I	UK II+III	UK IV		0	UK V			UK V

Lauras och Illahijas samarbete skulle kunna beskrivas som ett asymmetriskt samarbete. Trots att det finns relativt stora skillnader mellan elevernas kunskapsnivåer är det positivt för båda. Samarbete mellan de båda utmanar tidigare föreställningar/kunskaper och leder till ny kunskap på högre nivå. Exemplet visar dessutom hur elever "översätter" abstrakta vetenskapliga begrepp till ett vardagligt språk som båda kan förstå. Samarbetet är också ett bra exempel på hur en kamrat kan medverka till en förflyttning till nästa "proximal zon of development" (Vygotsky, 1929, 1978).

Ett asymmetriskt samarbete är positivt för de deltagande elevernas kunskapsutveckling.

### 11.6.6 Exempel på samarbete i C-gruppen

Eleverna i C-gruppen är Amanda, Felicia, Ingolf och Dr Alban. Samarbetet mellan eleverna påminner starkt om samarbetet i grupp B. Flickorna arbetar för sig och pojkarna för sig det mesta av tiden. Samarbete över könsgränserna är relativt ovanligt. Amandas och Felicias samarbete utvecklas successivt under problemlösningsprocessen och blir till slut mycket intensivt. Pojkarnas samarbete sker framförallt vid datorn och är mer inriktat mot att bedöma värdet av olika hemsidor på Internet än att diskutera problemställningen. Samarbetet mellan Amanda och Felicia är intressant ur flera perspektiv. Amanda försöker påverka Felicias lärattityd och fokus under hela problemlösningsprocessen vilket också successivt påverkar Felicias lärande på ett positivt sätt. I följande avsnitt beskrivs ett exempel på en sådan situation.

#### **Samarbete mellan Amanda och Felicia**

##### **Arbetspass 1 (1.04.35-1.05.10)**

*Amanda och Felicia bearbetar frågeställningen med olika fokus. Amanda läser en artikel om växthusgaser och Felicia läser en bok om Sydamerikas regnskogar. Felicia vill ha Amandas uppmärksamhet och säger...*

**Felicia:** Ha, ha, ha! Du kolla här regnskogarna har den temperaturen och Skåne har den temperaturen (hon reagerar över den stora temperaturskillnaden). Det kanske är ett.....

*Båda tittar i Felicias bok och funderar. Efter en kort stund kommer Felicia med en hypotes. Amanda lyssnar aktivt på Felicias resonemang.*

**Felicia:** Nej, men om regnskogarna går bort...fast det regnar ju...och då...

**Amanda:** Jag tycker inte du skall förväxla...jag tycker inte du skall beblanda dig med regnskogen. Jag tycker inte det har med det här att göra. Men visst vill du skriva om det så...

Felicia slår ihop boken och tittar efter vad Amanda läser.

**Arbetspass 3 (0.04.02-0.04.50)**

*Amanda och Felicia gör en spontan sammanfattning vad de lärt sig hittills. De går igenom olika frågeställningar. Amanda berättar för Ingolf vad de tänker göra. Han verkar inte speciellt intresserad.*

**Amanda:** (riktad mot Ingolf) Nu diskuterar vi vad vi har lärt oss och vad vi behöver lära oss.

**Felicia:** Okej. Vad är växthuseffekt?

**Amanda :** Det tycker inte jag att jag lärt mig något om...

**Felicia:** Inte jag heller.

**Amanda:** Jag tycker jag har lärt mig hur det blir istid. Det har jag skrivit om.

**Felicia:** Inte jag!

**Amanda:** Då kan jag hjälpa dig. Istid här upp blir det för att Golfströmmen kommer försvagas. Den kan byta riktning. Eller...för att temperaturskillnaden mellan vatten och luft är rätt stor nu. Blir den mindre så försvagas vattenströmmen. Förstår du?

**Felicia:** Varför försvagas den?

**Amanda:** För att....Öh...Temperaturskillnaden mellan luft och vatten... det är den som driver Golfströmmen norrut. Alltså om temperaturskillnaden mellan vatten och luft försvagas så försvagas Golfströmmen.

**Felicia:** Då blir här kallare?

**Amanda:** Ja, då blir här kallare och kallare. Det är den som gör att vi får värme.

**Felicia:** mmm...(tittar i sina papper) Vad menas med växthusgaser?

**Amanda:** Jag har lite, men jag tycker inte att jag har lärt mig riktigt vad som menas...

**Felicia:** Nej, Hur kan människor påverka...det har jag inte lärt mig något om...

**Amanda:** Nä.

**Felicia:** Framtidens klimat. Det har jag inte lärt mig något om....

**Amanda:** Den har vi lärt oss lite om. Det har du också skrivit om... Att det kan öka några grader och att det kanske kan bli istid.

Amandas och Felicias samarbete är omfattande och intensivt under nästan hela problemlösningsprocessen. Samarbetet utvecklas också successivt så att det mer och mer inriktas mot förståelse ju längre problemlösningsprocessen fortgår. I början är både Amanda och Felicia endast inriktade på att läsa upp vad man skrivit. Vid dessa tillfällen ställer de sällan följdfrågor till varandra och diskuterar egentligen inte själva problemställningen. Så småningom utvecklas deras samarbete så att de mer och mer diskuterar innehållet i vad de läser, berättar intressanta saker för varandra och delar med sig av viktig information. Det samma gäller när de använder datorn för informationssökning eller för kommunikation. Vid dessa tillfällen arbetar de nästan uteslutande tillsammans och hjälper varandra när svårigheter uppstår. De turas om att läsa på skärmen för varandra vilket ger båda tillfälle att stanna upp för att formulera frågor eller för att diskutera textens innebörd. Ett liknande samarbete utvecklas också när de söker information i böcker eller tidskriftsartiklar. Vid dessa tillfällen diskuterar de ofta värdet av informationen. Allteftersom problemlösningsprocessen fortskrider blir det också allt vanligare att både Amandas och Felicias informationssökande utgår från en frågeställning de kommit överens om att arbeta med. Detta är positivt för både Amanda och Felicia eftersom det innebär att de ständigt har en möjlighet att diskutera med eller ställa frågor till någon som är insatt i frågeställningen.

I den tidigare analysen av Felicias problemlösningsprocess framstod Felicias förhållningssätt som Reproducentens. Det medför att hon ofta skriver av innehållet i källorna. Felicia har också en tendens att se på innehållet som enbart fakta. Hon söker reproducerbara svar och har problem med att se att vissa frågeställningar hör ihop. Samband och mönster mellan de naturvetenskapliga begreppen och teorierna blir otydliga för Felicia och undervisningens innehåll svår att förstå.

Diskussionsavsnitten utgör exempel på situationer där Amanda aktivt försöker påverka Felicias lärattityd. De två flickorna angriper problemställningen utifrån olika fokus. Amanda läser en artikel om växthusgaser medan Felicia läser en bok om Sydamerikas regnskogar. Felicia vill diskutera regnskogarnas betydelse för växthuseffekten med Amanda. Enligt Felicias uppfattning vid den här tidpunkten har de minskade arealerna av regnskogar på jorden en avgörande betydelse för

den förstärkta växthuseffekten. Amanda har vid denna tidpunkt klart för sig att växthuseffekten har med växthusgaser i atmosfären att göra och hon inser att regnskogarna endast har en marginell betydelse. Amanda nöjer sig dock inte med det utan försöker också aktivt påverka Felicia att ändra fokus. Under de två första arbetspassen tar Amanda upp denna diskussion vid tre tillfällen. Om man följer Felicias problemlösningsprocess under de första arbetspassen blir det tydligt att Amandas påpekanden successivt påverkar Felicias fokus och informationssökande. Under andra arbetspasset inser Felicia att regnskogarna är ett sidospår och hon börjar läsa litteratur som är mer relevant för att förstå själva problemställningen. Det är också tydligt att denna förskjutning av Felicias fokus påverkar hennes förståelse av problemställningen så att hon tar ett kvalitativt steg i slutet av andra arbetspasset.

Diskussionen vid det tredje arbetspasset utgör ytterligare ett exempel på hur samarbetet med Amanda påverkar Felicias fokus och sätt att betarbeta problemställningen. Amanda vill att de skall sammanfatta vad de lärt sig under de första arbetspassen. Flickorna diskuterar golfströmmens betydelse för klimatet i norden, vad växthusgaser är och framtidens temperatur och klimat på jorden. Diskussionen är betydelsefull för båda flickorna eftersom den tydliggör vad de faktiskt kan och inte kan om frågeställningarna. På detta sätt blir det också tydligt för både Felicia och Amanda vilken kunskap de saknar och hur de skall gå vidare med arbetet. Diskussionen medverkar alltså till att flickorna för sig själva tydliggör de pusselbitar som saknas för att de skall kunna öka sin förståelse av problemställningen. Diskussionen påverkar dessutom Felicias informationssökning så att den i fortsättningen blir mer fokuserad kring några få relevanta kärnfrågor. På detta sätt har diskussionen indirekt en stor betydelse för Felicias kunskapsutveckling under resten av problemlösningsprocessen. Hon når slutligen en relativt god förståelse av problemställningen. Samarbetet med Amanda spelar en viktig roll i denna utveckling.

*Tabell 3g.* Felicias kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen

	Före arbetet V 5-7	4/3 pass 1	5/3 pass 2	11/3 pass 3	12/3 pass 4	16/3 pass 5	23/3 pass 6	25/3 pass 7	Efter arbetet V 12-13
Felicia	UK I		UK II		0		UK III		UK IV

Ett samarbete som utvecklar elevernas läraattityder är positivt för elevernas kunskapsutveckling.

Det förekommer många situationer i C-gruppen där samarbetet är positivt för gruppmedlemmarnas individuella lärande. Speciellt gäller detta samarbetet mellan Amanda och Felicia. Det finns också några situationer då alla fyra i gruppen deltar i samarbetet och utvecklar sitt lärande på ett positivt sätt. Men det finns också situationer då samarbetet inte lyckas. Dessa situationer är viktiga eftersom de uppenbart utgör ett hinder för gruppmedlemmarnas individuella lärande. Gruppen lyckas sällan få igång ett fruktbart samarbete då alla fyra deltar. Relativt ofta stannar samarbetet under dessa situationer vid att man läser högt för varandra. Det finns även ett antal situationer där förutsättningarna för lärande inte utnyttjas. Det är tydligt att eleverna är ovana vid en mer intensiv form av samarbete och inte riktigt vet hur de skall gå tillväga. Flera av eleverna nöjer sig med att läsa upp vad de skrivit och i bästa fall lyssna på kamraterna när de läser. De verkar inte heller förstå meningen med att diskutera, ställa frågor eller ifrågasätta felaktiga påståenden. Detta medför att ett antal positiva lärandetillfällen inte utnyttjas och elevernas möjliga kunskapsutveckling hindras.

### 11.6.7 Slutsatser: Samarbete positivt för elevernas lärande

När man analyserar alla gruppernas problemlösningsprocesser blir det tydligt att samarbete har stor betydelse för de flesta elevernas lärande och kunskapsutveckling. Det finns ett stort antal exempel på situationer då lärandet uppenbart påverkas positivt av samarbete. I flera av dessa situationer går det också att direkt relatera elevers kunskaps- och förståelseutveckling till samarbetssituationer. Detta är ett viktigt resultat eftersom det tidigare saknas studier där just denna relation förtydligas (se ex Johnsson & Johnsson, 1994; Koschmann, 1999).

Trots detta finns det mycket som tyder på att eleverna saknar erfarenhet av och färdigheter i hur man samarbetar effektivt. Det syns genom att de inte utnyttjar situationer där det finns goda förutsättningar för samarbete. Men det är stora individuella skillnader i förmågan att utnyttja samarbetet för den egna kunskapsutvecklingen. Elevers läraattityder spelar en viktig roll i detta avseende. För elever med läraattityder

som liknar Meningsskaparen, Etikern och Reproducenten har samarbetet en avgörande betydelse för hur man lyckas under problemlösningssprocessen. För Kunskapsbyggaren är samarbetet inte lika viktigt.

Flickorna är överrepresenterade i de lärattityder som vill samarbeta och/eller är beroende av samarbete för att utvecklas. Flickorna utnyttjar generellt samarbetsmöjligheterna bättre och förmår att använda dem på ett mer produktivt sätt i högre utsträckning än pojkarna. Pojkarnas samarbete är mer inriktat på att söka information tillsammans vid datorn och inte lika fokuserat kring att diskutera innehållsfrågor om problemställningen.

Analysen visar att samarbetsituationer medför en möjlighet att utmana tidigare förställningar och kunskaper som leder till nya kunskaper på en högre nivå. Dessutom underlättar samarbetet elevernas "översättande" mellan ett abstrakt naturvetenskapligt språk och ett vardagligt språk vilket ökar elevernas förståelse. Samarbete kan också medverka till att elever hjälper varandra till nästa "proximal zon of development" (Vygotsky, 1929, 1978). Ett framgångsrikt och utvecklande samarbete mellan elever kan alltså se ut på ett antal olika sätt. I detta avsnitt har jag identifierat några produktiva samarbetstyper:

- a. Samarbetskonflikt som resulterar i perspektivbyte.
- b. Asymmetriskt samarbete.
- c. Samarbete som utvecklar elevernas lärattityd.

Det finns i studien ett flertal exempel på att en samarbetskonflikt kan resultera i ett perspektivbyte. Dessa perspektivbyten har en avgörande betydelse för att åstadkomma en kvalitativ utveckling av kunskaper och förståelse för båda eleverna. I materialet finns exempel på elever som i början av problemlösningssprocessen endast kan se en sida av problemställningen. Exempelvis har Laura endast uppfattningen att växthuseffekten är en naturlig förutsättning för biologiskt liv på jorden. Gandalf har uppfattningen att växthuseffekten är ett miljöproblem orsakat av mänsklighetens utsläpp av fossila bränslen. Båda eleverna har egentligen rätt i sina antagande men kan endast se ett perspektiv i problemställningen. När dessa elever möts i en diskussion leder samarbetet till att de upptäcker nya perspektiv. De utvecklar därmed en ny förståelse



på en högre nivå. Diskussionen i sig leder inte alltid till en omedelbart förändrad förståelse utan resulterar i en ökad medvetenhet om att de egna kunskaperna inte är tillräckliga för att förstå hela problemställningen. Detta skapar en obalans som skapar en stark motivation att söka mer information och utveckla nya kunskaper.

Ett asymmetriskt samarbete innebär att två elever med relativt stora nivåskillnader när det gäller kunskap och förståelse har ett samarbete som är produktivt för båda. Det finns i studien ett flertal exempel på att denna typ av samarbete resulterar i en kunskapsutveckling för båda. I ett asymmetriskt samarbete har samarbetet olika funktioner för de inblandade eleverna. För den ena eleven kan samarbetet innebära att han/hon får tillfälle upptäcka sambandet mellan två eller fler frågeställningar eller begrepp. Dessa situationer underlättar en omprövning av tidigare föreställningar och leder till förståelse på en ny nivå. För den andra eleven innebär samarbetssituationen att hon/han måste omstrukturera och reorganisera sina egna kunskaper så att han/hon kan övertyga sin kamrat. Detta medför att han/hon måste transformera abstrakta begrepp till en för båda begriplig språknivå. För att lyckas med detta måste han/hon vid upprepade tillfällen förklara svåra ord och uttryck vilket medför att de egna kunskaperna blir synliggjorda och kommunicerbara. I denna situation sker dessutom en selektion av vilka kunskaper som utgör själva kärnan och de grundläggande principer som är avgörande för att förstå problemställningen. Detta arbete har en positiv inverkan på de egna kunskapsstrukturerna och leder vid flera tillfällen till en förståelseutveckling.

Det finns i studien också flera exempel på samarbete som utvecklar elevernas lärtattityd. Detta samarbete resulterar egentligen inte direkt i ett utbyte av information eller kunskaper. Det resulterar istället i att eleverna utvecklar sitt sätt att se på kunskap och lärande. Flera av eleverna i studien reproducerar endast källorna under början av problemlösningssprocessen. I detta avseende spelar det ingen roll om eleverna hämtar informationen via datorn eller på andra sätt. Ett produktivt samarbete kan bidra till att utveckla deras kunskapssyn vilket indirekt får stor betydelse för kunskapsutvecklingen. Detta sker genom en återkommande diskussion om fokus och informationssökning. I dessa diskussioner ifrågasätts värdet av den insamlade informationen i relation till problemställningen. Dessutom förekommer metakognitiva resonemang om olika inlärningsstrategier. Detta påverkar de inblandade ele-

vernas informationssökning så att den blir mer fokuserad kring några relevanta kärnfrågor. Genom att elever utvecklar sin kunskapssyn genom samarbetet möjliggör de en kunskaps- och förståelseutveckling som annars inte hade varit möjlig.

## 12 Sammanfattning och diskussion

### 12.1 Bakgrund till studien

Tidigare studier (Skolverket, 1996a) visar att en stor del av eleverna i grundskolan upplever den naturvetenskapliga undervisningen som tråkig, abstrakt och svårbegriplig. Flera attitydundersökningar (Wester, 1997; Sjöberg, 2000b) pekar också på att många elever utvecklar en negativ attityd mot naturvetenskap under sin grundskoletid. Mycket tyder på att elevernas attityder till undervisningen påverkar deras prestationer i negativ riktning. De nationella utvärderingarna visar att svenska elever har stora kunskapsbrister i de naturvetenskapliga ämnena. Enligt utvärderarna klarar endast en minoritet av eleverna i skolår nio enkla och grundläggande uppgifter (se Skolverket, 1993a; Skolverket, 1998). Dessa studier har emellertid kritiserats för bristande validitet och för att elevintervjuerna sker isolerade från sitt sammanhang (Säljö, 1995; Schoultz 2000). Min reanalys av några av dessa studier visar också att det är möjligt att dra andra slutsatser om elevernas kunskaper än vad man gör i de nationella utvärderingarna. Analysen tyder på att eleverna har goda baskunskaper men saknar erfarenhet av att tillämpa dessa i autentiska situationer.

Ur ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv (se Vygotsky, 1960/1986; Sutton, 1996; Coborn & Aikenhead, 1998) sker lärandet i en språklig interaktion med andra människor. Lärandet handlar om att utveckla kommunikativa färdigheter och förmåga att använda språket i olika sociala sammanhang. Säljö (1995, 2000) och Schoultz (2000) menar att människor kommunicerar på olika sätt och med olika innehåll beroende på i vilken kontext samtalet sker. Elevernas sätt att kommunicera om naturvetenskapliga begrepp och teorier är olika beroende på om de sitter i en intervjusituation med en forskare eller om de samarbetar med andra elever i den vanliga undervisningen. Min egen studie har fokuserat 20 elevers kunskapsutveckling när de i grupp försökt bearbeta en problemställning om växthuseffekten och

den globala uppvärmningen. Studien har genomförts i den vanliga skolmiljön. Syftet med studien är att ta reda på vilka faktorer som påverkar olika elevers kunskapsutveckling och studera hur interaktionen mellan eleverna påverkar deras kunskapsutveckling. Jag skall här lyfta fram några viktiga resultat från studien och diskutera dem i förhållande till sociokulturella- och socialkonstruktivistiska perspektiv. Resultaten diskuteras också i relation till tidigare studier om elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp och teorier.

Problemställningen berör jordens globala klimat, dess växthuseffekt och på vad sätt människans aktiviteter påverkar dessa fenomen. Problemet för elevernas har varit att undersöka och försöka förstå sig på de grundläggande faktorer som påverkar jordens globala temperatur i olika riktningar. De skall gruppvis presentera sin förståelse i muntlig och skriftlig form. Eleverna arbetar med problemet i grupp under ca 20 lektioner fördelade på sju arbetspass under fyra veckor.

Datamaterialet består av skriftliga för- och efterprov med tillhörande intervjuer, intervjuer om elevers livs-/ skolprojekt, elevernas anteckningar i processpärmor och videoupptagningar som har dokumenterats och analyserats. Uttalanden, antaganden, hypoteser och diskussioner dokumenterats med hjälp av fem videokameror. Totalt har över 50 timmars videoupptagningar och annat material analyserats.

## 12.2 Resultat av den genomförda studien

### 12.2.1 Elevernas kunskapsutveckling

Resultatet visar att merparten av eleverna har en mycket positiv kunskapsutveckling. Av studiens 20 elever når 16 målen för kursplanerna i grundskolan. Mer än hälften av eleverna når de två högsta utvecklingskategorier som jag konstruerat, vilket motsvarar en mycket god förståelse av växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Detta innebär exempelvis att de förstår vilka mänskliga aktiviteter som kan bidra till den förstärkta växthuseffekten och uttrycker tankar om hur mänskligheten kan förhindra en global uppvärmning. En fjärdedel av eleverna når den högsta utvecklingskategorien. Dessa elever ger exempelvis uttryck för en mycket god kunskap om hur växthusgaserna verkar och

hur jordens strålningsbalans fungerar. Jämfört med beskrivningar av elevernas förståelse i andra studier inom området (se Skolverket 1998; Boyes & Stanisstreet, 1997b) är resultaten i denna studie mycket goda.

Studien stöder tidigare resultat som tyder på att en viktig faktor för att utveckla god förståelse är att ha god förförståelse. Elever som har god förförståelse når således också i denna studie längre än de elever som helt saknar förkunskaper inom området. Men detta kan endast delvis förklara varför elever utvecklas olika under problemlösningsprocessen. I min studie finns det elever som trots svag förförståelse utvecklar goda eller mycket goda kunskaper. Åtta av eleverna utvecklar, trots svaga förkunskaper, förståelse motsvarande de två högsta utvecklingskategorierna. Alla elever har dock inte haft en lika positiv utveckling. Sex av eleverna har en relativt svag kunskapsutveckling. De utvecklas endast ett eller två utvecklingssteg och når inte de två högsta utvecklingskategorierna.

Intressant är att flickornas resultat överträffar pojkarnas. Ett antal studier (se Staberg, 1992; Skolverket, 1996a) visar att flickor generellt presterar sämre än pojkar i de naturvetenskapliga ämnena. Flera av dessa studier visar att skillnaden mellan flickors och pojkars prestationer i skolan är som störst just i dessa ämnen.

### 12.2.2 Sex utvecklingskategorier

I studien har elevernas kunskaper studerats både som förkunskaper och som slutprestationer. Till skillnad från många av de tidigare refererade studierna har studien även försökt följa elevernas kunskapsutveckling under problemlösningsprocessen. Detta har framförallt gjorts via videoupptagningar och annat insamlat material. I analysen av dessa har jag kunnat iaktta olika nivåer i elevernas sätt att förstå växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Utifrån en analys av varje elevs kunskaper före problemlösningsprocessen har sex utvecklingskategorier konstruerats. Jag har valt att kalla dem för utvecklingskategorier eftersom de representerar en kunskapshierarki. De sex utvecklingskategorierna kan kortfattat beskrivas utifrån rubrikerna:

- I Växthuseffekt? – Vad är det?
- II Växthuseffekt har med ozonlager och försurning att göra.
- III Jorden är som ett växthus.

- IV Växthuseffekten har med gaser i atmosfären att göra.
- V Växthuseffekten har alltid funnits men förbränningen av fossila bränslen förstärker effekten.
- VI Växthuseffekten är en balans mellan ingående solstrålning och utgående värmestrålning.

Med utgångspunkt från för- och efterprov med uppföljande intervjuer och genom en tidskrävande analys av videoupptagningar har det varit möjligt att beskriva varje enskild elevs kunskapsutveckling under problemlösningssprocessen. Analyser av elevernas uttalanden, påståenden, hypoteser, argument och resonemang, liksom deras prioriteringar, formuleringar av nyckelfrågor och förmåga till samarbete har genomförts. Detsamma gäller elevernas bidrag till och aktiva deltagande i diskussioner, redovisningar och andra gruppgemensamma aktiviteter. Dessutom har elevernas förmåga att fokusera olika delar av problemställningen och elevernas informationssökning, val av texter och kritiska granskning av källor analyserats. Sammantaget har detta skapat en möjlighet att beskriva vilka situationer och faktorer som påverkar elevernas lärande under arbetet.

### 12.2.3 Kvalitativa utvecklingssituationer

Jag har försökt beskriva varje elevs utveckling utifrån specifika situationer under problemlösningssprocessen. I dessa situationer har en kvalitativt ny förståelse kunnat iakttagas under analysen av videoupptagningarna. Dessa situationer, som jag kallar kvalitativa utvecklingssituationer, indikerar att eleven förstår problemställningen på en kvalitativt högre nivå. Den kvalitativa utvecklingssituationen utgör därmed grunden för att placera eleven i en högre utvecklingskategori. Detta tillvägagångssätt har använts för att beskriva elevernas kunskapsutveckling under problemlösningssprocessen.

### 12.2.4 Elevernas lärstrategier

Det är stora skillnader mellan elevers sätt att bearbeta problemställningen. Elever med stark kunskapsutveckling bearbetar problemställningen på andra sätt än de elever som har en svag utveckling. Den stora skillnaden ligger framförallt i att framgångsrika elever använder mer

effektiva strategier än vad de mindre framgångsrika eleverna gör. Ett exempel på detta gäller förmågan att formulera relevanta och produktiva ”nyckelfrågor”. Dessa kan definieras som avgörande frågor som ifrågasätter tidigare antaganden. Svaren på frågorna hjälper eleven att bekräfta eller förkasta hypoteser eller frågeställningar och därmed successivt utveckla ny förståelse. Andra studier (Barba & Ruba, 1992) har visat att de goda problemlösarna i större utsträckning än andra förmår att omstrukturera problem och formulera nya frågor. De framgångsrika eleverna i min studie förmår i högre grad ” hålla fast” och återkomma till viktiga frågeställningar även om de inte lyckas hitta relevant information med en gång. De ställer kritiska och relevanta följdfrågor till sina kamrater vid redovisningar och diskussioner. De elever som har en stark kunskapsutveckling under arbetet tycks vidare ha god kännedom om vilka kunskaper de har och vilka de saknar för att förstå en frågeställning. Man skulle kunna uttrycka det som att dessa elever har en bättre metakognitiv medvetenhet än andra elever. Allwood & Reinman (1999) menar att metakognition handlar om den kunskap individen har om sin egen kunskap och om sig själv samt förmågan att tillämpa dessa i olika situationer. De visar att högpresterande elever kan använda denna förmåga i större utsträckning än andra elever. Min studie bekräftar detta och visar även att denna förmåga gör dem mer fokuserade än andra elever under informationsökningsprocessen. För de mindre framgångsrika eleverna är informationssökningen mer slumpmässig och förmågan att formulera frågor inte lika utvecklad.

En annan viktig skillnad ligger i att de framgångsrika eleverna skriver mer ordrika och detaljerade sammanfattningar. Dessa elever skriver också vanligtvis med egna ord och undviker direkta avskrifter. På detta sätt underlättas transformationen av den nya informationen till egna ord och en personlig förståelse skapas. Det är mycket tydligt att denna ”översättningsfas” har stor betydelse för hur eleverna konstruerar kunskap av information. Ytterligare en tydlig skillnad ligger i att de framgångsrika eleverna förmår att använda flera källor samtidigt under informationssökningen. De mindre framgångsrika eleverna använder en källa i taget. Förmågan att använda flera källor samtidigt har avgörande betydelse för elevernas kunskapsutveckling. Mina resultat bekräftas av tidigare studier (Barba & Ruba, 1992).

Ett effektivt samarbete visar sig vara av betydelse för elevers kunskapsutveckling. Det finns i materialet flera exempel på elever som

studerar ett antal böcker och tidskrifter samtidigt som de har ett intensivt samarbete med en annan elev som söker information via Internet. Detta samarbete är oftast fokuserat på några få men avgörande frågeställningar som diskuteras intensivt när ny och intressant information dyker upp. Även när det gäller att utnyttja samarbetet effektivt finns stora skillnader mellan de framgångsrika och mindre framgångsrika eleverna. Det är betydligt vanligare att de framgångsrika eleverna förmår att använda samarbetsituationer på ett mer kreativt och effektivt sätt. Flera av de elever som har den starkaste kunskapsutvecklingen under problemlösningsprocessen visar god samarbetsförmåga och tar till sig information oavsett varifrån den kommer. Det är tydligt att elever som skapar bra samarbetsituationer ökar tillgången till viktig och relevant information. Under samarbetet får dessa elever också tillfälle att diskutera, testa antaganden och hypoteser vilket har en positiv inverkan på deras kunskapsutveckling.

Det finns emellertid elever som avviker från ovanstående beskrivning. De samarbetar ytterst sparsamt men har ändå en positiv utveckling under arbetet.

Sammanfattningsvis visar studien att de framgångsrika eleverna skiljer sig från sina mindre framgångsrika kamrater genom att de:

- Formulerar relevanta och produktiva ”nyckelfrågor” och hypoteser som ifrågasätter tidigare antaganden.
- Återkommer och håller fast vid avgörande frågeställningar.
- Formulerar relevanta och kritiska följdfrågor till sina kamrater.
- Utnyttjar sin kännedom om vilka kunskaper de har och vilka kunskaper de saknar.
- Skriver detaljerade sammanfattningar med egna ord.
- Utnyttjar samarbetet på ett kreativt och effektivt sätt.
- Använder flera källor samtidigt.

### 12.2.5 Lärattityder

Jag har i studien visat att det finns ett samband mellan elevers olika lärstrategier och deras kunskapsutveckling. Elevernas varierande framgång förklaras emellertid inte helt av vilka lärstrategier de använder. Det tycks som om varje elev har ett grundläggande förhållningssätt till



undervisningen vilket påverkar deras sätt att agera i den studerade undervisningen. Jag har konstruerat fem olika förhållningssätt som jag valt att kalla ”lärottityder”. Lärottityderna har både en teoretisk och en empirisk utgångspunkt. Exempelvis har studier (Skolverket, 1996a; Wester, 1997; Sjöberg, 2000b) om elevers attityder till naturvetenskaplig undervisning och Costas studie (1995) om elevers upplevelser av skillnaden mellan ”den egna världen” och den ”naturvetenskapliga världen” underlättat konstruktionen av lärottityderna. Jag har dock funnit att Costas (1995) kategorier inte har varit tillräckliga för att beskriva hur elever arbetar under problemlösningsprocessen utan utvecklat nya kategorier. De fem lärottityder jag konstruerat är följande:

#### *Meningsskaparen*

Meningsskaparen försöker sätta undervisningens innehåll i ett för sig själv begripligt och meningsfullt sammanhang. Hon/han strävar efter att förstå hur undervisningens innehåll kan relateras till vardagen, omvärlden och vilken betydelse det har för det egna livet. Meningsskapandet blir på detta sätt en ständigt pågående process där undervisningens innehåll hela tiden vägs emot och jämförs med det egna livet och den egna världsbilden. Samarbete, diskussioner och resonemang med andra elever är en drivkraft och ett viktigt inslag i meningsskaparens läroprocess. Hon/han ges då tillfälle att kommunicera, berätta, ställa frågor, formulera hypoteser och se hur andra reagerar på olika påståenden.

#### *Kunskapsbyggaren*

Kunskapsbyggaren strävar efter att självständigt bygga upp och konstruera en övergripande struktur över och förståelse av ämnesinnehållet. De naturvetenskapliga begreppen och teorierna jämförs med och relateras till varandra så att en successivt ökande kunskap och förståelse utvecklas. Om Kunskapsbyggaren upplever att den egna kunskapsstrukturen har svagheter eller brister går hon/han på egen hand vidare för att söka ny information. Detta kunskapsbyggande är framförallt en inre tankeprocess som i stor utsträckning är oberoende av omgivningen. Samarbete och diskussioner med andra elever är inte avgörande för att Kunskapsbyggaren skall lyckas bygga upp eller utveckla sin egen förståelse.

### *Etikern*

En förutsättning för att Etikern skall kunna utveckla kunskaper om skolans naturvetenskap är att undervisningen innehåller diskussioner om värderingsfrågor och etiska ställningstaganden. När detta är i fokus i undervisningen blir etikern intresserad och engagerad vilket skapar en drivkraft att förstå de naturvetenskapliga begreppen och teorierna. Samarbete och diskussioner är viktiga inslag i Etikerns läroprocess. I dessa situationer får hon/han en möjlighet att delge andra sina synpunkter, utveckla nya idéer och diskutera sina hypoteser. På detta sätt får Etikern också tillfälle att höra andras idéer och perspektiv vilket har en positiv betydelse för att utveckla förståelse och lärande.

### *Reproducenten*

Reproducenten ser innehållet i skolans naturvetenskapliga undervisning som enbart fakta eller isolerade delar som inte behöver sammanfogas till en förståelig helhet. Denna elevtyp söker inte heller efter mening eller försöker relatera det hon/han läser till något meningsfullt sammanhang. Hon/han söker vanligtvis färdiga och reproducerbara svar och har problem med att se att vissa frågeställningar hör ihop, upptäcka motsättningar och göra jämförelser. Samband och mönster mellan de naturvetenskapliga begreppen och teorierna blir på detta sätt otydliga och undervisningens innehåll svår att förstå. Om undervisningen inte innehåller moment som tydliggör samband och moment som utvecklar elevers metakognitiva förmåga ökar risken att Reproducenten bibehåller sin lärattityd och endast utvecklar ytkunskaper. Samarbete ger Reproducenten tillfälle att se hur andra elever arbetar, vilka strategier de använder och höra hur de resonerar.

### *Relationsunderhållaren*

Relationsunderhållaren är inte särskilt intresserad av skolans naturvetenskapliga undervisning. Ofta har hon/han aldrig förstått meningen eller det bakomliggande syftet med undervisningen och den upplevs därför som meningslös och ointressant. Skolan har ändå en viktig roll i relationsunderhållarens vardag och liv eftersom den ger möjligheter att träffa kompisar och skapa nya sociala kontakter. En stor del av skoldagen går åt till att underhålla och utveckla det sociala kontaktnätet och det utvecklats successivt till att bli huvuduppgiften i skolan. Relationsunderhållaren upplever samarbete och gruppdiskussioner som en viktig

och spännande sysselsättning i skolan. Under dessa situationer får hon/han ytterligare möjligheter att utveckla sitt huvudintresse och det mesta av tiden går åt att prata om annat än själva skolarbetet.

### 12.2.6 Lärattityd och kunskapsutveckling

Om man relaterar olika elevers kunskapsutveckling till vilken lärattityd de visar framträder ett tydligt mönster. Mönstret syns antingen man ser till den kunskapsnivå eleverna uppnår eller till antalet utvecklingskategorier som eleven genomgår. De 12 elever som når någon av de två högsta utvecklingskategorierna ger uttryck för ett förhållningssätt som Meningsskapare, Kunskapsbyggare eller Etiker. Detsamma gäller de elever som har en stark utveckling av kunskaper under problemlösningssprocessen. Av de tio elever som genomgått tre eller fyra utvecklingssteg förhåller sig nio som Meningsskapare, Kunskapsbyggare eller Etiker. I studien framstår således ett påtagligt samband mellan en positiv utveckling av kunskaper under problemlösningssprocessen och vilken lärattityd eleverna visar.

Om man istället tittar på de sex elever som endast genomgår ett eller två utvecklingssteg och som inte heller når någon av de två högsta utvecklingskategorierna blir bilden en helt annan. Av dessa elever visar fyra en reproducerande lärattityd mellan två kategoriserats som Relationsunderhållare. Skillnaden i resultat mellan de elever som har någon av de tre framgångsrika lärattityderna och de eleverna som har de mindre framgångsrika är mycket stor. Elevernas lärattityder synes ha en avgörande betydelse för hur de utvecklar kunskaper under problemlösningssprocessen.

### 12.2.7 Samarbete påverkar elevernas kunskapsutveckling

Analysen av elevernas kunskapsutveckling visar att elevernas nyttjande av samarbete är en av de faktorer som tydligast har samband med en positiv kunskapsutveckling. I denna studie har det varit möjligt att relatera enskilda elevers kunskapsutveckling till olika samarbetsituationer. Denna möjlighet har, enligt min kännedom, saknats i andra studier (se Johnson & Johnson, 1994; Koschmann, 1999). Jag har identifierat några typer av samarbete som förefaller mer produktiva än andra. Dessa beskrivs i följande ruta.

### **Produktiva samarbetstyper**

- A. Samarbete som resulterar i perspektivbyte.
- B. Asymmetriskt samarbete.
- C. Samarbete som utvecklar elevernas lärattityder.

Samarbete som resulterar i perspektivbyte leder också till en kvalitativ utveckling av kunskaper för båda eleverna. Det finns exempel på elever som i början av problemlösningsprocessen endast kan se en sida av problemställningen. När dessa elever möts i en diskussion kan samarbetet leda till att de upptäcker nya perspektiv och därmed utvecklar sin förståelse på en högre nivå. Diskussionen leder emellertid inte alltid till en omedelbart förändrad förståelse utan kan gå över i en ökad insikt om att de egna kunskaperna inte är tillräckliga för att förstå hela problemställningen. Denna insikt resulterar ofta i en kognitiv obalans (jämför Piaget 1972) som skapar en stark motivation att söka mer information och att utveckla nya kunskaper.

Asymmetriskt samarbete innebär att två elever med relativt stora skillnader när det gäller kunskap och förståelse samarbetar på ett sätt som är produktivt för båda. Samarbetet är positivt för båda men har olika funktioner. För den ena eleven kan samarbetet innebära en omprövning av tidigare föreställningar och leda till förståelse på en ny nivå. För den andra eleven innebär samarbetssituationen att eleven måste omstrukturera och reorganisera sina egna kunskaper så att han/hon kan övertyga sin kamrat. Hon/han måste transformera abstrakta begrepp till en för båda begriplig språknivå och välja ut vilka kunskaper som utgör själva kärnan i problemet. En liknande samarbetstyp finns också beskriven i en studie av Johnson och Johnson (1989).

Samarbete som utvecklar elevernas lärattityder resulterar inte direkt i ett utbyte av information eller kunskaper. Istället leder det till att eleverna utvecklar sitt sätt att se på kunskap och lärande. Flera av eleverna i studien nöjer sig med att reproducera källorna i början av problemlösningsprocessen. De har en tendens att se på innehållet som enbart fakta eller isolerade delar och söker färdiga och reproducerbara svar. Utvecklingen sker genom diskussioner om fokus med andra elever i gruppen och om vilken information som skall sökas. I dessa diskussioner ifrågasätts också värdet av den insamlade informationen i relation till

problemställningen. Dessutom för eleverna metakognitiva resonemang om olika inlärningsstrategier.

Studien visar emellertid att förmågan att utnyttja samarbete för sin egen kunskapsutveckling varierar. Samarbete är det vanligast förekommande arbetssättet för 14 av studiens 20 elever. Fyra av eleverna samarbetar lika lång tid som de arbetar självständigt och två av eleverna samarbetar ytterst sällan. Flickorna utnyttjar samarbetsmöjligheterna bättre och förmår att använda dem på ett mer produktivt sätt än pojkarna. Studien pekar också på att samarbete mellan elever utvecklas positivt när det upplevs som ett fritt val och en möjlig resurs under arbetet. Men det är också tydligt att många elever behöver träna samarbete för att utnyttja samarbete på ett effektivt och kunskapsutvecklande sätt.

## 12.3 Diskussion

### 12.3.1 Samtal och lärande

Det förekommer ett stort antal kunskapsutvecklande samtal mellan eleverna. Elever använder samtalet aktivt som sitt främsta redskap för att pröva värdet av sina kunskaper och för att tillägna sig nya. Erfarenheten från studien kan förstås med hjälp av ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärandet (Vygotsky, 1960/1986; Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 2000; Sutton, 1996; Coborn & Aikenhead, 1998). Den språkliga interaktionen mellan eleverna utvecklar elevers kommunikativa färdigheter och deras förmåga att utveckla kunskaper om problemställningen. Detta underlättar förståelsen och skapar förutsättningar att utveckla nya kunskaper. Många av eleverna är också involverade i en socialisationsprocess som skapar en gemensam språklig och social värld vilket underlättar en gemensam konstruktion av mening. Liknande resultat finns också i tidigare studier av Palincsar och Herrenkohl (1999).

Vygotsky (1929, 1978) kallade skillnaden mellan de uppgifter en elev kan lösa på egen hand och de uppgifter hon/han kan lösa under medverkan av en vuxen för "The zone of proximal proximal development". Utvecklingszonen tydliggör elevens begreppsmässiga förståelse och de kognitiva processer som är under utveckling. Läraren får i

Vygotskys teori en central plats och en avgörande roll för elevernas utveckling. I denna studie framkommer att elevers samtal med andra elever medverkar till att de utvecklar nya kunskaper och ”lyfter sig till nästa utvecklingszon” utan direkt medverkan av en lärare. Det finns dock en indirekt medverkan eftersom läraren har konstruerat både problemställningen och undervisningssituationen och deltar som handledare.

Elever som har en kunskapsbyggande lärattityd deltar sällan i samtalet. De tycks inte behöva samtalet som stöd för sin kunskapsutveckling utan föredrar att arbeta ensamma under större delen av problemlösningsprocessen.

### 12.3.2 Meningsskapare och Etiker gynnas av arbetssättet

Studien har givit stort utrymme åt elevernas försök att i grupp skaffa en begriplig bild av en problemställning som inte har någon enkel lösning eller något bestämt svar. I denna uppläggnings finns antagandet att elever kan lära av varandra och att arbete i grupp är värdefullt när elever söker information, diskuterar värdet av informationen och delger varandra vad de kommit fram till. Dessa antaganden grundar sig i en syn på lärande som utgår ifrån att lärandet konstrueras i en språklig interaktion med andra människor. Andra empiriska studier bekräftar dessa antaganden. Tobin (1996) hävdar exempelvis att lärande konstrueras ur flera elevers gemensamma skapande av mening vilket resulterar i att eleverna tillägnar sig olika språkliga uttryck och erfarenheter. Hertz-Lazarowitz och Miller (1992) har visat att elever utvecklar sin förmåga att hitta mer effektiva Lösningsstrategier när de får lösa problem i grupp än när de arbetar ensamma. I andra studier (Slavin, 1990) framkommer att två eller flera individer kan lösa olika typer av problem signifikant bättre när de samarbetar än när de arbetar individuellt. Forskning om ”collaborative learning” (Kochmann, 1999) eller ”peer learning” (Hogan & Tudge, 1999) bekräftar att elever lär av varandra när de ställs inför kognitiva konflikter, motstridande uppfattningar och inadekvata resonemang under samarbetet.

Resultaten från min studie ger en mer sammansatt bild. Hur eller om eleverna har nytta av undervisningens uppläggnings beror på hur de förhåller sig till undervisningen. Detta förhållningssätt är i sin tur relaterat till elevernas förkunskaper, tidigare erfarenheter av framgångsrika

strategier i skolans naturvetenskapliga undervisning, likaväl som deras allmänna erfarenheter av skolan. Jag har benämnt detta förhållningssätt som elevernas lärattityd. I denna finns även en tolkning av den aktuella uppgiften och dess kontext. Det visar sig således att elevernas utnyttjar upplägget olika. Problemställningens utformning och det relativt fria arbetssättet ger elever med ett meningsskapande förhållningssätt goda förutsättningar att skapa mening ur den insamlade informationen. Detta underlättar för eleven att relatera innehållet till det egna livet, till vardagen och till omvärlden. I och med att problemställningen har en värderingssida och är relaterad till miljö och samhällsfrågor ges elever med ett förhållningssätt som Etikern möjligheter att utveckla sina värderingar. För elever med dessa lärattityder synes det vara av avgörande att få samarbeta och diskutera med andra elever. Detta skapar tillfälle att berätta, ställa frågor, formulera hypoteser och se vilka strategier andra elever använder. Både Meningsskaparens och Etikerns lärattityder stämmer alltså mycket väl med en sociokulturell eller socialkonstruktivistisk beskrivning av lärande. Det finns också en viss överensstämmelse med Costas (1995) ”andra smarta elever” som inte upplever den naturvetenskapliga undervisningen som särskilt svår men saknar ett personligt värde i den.

Flickor är överrepresenterade i båda dessa lärattitydgrupper. Ett antal studier (Wester, 1997; Sjöberg, 2000) pekar på att flickor och pojkar erbjuds olika villkor i skolans naturvetenskapliga undervisning. Staberg (1992) menar att det i traditionell naturvetenskaplig undervisning existerar ett socialt konstruerat köns- eller genussystem som missgynnar flickor eftersom deras verbala förmåga och vilja till samarbete inte utnyttjas. Andra studier (Skolverket, 1996a) visar att det existerar signifikanta skillnader mellan flickors och pojkars prestationer i de naturvetenskapliga ämnena. Dessa skillnader är nästan uteslutande till pojkarnas fördel. Det finns dock starka skäl att anta att flickornas goda resultat i denna studie beror på att arbetssättet och problemställningen framförallt gynnat elever med ett förhållningssätt som Meningsskaparen och Etikern. Andra studier (Lie & Sjöberg, 1984; Skolverket, 1993c; Aikenhead, 1994) pekar också på att flickor vill att den naturvetenskapliga undervisningen i högre grad skall utgå från verkliga problemställningar, bygga på samarbete och ge eleverna möjligheter att vara med och planera. Det fria arbetssättet i denna studie skapar just dessa förutsättningar. Eleverna har dessutom erbjudits möjligheter att angripa pro-

blemställningen utifrån ett miljö- eller djurrättsperspektiv vilket ytterligare ökat motivationen för elever med ett förhållningssätt som Etikern. Också en annan studie (Ödegaard 2001) visar att flickor som får arbeta med värderingsfrågor och reella problemställningar blir mer intresserade av naturvetenskaplig undervisning. Solomon (1992) pekar på signifikanta skillnader mellan pojkars och flickors sätt att argumentera och angripa frågeställningar. Flickorna är mer kritiska och ifrågasättande när de får tillgång till ny information än vad pojkarna är, något som också syns i min studie.

### 12.3.3 Utveckla Reproducenternas lärattityd

Alla flickor i denna studie har emellertid inte lika stark kunskapsutveckling. Flickorna är också starkt överrepresenterade i gruppen av elever med en reproducerande lärattityd. Dessa elever har en svag eller mycket svag kunskapsutveckling. Framförallt beror detta på att deras lärattityd hindrar dem att utveckla en djupare förståelse av problemställningen. De elever som har klassificerats som Reproducenter har en tendens att se på det naturvetenskapliga innehållet som enbart fakta eller isolerade delar som inte behöver sammanfogas till en förståelig helhet. Reproducenterna har egentligen inte förstått att uppgiften går ut på att de skall förstå. Den lärattityd som dessa elever visar påminner om Costas (1995) ”jag vet inte elever”. De förväntar sig förutsägbara frågor av läraren som kan besvaras med enstaka ord eller meningar. Det är möjligt att denna lärattityd är ett inlärt beteende och går att förändra eller utveckla. En sådan slutsats stöds av iakttagelsen att några av eleverna med en reproducerande lärattityd är betydligt mindre reproducerande i slutet av problemlösningsprocessen än i början. Andra elever i denna grupp förändrar inte sin reproducerande lärattityd märkbart under arbetet. De som förändrar sin lärattityd gör det med hjälp av ett intensivt samarbete med andra elever. Det finns i studien ett flertal exempel på meningsskapande elever som försöker påverka andra elever genom ständigt återkommande diskussioner om vad man skall läsa, vad som är viktigt att förstå och hur man söker relevant information. Samarbetet resulterar efter hand i en successiv utveckling mot ett allt mindre reproducerande arbetsätt. Denna typ av produktivt samarbete har tidigare beskrivits som ”samarbete som utvecklar elevernas lärattityder”. Det finns dock en hel del som pekar på att flera av de reproducerande elevernas lärattityd är starkt förankrad och inte enkel att förändra.



Merparten av de elever som har en reproducerande lärattityd förändrar inte sin lärattityd märkbart under problemlösningsprocessen. Studiens slutsats är att denna lärattityd utgör ett stort hinder för att utveckla en djupare förståelse. Av eleverna med en reproducerande lärattityd når ingen de högsta utvecklingskategorierna. En hypotes är att en utveckling av deras lärattityd skulle kunna bidra till en mer positiv kunskapsutveckling för dessa elever. Att låta elever med en reproducerande lärattityd samarbeta med andra elever kan vara en av flera viktiga åtgärder för att åstadkomma en förändring.

En grundlig förändring av Reproducentens lärattityd är tidskrävande eftersom lärattityderna troligen både är kontextberoende och väl förankrade. Förändringen måste åstadkommas av eleverna själva men undervisningen kan skapa situationer som underlättar och stimulerar till förändring. En åtgärd är att ge eleverna möjlighet till att utveckla sin förståelse av sitt eget lärande och av sin metakognitiva förmåga. Baird (1987) visar i en studie att det går att utveckla elevernas kunskapsyn genom att i den normala undervisningen diskutera lärande och lärstrategier. Studien pekar på att elevernas reflektion över sitt eget lärande gör dem mer medvetna om hur de lär sig på bästa sätt, hur de blir mer effektiva och hur de utvecklar nya lärstrategier. Allwood och Reiman (1999) menar att en medveten träning av elevernas metakognitiva färdigheter förbättrar eleverna skolprestationer väsentligt. En medveten och genomtänkt träning av Reproducentens metakognitiva förmåga kan vara nyckeln till en utveckling av deras lärattityd.

#### 12.3.4 Kunskapsbyggarna gynnas av en traditionell No-undervisning

Välmotiverade pojkar med intresse för skolans naturvetenskapliga undervisning är överrepresenterade bland Kunskapsbyggare. Elever med detta förhållningssätt är framgångsrika i denna studie. En övervägande del av eleverna med en kunskapsbyggande lärattityd har god förståelse redan innan problemlösningsprocessen påbörjas. Kunskapsbyggaren visar ofta god förmåga att självständigt bygga sin egen förståelse. Den egna viljan att förstå samband och sammanhang skapar en inre drivkraft och motivation för arbetet. Om Kunskapsbyggaren upplever att den egna kunskapsstrukturen har svagheter eller brister går han/hon på egen hand vidare för att söka information. Kunskapsbyggandet är fram-

för allt en självständig, inre process oberoende av samarbete med andra elever. Elever med en lärattityd som Kunskapsbyggaren väljer i stor utsträckning att arbeta självständigt. Man kan något förenklat kunna beskriva Kunskapsbyggarens kunskapsbyggande utifrån en individuell konstruktivism där det sociala elementet inte är kamraterna utan samhälleliga artefakter i form av texter av olika slag.

Elever med ett kunskapsbyggande förhållningssätt gynnas av det relativt fria arbetssätt som tillämpas i denna studie. De får möjligheter att söka information i egen takt, rita modeller och skriva detaljerade sammanfattningar. Ofta har eleverna god kunskap om vilken information han/hon saknar för att ytterligare fördjupa sin kunskap och förståelse. Detta innebär att informationssökningsprocessen underlättas och tiden utnyttjas mer effektivt. Kunskapsbyggarens självständighet och inre drivkraft innebär troligen att han/hon är oberoende av hur skolans naturvetenskapliga undervisning organiseras. Han/hon förmår att självständigt bygga en kunskap och förståelse i de flesta undervisningssituationer. Det finns studier (Costa, 1995) som visar att denna typ av elever föredrar en traditionell naturvetenskaplig undervisning. Costa (1995) menar att det framförallt beror på att de gynnas av en undervisning som utgår från akademiska utmaningar. Dessa elever har heller inga problem att följa undervisningen även om den utgår från kontextlösa och abstrakta naturvetenskapliga begrepp eller teorier. Elevernas självständighet och inre drivkraft förmår dem ändå att självständigt skapa en förståelse av ämnesinnehållet.

I andra studier (Aikenhead, 1996) framkommer att dessa elever är starkt involverade i en socialisationsprocess med skolans lärare och den naturvetenskapliga subkulturen. I detta perspektiv kan man också upptäcka vissa likheter mellan Costas (1995) ”potentiella vetenskapsmän” och elever som förhåller sig som Kunskapsbyggaren. Aikenhead (1996) menar också att dessa elever utan större svårigheter kan passera de gränsövergångar som är nödvändiga för att tillgodogöra sig den naturvetenskapliga undervisningen. Sjöberg (2000a) pekar på att en traditionell naturvetenskaplig undervisning framförallt är uppbyggd för dessa elever vilket samtidigt innebär att den kraftigt missgynnar andra.

Kunskapsbyggaren tycks vara oberoende av hur den naturvetenskapliga undervisningen organiseras. Men det är rimligen också viktigt för Kunskapsbyggaren att få arbeta med problemlösning i grupp. Också denna elevtyp behöver träna att samarbeta med andra elever, utveckla

sin kreativa förmåga och diskutera naturvetenskapliga problemställningar. Framför allt är detta viktigt ur ett demokratiskt perspektiv, där samtalet mellan eleverna kan bli en del i ett deliberativt samtal som syftar till att möjliggöra ett fritt utbyte av erfarenheter. Dessutom betonas Kursplanerna för de naturvetenskapliga ämnena (Skolverket, 2000) inte endast traditionella kunskapsmål utan även andra mål. Så skall exempelvis undervisningen sträva efter att eleverna utvecklar ett kritiskt och konstruktivt förhållningsätt till egna och andras argument med respekt och lyhördhet för andras ställningstaganden. Ett annat exempel är att eleverna skall utveckla färdigheter att bedöma konsekvenser av olika etiska ställningstagande i miljöfrågor. Ett problemlösande arbete i grupp där denna typ av frågeställningar diskuteras ökar också kunskapsbyggarens förutsättningar att nå dessa mål.

### 12.3.5 Relationsunderhållarna behöver förstå syftet med undervisningen

Elever som kategoriserats som Relationsunderhållaren i denna studie ägnar den mesta tiden åt att skapa och vidmakthålla sina sociala relationer. Elever med denna lärattityd har den allra svagaste kunskapsutvecklingen under problemlösningssprocessen och i studien består gruppen endast av pojkar. De är inte intresserade av den naturvetenskapliga undervisningen överhuvudtaget och har inte förstått meningen eller det bakomliggande syftet med den. På detta sätt får undervisningen inte någon egentligt relevans, innebörd eller mening för dem. Skolan har emellertid en viktig funktion för dessa elever eftersom den skapar möjligheter att utveckla sociala relationer. En stor del av skoldagen går åt till att underhålla och utveckla det sociala kontaktnätet. Existensen av dessa elever bekräftas också av andra studier. Exempelvis beskriver Hertz-Lazarowitz och Miller (1992) vissa elever som "social loafers" eller "free riders". Dessa elever uppfattar "det fria arbetssättet" som en möjlighet att ägna sig åt att knyta sociala kontakter.

I en studie (Andersson, 1995) av svenska elevers uppfattningar om skolan framkommer att över 40% av eleverna i skolår 7-9 inte upplever skolan som intellektuellt utvecklande eller kreativ. Bara en bråkdel av eleverna uttrycker att de får använda sin fantasi eller kreativitet. Eleverna uttrycker också att innehållet i undervisningen sällan eller aldrig har någon personlig betydelse för dem eller för det "riktiga livet" utanför

skolan. Anderssons (1995) studie visar att för många av dessa elever spelar skolan inte en avgörande roll i deras livsprojekt, det vill säga i planeringen av framtiden. Många av eleverna upplever de praktisk-estetiska ämnena och engelska som mest värdefulla och religion och naturvetenskap som minst värdefulla.

De elever som kategoriserats som Relationsunderhållare uttrycker liknande uppfattningar. Många av skolämnena upplevs som betydelselösa och tråkiga. De naturvetenskapliga ämnena utnämns som de svåraste och mest abstrakta av alla ämnena i skolan. Under intervjuerna framkommer också att elever som har ett förhållningssätt som Relationsunderhållaren vanligtvis inte förstår vad den naturvetenskapliga undervisningen "går ut på" eller syftar till. Ingen av dessa elever uttrycker heller att de i någon högre utsträckning behöver naturvetenskap i livet efter skolan. Man skulle kunna uttrycka det som att Relationsunderhållaren har valt bort naturvetenskapen eller att naturvetenskapen har valt bort honom/henne. Dessa val är på många sätt ömsesidiga eftersom ett traditionellt sätt att organisera undervisningen utestänger dessa elever. Naturvetenskapen eller den naturvetenskapliga undervisningen får därför ingen egentlig plats i Relationsunderhållarens livsprojekt. Här finns både likheter och olikheter jämfört med Costas (1995) "outsiders". Båda elevtyperna uppfattar skolans naturvetenskapliga undervisning som meningslös och tråkig. Relationsunderhållaren kan emellertid uppskatta andra skolämnen medan gruppen av "outsiders" har samma uppfattning om alla ämnen. Eleverna med en relationsunderhållande lärattityd uppfattar problemställning och arbetsätt på samma sätt som den övriga naturvetenskapliga undervisningen i skolan. Under den relativt korta tidsperiod som denna studie pågår förändras dessa elevers lärattityd ytterst marginellt. Eleverna lyckas inte under projektiden på något djupare plan förstå syftet med problemställningen eller målet med arbetet. De blir inte heller engagerade i uppgiften. Detta resulterar i att eleverna ägnar det mesta av tiden åt annat. Precis som i Anderssons studie (1995) menar Relationsunderhållaren att de i hög grad uppskattar de praktisk-estetiska ämnena i skolan. De uttrycker att i dessa ämnen får de utlopp för sin praktiska skaparglädje och kreativitet. Musik, bild och media är ämnesområden som står högt i kurs hos dessa elever.

En viktig frågeställning blir då om det är möjligt att tillvarata dessa elevers intressen inom ramen för den naturvetenskapliga undervisning-

en. Studier (Crawley, 1990) pekar på att om den naturvetenskapliga undervisningen också fokuserar affektiva och praktiska moment ökar intresset och motivationen hos elever som inte brukar visa intresse. Sjöberg (2000a) menar också att den naturvetenskapliga undervisningen i större utsträckning än idag bör betona ämnens estetiska sida för att få fler elever intresserade. Att utnyttja de praktisk-estetiska ämnens uttrycksätt och redovisningsformer kan således vara en väg för att inleda en dialog med dessa elever. Tyvärr är forskning inom detta område sällsynt. Det innebär att det inte går att uttala sig om Relationsunderhållarna skulle bli mer intresserade om det fanns estetiska inslag i uppgiften.

### 12.3.6 Låt eleverna få välja undervisning utifrån sin lärattityd

Eleverna i denna studie använder olika lärattityder och lärstrategier när de i grupp arbetar med att lösa en förelagd problemställning utan ett bestämt svar. Trots att problemställningen och en del av organisationen i klassrummet är förutbestämd och inte går att påverka existerar ändå en hög grad av valfrihet för eleverna. Eleverna kan exempelvis välja om de vill samarbeta eller inte, vilka informationskällor de vill utnyttja och vilka utgångsfrågor de vill arbeta med. Dessutom förfogar eleverna själva över det mesta av undervisningstiden och får planera arbetet, genomföra det och ta ansvar för sitt lärande. Studien visar att eleverna utnyttjar denna situation på olika sätt. Eleverna använder en mångfald av lärstrategier, arbetssätt, samarbetsituationer, informationsökningsstrategier och redovisningsformer under arbetet. Lärattityderna visar stora skillnader mellan olika elevers förhållningssätt under problemlösningens processen.

Min hypotes är att elevernas kunskapsutveckling gynnas av att de i större utsträckning själva får välja arbetssätt, lärstrategier och organisationsformer utifrån sina lärattityder. En viktig slutsats i denna studie blir därför att elever i betydligt större utsträckning än idag bör få valfrihet i den naturvetenskapliga undervisningen i grundskolan. Möjligheterna att själv få välja bör utgöra ett dominerande inslag i undervisningen och inte endast ett sällsynt undantag. Denna studie visar att elevernas möjligheter att välja kan bidra till att skapa den portal som är nödvändig för att få eleverna intresserade av och motiverade för skolans naturvetenskapliga undervisning. Ett bra exempel i denna studie är Eti-

kern som är ointresserad av att arbeta med uppgiften i början av problemlösningsprocessen. När eleven efter ett tag inser att den globala uppvärmningen hotar ett antal djurarter tänds intresset. Engagemang för miljöfrågor och för djurens rättigheter blir elevens portal till att försöka förstå växthuseffekten och jordens globala uppvärmning. Engagemanget öppnar porten till den naturvetenskapliga undervisningen, begreppen och teorierna och eleven når till slut till den högsta utvecklingskategorin. Ett annat exempel utgörs av elever med en meningskapande lärtityd. Flera av dessa elever uttrycker att de inte är speciellt intresserade av den naturvetenskapliga undervisningen i skolan och att de inte förstår vad de har för användning av dessa ämnen. När problemlösningsprocessen väl kommer igång visar de en hög grad av engagemang och arbetar aktivt för att hitta lösningsförslag. De väljer att skapa mening tillsammans med andra genom att berätta, ställa frågor, formulera hypoteser och diskutera. Valmöjligheterna ger både Etikern och Meningskaparen tillfälle att själv hitta utgångspunkt och mening med uppgiften. Jag har tidigare visat att dessa lärtitydgrupper gynnas av att få valmöjligheter. Även elever som kategoriserats som Kunskapsbyggaren gynnas av att de får tillfälle att självständigt bygga sin förståelse och konstruera egentillverkade modeller över ämnesinnehållet.

### 12.3.7 Bör den naturvetenskapliga undervisningen endast bestå av individuell valfrihet?

Ett problem är emellertid att vissa lärtityder tycks vara "återvändsgränder" för elevernas kunskapsutveckling. Undervisningen kan därför inte endast utgöras av elevernas självständiga arbete utifrån individuella val. För det första utgår min hypotes ifrån att eleverna väljer arbetssätt, lärstrategier, organisation och redovisningsformer utifrån sin lärtityd. Detta innebär att undervisningen också måste sträva efter att påverka och utveckla elevernas lärtityder. Reproducentens lärtityd kan troligen utvecklas med hjälp av metakognitiva övningar. Kunskapsbyggaren behöver utveckla de affektiva, etiska och värderingsmässiga sidorna av undervisningen för att uppfylla kursplanernas mål. Etikern och Meningskaparen behöver upptäcka att naturvetenskapen kan innehålla fler intressanta perspektiv och infallsvinklar.

För det andra visar studien att de framgångsrika eleverna använder mer effektiva lösningsstrategier än de mindre framgångsrika eleverna.

Undervisning bör därför sträva efter att ge alla elever tillfälle att utveckla mer effektiva lärstrategier. För det tredje visar studien att många elever behöver träna samarbete för att utnyttja samarbete på ett effektivt och kunskapsutvecklande sätt. För det fjärde behöver eleverna också erbjudas ett antal alternativa utgångspunkter i den vanliga undervisningen. Här kan man tänka sig en naturvetenskaplig undervisning som erbjuder eleverna att utgå från etiska-, samhälls-, tekniska-, historiska- eller miljömässiga perspektiv och frågeställningar (se kapitel 9). Elever med olika lärtidtyder kan då också få välja med vilken utgångspunkt de vill studera ett visst ämnesinnehåll. Roberts (1982) och Östmans (1995) ”kunskapsemfaser” visar att ett och samma ämnesinnehåll kan resultera i ett antal olika utformningar av undervisningen. Science, Technology and Society-undervisning (Aikenhead, 1994a) och ”Real World Problem Solving” (Nagel, 1996) kan ge flera intressanta uppslag och möjligheter. Det är i denna studie tydligt att elevernas möjligheter att påverka sitt arbete och lärande har haft positiv effekt på deras motivation och lärande. En naturvetenskaplig undervisning som organiseras på detta sätt kan bidra till att fler elever får möjligheter att öka sin förståelse av undervisningen och eventuellt utveckla intresse för naturvetenskap.

### 12.3.8 Att förstå hur elevers lärande utvecklas

De nationella utvärderingarna under 1990-talet har framförallt haft syftet att beskriva elevernas förståelse av naturvetenskapliga begrepp (Skolverket, 1993a; Skolverket, 1998). För att göra detta möjligt har forskarna framför allt använt enkäter och olika typer av elevintervjuer. Dessa har sedan analyserats och eleverna har delats in i olika kategorier som utgjort utgångspunkt för att beskriva hur olika elever uppfattar och förstår naturvetenskapliga begrepp. Enligt utvärderarna visar resultaten att endast en minoritet av eleverna klarar ”mycket enkla och grundläggande uppgifter” (Skolverket, 1993a). Validiteten i denna forskning har emellertid ifrågasatts då den har kritiserats (Säljö, 1995; Schoultz, 2000) för att skapa artificiella och onaturliga intervjusituationer. Säljö påpekar dessutom att det inte är begrepp ”in action” utan begrepp ”on display” man analyserar (1995 s 11). Han menar att undersökningarna av elevernas begreppsförståelse sker isolerade från sitt naturliga sammanhang och ifrågasätter om dessa metoder är tillräckliga för att kunna analysera elevernas tankar om och förståelse av naturvetenskapliga

begrepp och fenomen. Enligt Säljö (1995) och Schoultz (2000) medför denna typ av undersökningar en risk att man reducerar synen på elevernas tänkande, kunnande och förståelse och att frågorna endast förmår att beröra en ytlig nivå av hur eleverna förstår fenomenen.

Denna studie pekar på att tillägnandet av nya kunskaper sker i sociala sammanhang och i en språklig interaktion med andra. Kunskap utvecklas i samtal då människor kommunicerar med varandra och försöker förstå varandra. Ur ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv (se Vygotsky, 1960/1986; Säljö, 1992, 2000; Sutton, 1996; Coborn & Aikenhead, 1998) är lärandet framförallt en fråga om att tillägna sig språket. Resultaten i denna studie bekräftar att många av elever har ett sådant förhållningssätt till lärandet.

Det tycks som om de nya begrepp, teorier och hypoteser som elever utsätts för utvärderas både i en inre och en yttre process. Mellan dessa processer sker en ständig dialog och ett samspel som i meningsfulla sammanhang kan resultera i en kunskapsutveckling. I den inre processen jämför eleven de nya begreppen och teorierna med sina befintliga uppfattningar och sina tidigare kunskaper. I den yttre processen testas hypoteser, uttalanden och antaganden genom att observera andras reaktion och genom att lyssna på vad andra har att säga. Denna språkliga interaktion innebär dessutom att andra elevers hypoteser och uppfattningar tydliggörs och beaktas vilket medför att nya perspektiv blir synliga och kan införlivas. En noggrann analys av de yttre processerna kan ge en bild av elevers kunskaper om naturvetenskapliga fenomen. Jag vill härmed påstå att en analys ur ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv tillför en kunskap om elevers uppfattningar om naturvetenskapliga begrepp och teorier som man inte lyckats med i de nationella utvärderingarna. Även om syfte och upplägning i denna studie är av helt annat slag än de nationella utvärderingarna måste man peka på de avsevärda skillnaderna i hur elever förstår växthuseffekten och den globala uppvärmningen. En analys ur ett sociokulturellt eller socialkonstruktivistiskt perspektiv kan med andra ord medföra att vi får en mer realistisk bild över elevernas kunskaper om naturvetenskapliga fenomen.

Om vi verkligen vill förstå hur elever uppfattar och lär sig naturvetenskapliga begrepp och teorier är det också viktigt att försöka analysera elevernas kunskapsutveckling under olika undervisningssituationer. Detta innebär att man måste analysera när eleverna arbetar med be-



greppen och teorierna i den vanliga skolundervisningen. Avsikten med denna studie har varit att studera elevers kunskapsutveckling av naturvetenskapliga begrepp och teorier under ett problemlösande och informationsökande arbete i grupp. Liknande analyser kan göras av andra undervisningssituationer för att bättre förstå vad som påverkar elevernas lärande och underlätta konstruktionen av en naturvetenskaplig undervisning som uppskattas av alla elever.

# Summary

## Introduction

This study describes and gives an account of a specific teaching situation in the eighth grade involving 20 students aged 14-15. The students have worked with a scientific problem focussing on the greenhouse effect and global climatic changes, based on a problem solving and explorative way of working in groups. The problem concerns the earth's global climate, the greenhouse effect and the ways in which mankind's activities may influence the balance between them. The students have been presented with a dilemma in the form of two completely contradictory descriptions of the earth's future climate. Their task has been to describe the basic phenomena and factors that influence the earth's global climate in various ways.

Can students in this age group comprehend and reach an understanding of problems within this area? In this study a specific teaching situation has been constructed in order to ascertain whether or not this is possible, as well as attempting to understand how students' cognition and knowledge develops in relation to the problem. The students have worked in groups of 4-5 and have had, at their disposal, ICT, books, articles and a special start and resource page on the Internet. My role as teacher has been one of relative passivity. During the problem solving process my role has been more that of a tutor. This implies that the students have not had any traditional teaching with lectures or prior revisions of the working material. This teaching attempt lasted for six weeks, incorporating a total of approximately 15 hours.

The purpose of this construction has been to study how the students tackle the problem and how their cognition and knowledge develops during the problem solving process. In order to describe the students' developmental process all comments, assumptions, hypotheses and discussions were documented with the help of five video cameras. The students' knowledge and understanding have been continuously docu-

mented through the use of written tests and interviews. In this way it has been possible to determine the students' knowledge before, during and after the teaching situation. A total of over 50 hours of video film and other material has been analysed.

### Aim and theoretical points of departure

A central point of departure in the study is the assumption that students' learning occurs in social contexts and in linguistic interaction with other students. Knowledge is to be found not only within the single individual but is also created between people. Knowledge develops through conversation when people communicate with one another and try to understand each other. This viewpoint was developed by Vygotsky (1929, 1960, 1986) and has since developed into what has often been called a socio-cultural or social constructivistic perspective on learning (e.g. Wertsch, 1991; Säljö, 1992, 1995; 2000, Coborn & Aikenhead, 1998; Schoultz, 2000). From a socio-cultural perspective, learning is a question of acquiring communicative tools and linguistic skills that can be applied in different social contexts. In this way knowledge becomes part of a social and cultural reality. This implies that knowledge is "situated" (Lave, 1988; Hennessy, 1993), in other words, the situation within which knowledge is constructed is important for how the learning process develops. The learning situation thus becomes an integrated part of the whole experience of learning. In this way learning is bound to the contextual situation in which it is created. Knowledge becomes dependent on context. Schoultz' description is that "people communicate in different ways depending on the context in which they find themselves" (2000, p. 28). This implies that people speak of science in different ways depending on whether the context is related to scientific concepts or everyday experiences. In the same way one can imagine that students' ways of communicating about science will differ depending on whether they are in an interview situation together with a researcher or if they are collaborating with other students in an ordinary teaching situation.

Using a supportive socio-cultural or social constructivistic theory I presume that the students can develop their cognition and knowledge using a problem based way of working in groups. Theories concerning collaborative learning (e.g. Slavin, 1990; Hertz-Lazarowitz & Miller, 1992; Koschmann, 1999), "Peer learning" (e.g. O'Donnell & King,

1999) and meta-cognitive theories (e.g. Baird, 1987; Allwood & Reiman, 1999) are used in order to facilitate the descriptions of the students' learning in this situation.

The purpose of the study is to give an account of the students' cognitive and knowledge development in relation to scientific concepts and theories during problem solving and information seeking in groups. The aim is to examine what the factors are that influence the students' cognitive and knowledge development during the problem solving process. In such a situation it is important to examine the ways in which student collaboration and interaction influence learning. Interaction here implies mutual interaction, reciprocal action and the teamwork that becomes evident between the members of the group when they tackle and work with the problem at hand.

In order to cope with the problem the students need to develop knowledge about a number of scientific concepts and theories. Differences between the students' cognitive and knowledge development during different phases of the problem solving process can be observed and described. The students' development can, above all, be interpreted by careful observation of the interactions between the students and their linguistic use of concepts and theories during the problem solving process. It is therefore of great importance to carefully observe those situations in which specific students, in qualitative ways, develop their use of scientific concepts and change their understanding of the problem during this process. The main aims of the study are therefore:

- To account for what the factors and situations are that enhance students' learning and understanding of scientific concepts and theories during different phases of the problem solving process.
- To account for ways in which interaction and collaboration between students enhance their learning and understanding of scientific concepts and theories during problem solving in groups.

#### *Swedish students' knowledge of Science*

The National Evaluation Report (e.g. Skolverket, 1993a, Skolverket, 1998) finds Swedish students seriously lacking in knowledge of Science subjects. Säljö (1995) however questions the validity of these surveys. He contends that it is not concepts "in action" one analyses, but concepts "on display" (1995, p. 11). He comes to the conclusion that methods used within concept research are not sufficient to be able to

analyse students' thoughts and understanding of scientific concepts. In another study Schultz (2000) demonstrates that when students are given the opportunity of reasoning about a scientific problem, they attain markedly better results than those presented in the National Evaluation Reports. My own reanalysis shows that the National Evaluation Reports give a too negative picture of students' knowledge of Science. This analysis also shows that the Evaluation Reports contain an inherent contradiction between results that account for applied knowledge and results that account for factual knowledge. Students succeeded better at exercises where the choice of answer was fixed, i.e. where there was no need for applied knowledge. It is highly probable that the National Evaluation Report only gives evidence of the fact that Swedish students lack experience and thereby skills in applying their knowledge in new and complex situations. Even other studies (Skolverket, 1996a) confirm such an implication. By international comparison Swedish students attain good and in some cases very good results. The TIMMS-study (Skolverket, 1996a) shows that Swedish students attain a higher result than the international average.

The TIMMS-study (Skolverket, 1996a) shows significant differences in the performances between girls and boys in relation to Science, differences that are to the boys' advantage. A reanalysis of the test questions however shows that it is to a great extent the design of the exercises, ways of presenting and the choice of words that create and reinforce gender differences in regard to achievement.

What then are the deficiencies that need to be taken into account in order to improve future conditions? The students attain good results when given exercises where no demand is made in regard to in-depth scientific reasoning. The practical test in TIMSS (Skolverket, 1997) points to the fact that Swedish students are not used to discussing and reasoning in regard to scientific problems. One important inference is that students need to "talk" Science to a much greater extent than is done today. They need to be trained to formulate and to conduct scientific discussions. Even the study concerning students' problem solving in groups (Skolverket, 1993d) confirms this inference. This study also shows that the students fall short in regard to being able to critically revise various sources and to work in a problem solving and questioning way.

### *Students' understanding of the greenhouse effect and the earth's global warming*

In this study the students have worked with a problem focussing on the greenhouse effect and the earth's global warming. The problem was chosen based on the assumption that the content was of current interest, that it was familiar to the students and bound closely enough to mankind's living conditions to be of interest to both girls and boys. Morgensen (1995) contends that environmental studies, to a greater extent than previously, need to develop students' competence towards active participation. Environmental studies need to strive towards helping each student develop his/her normative, social and personal competence, not only cognitive skills.

Studies (e.g. Dove, 1996; Rubba, 1998) show that students have difficulties understanding how the greenhouse effect works and the effect this has on the earth's average temperature. The students are of the conception that the greenhouse effect is an environmental problem caused only by mankind's increasing usage of fossilised fuel. Another common misconception is that the students confuse the "strengthened" greenhouse effect with the disintegration of the ozone layer. Boyes and Stanisstreet (1997b) show that this misconception is most common among students 13-16 years old. Mason and Santi (1995) and Boyes and Stanisstreet (1997a) show that students are able to relate an increased amount of combustion gases to the earth's global warming. About half of the students however are of the opinion that it is combustion heat that contributes towards the "strengthened" greenhouse effect. According to the National Evaluation Report in Sweden (Skolverket, 1998) only 1% of the students in compulsory school and 5% of the students in upper secondary school can account for the fact that input-radiation and output-radiation are of different types and that output is reduced in the atmosphere.

### *Swedish students' attitudes to Science*

An important factor inherent to the students' development of the knowledge of Science is that they experience the teaching situation as interesting and absorbing. A number of attitude studies (e.g. Skolverket, 1996a; Wester, 1997) however show that many students have a negative attitude to Science. In some of these studies almost half of the students say that they experience Science as boring, abstract and diffi-

cult to grasp. Girls are more negative than boys. An attitude study (Sjöberg, et al, 2000b) comprising youth from 21 countries shows that Swedish girls are among the most critical of all students in the study. Another study (Anderson, 1995) shows that four out of ten students do not experience Swedish compulsory school as offering any aid to intellectual development or creativity. Very few students give expression to school work as having any personal importance or relevance to “real life outside of school”. A report from Skolverket (1993c) also shows that many students experience a big gap between the “real” world and the “ideal” world often presented in teaching situations. Several studies (Skolverket, 1993c; Harding, 1996) also show that girls want to collaborate and work with real and authentic exercises in order to experience the teaching situation as meaningful. A number of educational researchers (Sjöberg, 1987, 2000c; Staberg, 1992; Harding, 1996) maintain that girls in general are at a disadvantage and would like to see Science become a more “girl-favoured” subject. This implies that Science, to a much greater extent, ought to be taught in relation to environmental studies, human anatomical studies and societal influences.

#### *Science as a subculture*

One of several possible explanations related to why so many students experience teaching in a negative way can be found in research that describes Science as a specific subculture. Phelan et al (1991) describes subculture as being the conceptual foundation of values, convictions, expectations and conventions shared by a group of people. Costa (1995) contends that many students experience Science as a specific world either totally or partly separated from one’s own experiences and those of the rest of the world. Aikenhead (1996) contends that students need to cross a distinct cultural barrier in order to profit from the teaching of Science. Students can experience this cultural barrier as distant and difficult to cross when a stereotype image of Science as a school subject is presented. Crossing over barriers occur between the students’ own subculture (which consists of youth gangs, media, one’s family and one’s values) and a subculture which consists of Science related to school and to society. This transition between different subcultures can be experienced in many different ways: as being gentle, easy to handle, as a cause for uncertainty or as something positive.

Another possible explanation to why so many students have a negative attitude to Science can be found in studies describing the relationship between the ‘content’ and ‘context’ of teaching. Roberts (1982) and Östman (1995) maintain that the teaching of Science always implies using a particular sort of knowledge as a starting point. When the teacher chooses ‘content’ it involves not only a presentation of scientific concepts and theories but also a specific choice of related ‘context’ which determines the teaching situation. Several studies (e.g. Ziman, 1994; Sjöberg, 2000b) show that choosing to focus on specific content or a particular sort of knowledge is decisive to the ways in which students learn and develop attitudes.

#### *Problem solving and collaboration in groups*

When students are given the opportunity of expressing their opinions of teaching (Skolverket, 1993c) they point out the importance of using “real problems” as starting-points as well as being able to collaborate with others. Nagel (1996) contends that learning through “real-world problem solving” facilitates the creation of contextual and meaningful teaching situations. Problem solving occurs in groups where students collect relevant information and try to find solutions to current problems in the world. Studies (Skolverket, 1993d) show that it is only in exceptional cases that students in Sweden work in problem solving and innovative ways or collaborate in groups in regard to scientific subjects.

Research into collaborative learning (Hertz-Lazarowitz & Miller, 1992) shows that students increase their capacities for developing more effective solution strategies and alternative methods of solving problems when they are able to solve the problem in a group instead of individually. Other studies (Johnson & Johnson, 1989) show that collaboration in groups develops the students’ capacities for seeking and critically evaluating information due to the fact that the student, to a greater extent, is able to share his/her skills with others. Slavin et al (1990) show that one or more individuals can solve different types of problems significantly better when they collaborate in groups than when they work individually. A survey of over 500 studies (Johnson & Johnson, 1989) concerned with collaboration in different situations shows that collaboration results in higher levels of achievement and productivity than individual or competitive organisational forms.



O'Donnel and King (1999) contend that research involving "peer learning" above all strives to describe and understand how interaction between students influences learning perspectives in a theoretical as well as practical way. Palincsar and Herrenkohl (1999) contend that effective collaborative learning implies that the students need to be involved in a socialisation process intent on creating a common linguistic and social world in the classroom. Teaching needs to train students to publicise their experiences and thoughts about the content of teaching. In their study (Palincsar & Herrenkohl 1999) concerning the problem solving capacity of students in groups, those who attained the highest results were students who had had this specific training.

It is however important to be aware of the fact that these studies have not, in any distinct way, been able to describe what the factors are that influence student learning when a problem solving and information seeking way of working is applied. Studies still lack descriptions of the ways in which students' learning develops when they collaborate in groups as well as studies which, much more thoroughly, can describe the factors that influence students' learning during different forms of collaboration.

## Results of the study

Analysis shows that the majority of students undergo a very positive cognitive and knowledge development related to the greenhouse effect and the earth's global warming during the problem solving process. Of the study's 20 students, 16 of them attain the goal set by the National Curriculum in compulsory school. More than half of the students reach some of the two highest developmental categories I have constructed. This is equivalent to a very good understanding of the greenhouse effect and the earth's global warming. A quarter of the students reaches the highest developmental category. Compared to descriptions of students' understanding in other studies within the same area (e.g. Skolverket, 1998; Boyes & Stanisstreet, 1997b) the results in this study are very good.

An important factor in developing a good understanding is to have a good prior understanding. Students that have a good prior understanding progress further than students who completely lack prior knowledge of the subject. This however can only in part explain why students de-

velop in different ways during the problem solving process. There is a group of students who, despite little prior knowledge, develop good or even very good knowledge of the subject. Eight of the students (despite little prior knowledge) attain some of the highest developmental categories at the completion of the work process. These are the students who undergo the greatest cognitive and knowledge development during the problem solving process. All the students however do not manifest the same positive development. Six of the students undergo a relatively slow cognitive and knowledge development. They develop only one or two levels during the problem solving process and do not reach the two highest developmental categories. An important focus in the study has been to try to explain why some students undergo such a positive cognitive and knowledge development while others do not.

Another interesting observation in the study is that the girls' results are better than the boys'. A majority of other studies (e.g. Staberg, 1992; Skolverket, 1996a ; Sjöberg, 2000) show that girls in general are weaker in science subjects. Several of these studies show that the differences between the performances of girls and boys are at their greatest in precisely these subjects.

#### *Six developmental categories*

In this study students' knowledge has been studied in relation to prior knowledge as well as to final achievements. This study differs from many of the previous studies referred to in that it has attempted to follow the cognitive and knowledge development of the students during the problem solving process. This has been accomplished mainly through the use of video films and other collected data. During analysis it has been possible to identify different levels in the students' understanding of the greenhouse effect and the earth's global warming. Using the analysis of each student's level of knowledge before the problem solving process as well as experience from earlier studies within the same area, six developmental categories have been constructed. These I have chosen to call developmental categories as they represent a hierarchy of knowledge. The six developmental categories can be described briefly as follows:

- I. The greenhouse effect – what is it?
- II. The greenhouse effect has to do with the ozone layer and acidification.

- III. The earth can be compared to a greenhouse.
- IV. The greenhouse effect has to do with gases in the atmosphere.
- V. The greenhouse effect has always existed, but the combustion of fossilised fuel enhances the effect.
- VI. The greenhouse effect is a balance between incoming solar radiation and outgoing heat radiation.

It has been possible to describe each student's cognitive and knowledge development during the problem solving process by using a fore and after test, follow-up interviews and a time-consuming analysis of over 50 hours of video film. Analyses have been carried out concerning the students' statements, assumptions, hypotheses, arguments and reasoning as well as their priorities, formulations of key questions and forms of collaboration. As too have the ways in which the students have been active in discussions, presentations and other collaborative activities. In addition to this, the students' abilities for focussing on different aspects of the problem as well as critical revision of their sources of information have also been analysed. On the whole this has made it possible to adequately describe the situations and factors that have influenced the students during their work periods.

#### *Qualitative developmental situations*

The students' progression from one developmental category to the next has been described based on specific situations during the problem solving process. In these situations a new, qualitative understanding has been observed during analysis of the video films. These situations, which I call qualitative developmental situations, indicate that the student understands the problem on a qualitatively higher level. The qualitative developmental situation forms a base for placing the student in a higher developmental category. This approach has been used in order to describe the students cognitive and knowledge development during the problem solving process.

Table 1 indicates the placement of all students in developmental categories before and after the problem solving process. Analyses of the video films have made it possible to place each student in a developmental category during each separate work period throughout the project.

*Table 1.* Placement of students in developmental categories (DC) during the problem solving process (0 implies that the student has been absent)

	3 weeks prior	4/3 Period 1	5/3 Period 2	11/3 Period 3	12/3 Period 4	16/3 Period 5	23/3 Period 6	25/3 Period 7	2 weeks after
Carl	DC IV			DC V			DC VI		DC VI
Tova	DC II		DC III+IV	0	0		DC V		DC V
Evert	DC I		0				DC II	0	DC II
Agnes	DC I	0	0	0	0	DC II	DC III	0	DC III
Gandalf	DC III	DC IV	DC V				DC VI		DC VI
Lars	DC II		DC III		0	0	DC IV		DC V
Laura	DC I	DC II+III	DC IV		0	DC V			DC V
Ilahija	DC I	DC II			0	DC III			DC III
Amanda	DC II	DC III					DC IV+V		DC V
Ingolf	DC II		DC III+IV				DC V		DC VI
Dr Alban	DC I								DC III
Felica	DC I		DC II		0		DC III		DC IV
Diablo	DC I	0	0	DC II					DC IV
Amelie	DC III	0	DC IV		DC V		DC VI		DC VI
Helena	DC II			DC III		DC IV			DC IV
Nicklas	DC II		DC III					DC IV	DC V
Mats-Robert	DC II					0	DC III		DC IV
Gustav	DC IV				DC V				DC VI
Dutch	DC III			DC IV					DC V
Marilyn	DC III		DC IV		0	0	0		DC V

The table, for example, shows that Carl has relatively good basic knowledge before the start of the problem solving process. An analysis of the fore-test and the follow-up interviews shows that his knowledge of the problem corresponds to developmental category IV before the start of the work period. The test and the follow-up interviews after the conclusion of the work process indicate that he finally advances to developmental category VI. In other words, he has advanced two developmental stages during the problem solving process.

#### *Students' learning strategies*

There are variations in the ways used to try and solve the problem. Students with a marked cognitive and knowledge development and those who are capable of reaching a deeper understanding tackle the problem in a completely different way than those whose development is not as marked. Those who are successful use more effective solution strategies. The main differences are that these students can:

- Formulate relevant and productive “key questions” that question earlier assumptions.
- Relate to recurring issues and retain decisive questions.
- Formulate relevant and critical follow-up questions for their fellow students.
- Utilise a personal awareness of the knowledge they already have as well as the knowledge they lack.
- Write detailed summaries in their own words.
- Use different sources simultaneously.
- Utilise collaboration with other students in creative and effective ways.

#### *Learning attitudes*

The study has thus shown that there is a connection between students' different learning attitudes and their cognitive and knowledge development. The students' varying success can however not be solely related to the different learning strategies they use. The students' fundamental approach to science, ways of working, collaboration, information seeking, learning and theories of knowledge all influence their attitudes to this specific teaching situation. I have observed and constructed five different approaches that I have chosen to call “learning attitudes”. These five learning attitudes are:

### *Creators of meaning*

Creators of meaning attempt to place the content of what is taught into an understandable and meaningful context. He/she strives to understand how this content relates to everyday living, the outside world and what it implies in relation to his/her own life. Meaning created in this way thus becomes a process whereby content is continuously set in relation to as well as compared to one's own life and world-view. Collaboration, discussions and reasoning with other students become a driving force and an important part of the creator of meaning's learning process. He/she is given the opportunity of communicating, conversing, questioning, formulating hypotheses and experiencing how others react to different assumptions.

### *Constructors of knowledge*

Constructors of knowledge strive towards independently building and constructing a comprehensive structure and understanding of the subject matter. Scientific concepts and theories are compared and related to one other in such a way that a successively increasing knowledge and understanding develops. If constructors of knowledge find that their own structure of knowledge is weak or lacks substance, he/she proceeds further in order to seek new information. Here the construction of knowledge has to do mainly with an inner process of thought that to a great extent is independent of one's surroundings. Collaboration and discussions with other students are not decisive for constructors of knowledge to succeed in building or constructing an understanding of their own.

### *Ethical evaluators*

A prerequisite for ethical evaluators to develop knowledge of Science is for the teaching situation to include discussions on questions of value and ethical standpoints. When this is focused on in teaching, ethical evaluators become interested and absorbed which in turn motivates them towards an understanding of scientific concepts and theories. Collaboration and discussions are important elements in the learning process of ethical evaluators. In such situations he/she is given the opportunity of sharing views with others, developing new ideas and discussing hypotheses. By listening to the ideas and perspectives of others they enhance their own understanding and learning.

### *Reproducers*

Reproducers regard Science as a subject concerned with facts and isolated sections that do not need to be fitted into any context to be understood. This type of student does not search for meaning nor try to relate that which he/she reads into any meaningful whole. He/she normally looks for complete and reproductive answers and has difficulties relating questions, discovering contradictions and making comparisons. Connections and patterns between scientific concepts and theories are thus not clear and the subject matter becomes difficult to understand. If the teaching situation does not include elements that clarify various connections or elements that help develop the students' metacognition, there is a risk that the reproducer retains his/her learning attitude and only develops surface knowledge. Collaboration gives the reproducer the opportunity of experiencing how other students work, the strategies they use as well as how they reason and discuss.

### *Maintainers of relationships*

Maintainers of relationships do not have any specific interest in Science. Often, he/she has not understood the value or significance of the subject and experiences it as meaningless and uninteresting. School however plays an important part in the daily life of a maintainer of relationships in that it offers opportunities for meeting friends and creating a network of social contacts. As a substantial part of the school day is used to maintain and develop this social network this gradually develops into the main task at school. To maintainers of relationships, collaboration and group discussions are an important and exciting part of their school experience. During these situations he/she is given additional opportunities to develop that which he/she considers most important and a large part of the time is spent discussing issues of little relevance to the school subject.

### *Learning attitudes and cognitive and knowledge development*

If one relates the students' cognitive and knowledge development to the learning attitude they adhere to, a clear pattern can be ascertained. This pattern becomes clear when related to the level of knowledge attained by the pupil or related to the number of developmental categories the student undergoes. The 12 students who attained some of the two highest developmental categories can be classed as being either creators of

meaning, constructors of knowledge or ethical evaluators. A statistical calculation of the mean related to the progress of these students showed the value to be 5.3 of a possible 6.0. The same pattern becomes evident when one considers the students whose cognitive and knowledge development is intense during the problem solving process. Among the ten students who have undergone three or four developmental stages, nine can be classed as being either creators of meaning, constructors of knowledge or ethical evaluators. This study shows an evident connection between a positive development of cognition and knowledge during the problem solving process and the learning attitude the student posits.

If one instead focuses on the six students who only pass through one or two developmental stages and who do not have any of the two highest developmental categories, the picture changes. Of these students, four can be classed as reproducers and two as maintainers of relationships. A statistical calculation of the mean related to the progress of these students showed the value to be 3.3 of a possible 6.0. There are marked differences in the results between the students in the successful learning attitude group and the students in the less successful group. The students' learning attitudes seem to be of crucial importance to the development of knowledge during the problem solving process.

#### *Collaboration influences students' cognitive and knowledge development*

Analysis of the students' cognitive and knowledge development clearly shows that the ways in which the students make use of collaborative ways of working is one of the factors that has the clearest connection to a positive cognitive and knowledge development. In this study it has been possible to deduce the cognitive and knowledge development of specific students from different collaborative situations during the problem solving process. This possibility has, to my knowledge, not been evident in other studies. I have been able to identify some types of collaboration that seem to me to be more productive than others. These productive types of collaboration are:

- a. Asymmetric collaboration.
- b. Collaboration that results in a change of perspective.
- c. Collaboration that develops the student's theory of knowledge.



Asymmetric collaboration implies that two students with relatively big differences in levels of knowledge and understanding collaborate in such a way that it is of benefit to them both. For one of the students collaboration can imply a reappraisal of previous assumptions leading to understanding on a new level. For the other student collaboration implies that he/she needs to restructure and reorganise his/her own knowledge in order to convince a fellow student. Collaboration resulting in a change of perspective also leads to a qualitative development of knowledge and understanding for the students involved. Collaboration leads them to discover new perspectives and to develop new understanding on a higher level. Collaboration that develops the student's theory of knowledge does not, in effect, result in an exchange of information or knowledge. Rather, it results in the student being able to develop his/her own way of relating to knowledge and learning.

The study indicates that there are relatively large individual differences in the ability of being able to utilise collaboration for one's own development of knowledge. 14 of the study's 20 students use collaboration as their most frequent way of working, four of the students collaborate as easily as they work independently and two of the students seldom collaborate. Girls in general are better at taking advantage of opportunities for collaboration and are also able to utilise these instances more productively. The study also indicates that collaboration should not be forced; instead it should exist as a free choice and a possible resource during the work process. It is also evident that students need training in order to develop an effective and progressive capacity for collaboration.

## Discussion

### *Creators of knowledge and ethical evaluators benefit from this way of working*

The students' ways of working with the problem in this study have been of great benefit to them when trying to solve a problem where there has been no simple solution or definite answer. The supposition here is that students are able to learn from one another when they gather information, discuss its value and share their conclusions with others. These assumptions are based on a socio-cultural or social constructivistic perspective on learning (e.g. Vygotsky, 1960/1986; Sutton,

1996; Coborn & Aikenhead, 1998) which maintains that learning occurs in linguistic interactions with other people. Research on “Collaborative learning” (e.g. Kochmann, 1999) or “Peer learning” (e.g. Hogan & Tudge, 1999) confirm that students learn from one other when they are confronted with cognitive conflicts, contrasting opinions and inadequate explanations during collaboration. What then does this study have to say about these assumptions?

The structure of the problem and the relative free way of working have given the creators of meaning good prerequisites in order to create meaning from the information gathered. The fact that the problem is evaluative and related to the environment and society as a whole gives the ethical evaluators the possibility of developing their standpoints. For students who have either of these learning attitudes, collaboration with other students is of crucial importance. This provides an opportunity for telling, questioning, formulating hypotheses and discovering strategies used by others. The learning attitudes of creators of meaning and ethical evaluators thus coincide very well with a socio-cultural or social constructivistic approach to learning.

Girls are over represented in both of these learning attitude groups. A number of studies (e.g. Wester, 1997; Sjöberg, 2000b) show that girls and boys, in effect, work under different conditions in regard to Science. Staberg (1992) contends that in traditional Science teaching there is a socially constructed gender system which proves to be a disadvantage to girls due to the fact that their verbal capacity and will to collaborate is not utilised. Other studies (e.g. Skolverket, 1996a) show that there are significant differences between girls’ and boys’ achievements in scientific subjects. These differences are almost completely to the advantage of the boys. It is therefore important to stress the fact that the results in the present study show that the girls’ results are just as good (or somewhat better) than the boys’. There are good reasons to believe that the girls’ results are determined by the way of working and also that the problem is of benefit to students with learning attitudes such as creators of meaning and ethical evaluators. These learning attitude groups consist mainly of girls.

#### *Developing the reproducers learning attitude*

An analysis of the students’ learning attitudes shows that girls are also over represented in the group consisting of reproducers. These undergo

a slow or even very slow cognitive and knowledge development during the problem solving process. Their learning attitude prevents them from developing any deeper understanding of the problem. Those who have been classified as reproducers have a tendency to see scientific content merely as facts or isolated parts that do not need to be integrated into a context in order to be understood. Reproducers do not understand that the problem requires any deeper understanding on their part. Some of the reproducers are markedly less reproductive at the end of the problem solving process than at the beginning. Those who change their learning attitude do so through intense collaboration with other students. In the study there are several examples of students (those classified as creators of meaning) who try to influence others by continual discussions focusing on what to read, by pointing out that which is important to understand and by suggesting how to find relevant information. This type of productive collaboration has previously been described as “collaboration that develops the students’ learning attitudes”.

There are however several indications pointing to the fact that the learning attitude of reproducers is firmly positioned and thus difficult to change or influence. The majority of students with a reproductive learning attitude do not change their attitude in any evident way during the problem solving process. This study cannot determine whether it is the school environment that has influenced the learning attitudes of reproducers or if their attitudes are part of an inherent behavioural pattern. However the study does show that relatively many students have a reproductive learning attitude and that this prevents them from developing a deeper understanding of the problem. None of the reproducers in this study reach the highest developmental categories. It would seem that the way in which to influence and change the reproducers’ learning attitude in a positive direction would be to encourage the reproducer to collaborate with others.

Another way of influencing the reproducers learning attitude would be to assist in the development of their understanding and metacognitive abilities. In a study Baird (1987) shows that it is possible to develop the students’ theory of knowledge in a teaching situation by discussing what, in effect, learning really is as well as what the implications of using different strategies of learning would be. Allwood and Reiman (1999) maintain that conscious training of the students’ metacognitive skills improves the students’ achievements considerably.

### *Constructors of knowledge benefit from traditional Science teaching*

Highly motivated boys who are interested in Science are over represented in the group classified as constructors of knowledge. Several of these students reach a deeper understanding of the problem and maintain this knowledge even after the problem has been solved. A majority of the constructors of knowledge often have good prior knowledge of the subject before the start of the problem solving process. Constructors of knowledge also often have the ability to work independently and construct knowledge during the process. This study also shows that the will to understand connections and context spurs further motivation and enthusiasm for the problem at hand. In most cases constructors of knowledge choose to work independently. In a simplified way one could describe this groups' construction of knowledge as being based on an individual or personal constructivism.

Even constructors of knowledge benefit from the relatively free way of working applied in this study. Normally they would be capable of independently constructing knowledge based on a majority of different teaching styles. There are even studies (Costa, 1995) that show that these students prefer traditional Science teaching. Costa contends that this is mainly due to the fact that these students benefit from a teaching situation that is based on academic challenges. These students do not experience difficulties even in situations where learning is based on abstract scientific concepts and theories or where there are no evident contextual references. The students' independence and inner motivation makes them capable, in their own way, of creating an understanding of the content at hand. Other studies (e.g. Aikenhead, 1996) show that such students are very much involved in a socialisation process with teachers and the surrounding scientific subculture. Aikenhead contends that these students are able to cross the barriers required in order to acquire necessary knowledge of the Science subject. Aikenhead (1996) and Sjöberg (2000a) maintain that as traditional teaching of Science is constructed with these students' benefits in mind, it thereby becomes of less benefit to others.

Constructors of knowledge seem to be able to develop independently of the ways in which the Science subject is organised. However it is probably also important for constructors of knowledge to be given the opportunity of working with problem solving in groups. Even these students need training in collaboration, they need to develop their crea-

tive capacities and discuss contemporary scientific problems. Curricula for Science as a subject (Skolverket, 2000) stress not only traditional goals but even other types of goals necessary for the acquisition of knowledge. Examples of this would be to develop skills in judging the consequences of different ethical points of view concerning environmental problems. Collaboration in groups where this type of question is discussed increases the prerequisites for these students (constructors of knowledge) to attain the required goals.

*Maintainers of relationships need to understand the aims of what is being taught*

Students classed as maintainers of relationships spend most of their time creating and maintaining social relationships. Students with this learning attitude have the weakest cognitive and knowledge development during the problem solving process. In this study this group consists solely of boys. They are not at all interested in Science and do not understand the meanings or the basic aims involved. School however fulfils an important function in their lives as it gives them the opportunity of developing social contacts.

These students experience most school subjects as being meaningless and boring. The scientific subjects are generally understood as being the most difficult and abstract of all school subjects. During the interviews it became evident that maintainers of relationships do not generally understand the importance or the meaning of the teaching of Science. None of these students were of the opinion that they in any significant way needed Science in their lives outside of school. In a way one can say that maintainers of relationships have turned their back on Science or, from another perspective, that Science has turned its back on them. This mutual rejection is mainly due to the fact that traditional ways of working with Science excludes this group of students. Science and the teaching of Science never become an integral part of these students' life projects. Neither the formulation of the problem nor the ways of working in this study proved any exception. During the relatively short duration of this study the learning attitudes of maintainers of relationships did not alter much. They did not feel motivated by the exercise; most of the time was spent on other things. Maintainers of relationships tend to relate more to practical-aesthetic

subjects. They feel they can give expression to their creativity in favourite subjects such as music, art and media.

An important question is whether or not it is possible to take these interests into consideration within the general framework of Science. Studies (Crawley, 1990) show that if Science also focuses on affective and practical issues, motivation increases among students who normally do not show much interest. Sjöberg (2000a) maintains that the teaching of Science to a much greater extent than is the case today should focus more on the aesthetic aspects of the subject in order to interest more students. One way of initiating a dialogue with these students would be to utilise the practical-aesthetic subjects' many modes of expression within Science.

## Conclusion

*Let the students choose how they ought to be taught based on their learning attitudes*

My hypothesis is that students' cognitive and knowledge development would benefit considerably if they, to a much greater extent, were able to choose their ways of working, learning strategies and organisational forms in accordance with their learning attitudes. One important inference in this study is based on the assumption that students (to a greater extent than is presently the case) should be given the opportunity of choosing the ways in which they would like to be taught Science in compulsory school. The opportunity of being able to choose should be a dominant feature in teaching situations, not a rare exception. This study shows that the possibility of allowing students to choose can contribute to the necessary opening needed to get students interested in and motivated by Science. One good example taken from this study is of the ethical evaluator who, at the outset, is not interested in the problem as such. After a while, when she realises that global warming will threaten a number of animal species, her interest is stimulated. Her commitment to environmental questions and for animal rights is the opening she needs to be able to understand the greenhouse effect and the earth's global warming. In other words, her enthusiasm opens the door to her understanding of these scientific concepts and theories and she finally reaches the highest developmental category. Students who are creators of meaning constitute another example. Several of these

students explain that they are not especially interested in Science, nor do they understand the need for scientific subjects. However, once the problem solving process has started they show great commitment and work actively in finding solutions. They choose to create meaning together with others by discussing, questioning and formulating hypotheses. In other words, being able to choose gives both ethical evaluators and creators of meaning the opportunity of finding their own points of departure and meaning in relation to the problem. I have previously maintained that these learning attitude groups benefit from being able to choose. Even students who have been classified as constructors of knowledge benefit when they are given the opportunity of independently reaching an understanding of as well as constructing models related to the subject matter.

*Should teaching be based solely on individual choice?*

Obviously teaching cannot be based solely on independent work and individual choice. Firstly, my hypothesis is based on the assumption that the students should be able to choose ways of working, learning strategies, organisational methods and different ways of giving accounts of their work based on their learning attitudes. This implies that the aim of the teaching situation should be to strive after actively influencing and helping students develop their learning attitudes as well as their abilities for discovering new perspectives. Reproducers' learning attitudes can be influenced by meta-cognitive exercises. Constructors of knowledge need to develop their affective, ethical and normative sides and apply it to Science in order to comply with the aims and goals of the curriculum. Ethical evaluators and creators of meaning need to discover that Science consists of many interesting perspectives and different approaches. Secondly, the study shows that the most successful students are those who use the most effective solving strategies. The implication being that the teaching situation ought to strive towards providing all students with the opportunity of developing more effective learning strategies. Thirdly, the study shows that many students need training in collaboration in order to develop capacities for utilising collaboration in effective and developing ways. Fourthly, students should be offered a number of alternate points of departure in normal teaching situations. Here one can imagine Science presenting the students' with several points of departure related to ethical, societal, technical, historical or environmental perspectives. Students with different

learning attitudes should thus be able to choose from which point of departure they wish to study a certain subject matter. Roberts (1982) and Östmans (1995) show that the same content can influence and result in the application of a number of different forms of teaching. Teaching Science, Technology and Society (e.g. Aikenhead, 1994a) and “Real World Problem Solving” (Nagel, 1996) offer several interesting openings and possibilities.

This study has shown that a positive effect related to motivation and learning can be reached when the students themselves are given the possibilities of influencing their work situation. The teaching of Science, when organised in this way, should be able to result in situations where more students can be given the opportunity of increasing their understanding of the subject and, by so doing, also develop an interest for Science.



## Referenser

- Aikenhead, G. (1986). The content of STS education. *STS Research Network, Missive*, 2(3), 18-23.
- Aikenhead, G. (1994a). What is STS Science Teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (1994b). Consequences to Learning Science Through STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (1996). Science education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.
- Alexandersson, M. (1994). *Metod och medvetande*. (Göteborg studies in educational sciences, 96). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Allwood, C.-M. & Reiman, A.-C. (1999). *Om betydelsen av elevers metakognitiva förmåga*. Lund: Institutionen för psykologi, Lunds universitet.
- Alvesson, M. & Sköldberg, K. (1994). *Tolkning och reflektion: Vetenskapsteori och kvalitativ metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B.-E. (1995). Does School Stimulate Young People's Development. I B. Jonsson (Ed.) *Studies on Youth and schooling in Sweden*. Stockholm: Stockholm Institute of Education Press.
- Andersson, B. et al (1979-1989). *Elevtänkande och kunskapskrav i Naturvetenskaplig undervisning* (20 rapporter). Göteborg: Institutionen för pedagogik och ämnesdidaktik.
- Areskoug, M. (1999). *Miljöfysik: Energi och klimat*. Lund: Studentlitteratur.
- Baird, J. (1986). Improving Learning Through Enhanced Metacognition: A classroom study. *European Journal of Science Education*, 8, 263-282.

- Bakhtin, M. (1981). *The dialogic imagination: Four essays*. Austin: University of Texas Press.
- Bakhtin, M. (1984). *Problems of Dostoevsky's poetics*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Banerjee, A. & Yager, R. (1992). Improvement in students perceptions of their science teachers. The nature of science and science careers with science-technology-society approaches. In R. Yager (Ed.) *The status of STS: Reform efforts around the world*. Petersfield, UK: ICASE Yearbook.
- Barba, R. & Ruba, P. (1992). Procedural task analysis: A tool for science education problem-solving research. *School Science and Mathematics*, 92(4), 188-192.
- Bell, J. (1993). *Introduktion till forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Betti, E. (1962, 1980). Hermeneutics as the general methodology of the Geisteswissenschaften. In J. Bleicher (Ed.), *Contemporary hermeneutics* (Översättning av originalet från, 1962). London: Routledge & Kegan Paul.
- Binadja, A. (1992). Development of Science process skills when science is taught with a focus on science-technology-society. In R. Yager (Ed.), *The status of STS: Reform efforts around the world (97-101)*. Petersfield, UK: ICASE Yearbook.
- Berger, P. & Luckmann, T. (1966). *The Social Construction of Reality*. Harmondsworth, England: Penguin University books.
- Bossert, S. (1989). Cooperative activities in the classroom. In E. Rothkopf (Ed.), Washington DC: *Review of research in education*, 15, 87-103.
- Bolin, B. (1993). *Hotet om klimatförändring* (Forskningens frontlinjer). Göteborg: Nordic University Press.
- Boyes, E. & Stanisstreet, S. (1993). The greenhouse effect: children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15, 531-552.
- Boyes, E. & Stanisstreet, S. (1997a). The environmental Impact of Cars: children's ideas and reasoning. *Environmental Education Research*, 3(3), 269-282.

- Boyes, E. & Stanisstreet, S. (1997b). Children's Models of Understanding of Two Major Global Environmental Issues. *Research in Science & Technological Education*, 15, 19-28.
- Breiting, S. (1994). *Erfaringer fra MUVIN-skoler i Danmark i MUVINS's første fase*. Danmarks Lærerhøjskole: Forskningscenter for Miljø- og Sundhedsundervisning.
- Brook, A. & Briggs, H. & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter*. Children's Learning in Science Project. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Brook, A. & Driver, R. (1989). *Progression in science: The development of pupils' understanding of physical characteristics of air across the age range 5-16 years*. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Brown, J. Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brunce, D. & Heikkinen, H. (1986). The effects of an explicit problem-solving approach on mathematical chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 11-20.
- Bybee, R. (1985). *Science-technology-society*. NSTA Yearbook. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Camacho, M. & Good, R. (1989). Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(3), 251-272.
- CEPUP. (1991). *The Chemical Education for Public Understanding Program: What is CEPUP?* Berkely, USA: Lawrence Hall of Science.
- Chiappetta, P. & Russell, J. (1982). The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter. *Science Education*, 66, 85-93.
- Clandinin, J. & Connelly, J. (1994). Personal Experience Methods, In N. Denzin & Y. Lincon Y. (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage Publications.
- Clayton, K. (1995). The threat of global warming. In J. O'Riordan (Ed.), *Environmental Science for Environmental Management*, New York: Longman.

- Cobern, W. (1991). *World view theory and science education research*, NARST, Monograph No. 3. Manhattan: National Association for Research in Science Teaching.
- Cobern, W. (1998). Science and a Social Constructivist View of Science Education. In W. Cobern (Ed.), *Socio-Cultural Perspectives on Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cobern, W. & Aikenhead, G. (1998). Cultural Aspects of Learning Science. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, E. & Lotan, R. & Cananzarite, L. (1990). Treating status problems in the cooperative classroom. In S. Sharan (Ed.), *Cooperative learning: Theory and research*. New York: Praeger.
- Costa, V. (1995). When Science Is "Another World": Relationships between Worlds of Family, Friends, School and Science. *Science Education*, 79(3), 313-333.
- Crawley, F. (1990). Intentions of science teachers to use investigative teaching methods: A test of a the thory of planned behavior, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7),685-697.
- CSSL. (1999). *Computer Support for Collaborative learning*, Conference in Palo Alto, California, 1999.
- Dall'Alba, G. (1986). Learning strategies and the learners approach to a problem solving task, *Research in Science Education*, 16, 87-100.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (2000). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage Publication.
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Boston: Houghton Mifflin.
- Dewey, J. (1916). Method in science teaching, *General Science Quarterly*, 1, 3-9.
- Dolnadsen, M. (1978). *Children's mind*, London: Fontana Press.
- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain, *Environmental Education Research*, 2, 89-100.
- Driver, R. & Easley, J. (1978) *Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students*. Studies in Science Education. Leeds: University of Leeds.

- Driver, R. & Guesne, E. & Tiberghien, G. (1985). *Children's Ideas In Science*. Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R. (1985). *Beyond Appearances: The Conservation of Matter under Physical and Chemical Transformations*. Suffolk, Great Britain: Open University Press.
- Driver, R. & Bell, J (1986). Students' thinking and learning of science: a constructivist view, *School Science Review*, 67, 323-347.
- Driver, R. et al (1994). *Making sense of secondary science*. London: Routledge.
- Duit, R. & Pfundt, H. (1998). *Bibliography of Students' Alternative Frameworks and Science Education*. Printed version and database (www.ipn.uni-kiel.de/) Kiel: IPN.
- Eijkkelhof, H. (1990). *Radiation and risk in physics education*. Centre for Science and Mathematics Education. Netherlands: Utrecht University.
- Frances, C. et al (1993). Ideas of elementary students about reducing the "greenhouse effect", *Science Education*, 77(4), 375-392.
- Glynn, S. & Duit R. (1995). *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gomez-Granell, C. (1993). Development of conceptual knowledge and attitudes about environment. *Science Education*, 15(5) 553-565.
- Hammersley, M. & Atkinson, P. (1987). *Ethnography, principles in practice*. London: Tavistock Publications Ltd.
- Hammond, L. & Goldman, M. (1961). Competition and non-competition and its relationship to individual and group productivity, *Sociometry*, 24, 21-49.
- Harding, S. (1986). *The science question in feminism*. New York: Cornell University Press.
- Harding, J. (1996). Girls' Achievement in Science and Technology, In P. Murphy & C. Gipps (Eds.), *Equity in the Classroom*. London: Palmer Press.
- Hawking, J. & Pea, R. (1987). Tools for bridging the cultures of everyday and scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 291-307.

- Hennessy, S. (1993). Situated Cognition and Cognitive Apprenticeship: Implication for Classroom Learning. *Studies in Science Education*, 22, 1-41.
- Hertz-Lazarowitz, R. & Miller, N. (1992). Understanding Interactive Behaviors: Looking at Six Mirrors of the Classroom. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hewson, P. (1981). A Conceptual Change Approach to Learning Science, *European Journal of Science Education*, 4, 383-396.
- Hicks, D. (1996). Learning as a prosaic act. *Mind, Culture and Activity*, 3, 102-118.
- Hogan, D. & Tudge, J. (1999) Implications of Vygotsky's Theory for Peer Learning, In D. Hogan & J. Tuge, *Cognitive Perspectives on Peer Learning*. London: Lawrence Erlbaum.
- Houghton, J. (1995). (Ed.). *Climate Change, 1995*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (1997). Intergovernmental Panel on Climate Change, *Implications of Proposed carbon oxide Emission Limitations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jakobsson, A. (2001a). *Vad påverkar elevers kunskapsutveckling under ett problemlösande arbete i grupp?* Informationstekniken i skolan (ITis). Elektroniskt publicerad på ITis websida. (<http://www.itis.gov.se>).
- Jakobsson, A. (2001b). *Elevers interaktiva lärande och användning av IKT vid problemlösning i grupp* (under arbete).
- Johnson, D. et al (1976). The effects of cooperative and individualized instruction on student attitudes and achievement, *Journal of Educational Psychology*, 68, 774-803.
- Johnson, D. & Johnson, R. & Scott. R. (1978). Student achievement on different types of tasks during cooperative, competitive and individualistic conditions, *Journal of Social Psychology*, 104, 507-516.
- Johnson, D. & Johnson, R. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Minneapolis: Interaction Book Co.
- Johnson, D. & Johnson, R. (1994). *Learning Together and Alone*. Boston: Allyn and Bacon.

- Jonassen, D. (1996). *Computers in the Classroom: Mindtools for Critical Thinking*, New Jersey: Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs.
- Kelly, P. (1991). *Perceptions and performance: An impact assessment of CEPUP in schools*. Berkely: Lawrence Hall of Science.
- Kerr, N. & Bruun, S. (1983). Dispensability of member effort and group motivation losses: Free-rider effects, *Journal of Personality and social Psychology*, 44 (1), 78-94.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31, 28-42.
- Koschmann, T. (1999). *Towards a Dialogic Theory Of Learning: Bakhtin's Contribution to Understand Learning in Settings of Collaboration*. Paper presented at CSCL (1999), Conference in Palo Alto, California, 1999.
- Koulaidis, V. & Christidou, P. (1998). *Models of Students' Thinking Concerning the Greenhouse Effect and Teaching Implications*. Greece: University of Patras, Department of Education.
- Krugly-Smolka, E. (1995). Cultural influences in science education, *International Journal of Science Education*, 17(1), 45-58.
- Kruse, A-M. (1996). Single-sex settings: Pedagogies for Girls and Boys i Danish Schools, In P. Murphy & C. Gipps (Eds.), *Equity in the Classroom*. London: Palmer Press.
- Kärrqvist., C. (1996). *Gymnasieelevers problemlösande färdigheter: NA-Spektrum*. Göteborg: Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leach, J. et al (1992). *Children's Learning in Science*. Centre for studies in Science and Mathematics Education, Leeds: University of Leeds.
- Leach, J. & Scott, P. (2000). *A perspective on teaching and learning science: Drawing on individual and sociocultural views*. Leeds: University of Leeds.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, learning and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

- Lie, S. & Sjöberg, S. (1984). *"Myke jenteri "harde" fag?* Oslo: Universitetsforlaget.
- Lijnse, P. (1990). Energy between the life-world of pupils and the world of physics, *Science Education*, 74(5), 571-583.
- Marton, F. (1994) On the structure of teachers' awareness, In Carlgren et al (Eds.) *Teachers' minds and actions: Research on teachers' thinking and practice*. London:Palmer Press.
- Mason, L. & Santi M. (1998). Discussing the Greenhouse Effect: Children's collaborative discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4(1),67-85.
- Matthews, M. (1998). *Constructivism in Science Education: A Philosophical Examination*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Mayberry, M. (1998). Reproductive and Resistant Pedagogies: The Comparative Roles of Collaborative Learning and Feminist Pedagogies in Science Education *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 443-459.
- Millar, R. (1989). Bending the evidence: The relationship between theory and experiment in science education. In R. Millar (Ed.), *Doing science: Images of science in science education*. London: Palmer Press.
- Morgensen, F. (1995). *Handlekompetence som didaktisk begrepe i miljøundervisningen*, Danmarks Laererhøjskole: Forskningscenter for Miljø- og Sundhedsundervisning.
- Nagel, N. (1996). *Learning Through Real-World Problem Solving, The Power of Integrative Teaching*. Thousand Oaks, USA: Corwin Press, Inc.
- Naturvårdsverket. (1996). *Klimatet i förändring – Orsaker, effekter, och åtgärder*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- NOT. (1997). *Ungdomars attityder till naturvetenskap och teknik*. NOT-häfte nr 9/1997, Utgiven av Skolverket och Högskoleverket, Borås.
- Novack, S. och Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62(2), 445-465.



- Novak, J. & Gowin, D. & Johansen, G. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school students. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- Novak, J. (1990). Concept maps and vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- O'Donnell, A. & King, A. (1999). Cognitive Perspectives on Peer Learning, A. In A. O'Donnell & A. King (Eds.), *Cognitive Perspectives on Peer Learning*. London: Lawrence Erlbaum.
- Okebukola, P. (1992). Can Good Concept Mappers be Good Problem-solvers in Science. *Research in Science & Technological Education*, 10(2), 153-170.
- OU DS. (1989). *Enquiry into the attitudes of sixth-formers towards choice of science and technology courses in higher education*. Oxford: Oxford University.
- Palincsar, S. & Herrenkohl, L. (1999). Designing Collaborative Contexts, In A. O'Donnell & A. King (Eds.), *Cognitive Perspectives on Peer Learning*. London: Lawrence Erlbaum.
- Pedersen, J. (1998). *Informationstekniken i skolan: En forskningsöversikt*. Stockholm: Skolverket, Liber distribution.
- Pedersen, J. (1992). The jurisprudential model of study STS issues, In R. Yager (Ed.) *The status of STS: Reform efforts around the world*. Petersfield, UK: ICASE Yearbook.
- Pernick, J. (1992). STS instruction enhances student creativity. In R. Yager (Ed.), *The status of STS: Reform efforts around the world*. Petersfield, UK: ICASE Yearbook.
- Phelan, P. & Davidson, A. & Cao, H. (1991). Students' multiple worlds: Negotiating the boundaries of family: Peer and school cultures. *Anthropology and Education Quarterly*, 22(2), 224-250.
- Piaget, J. (1972). *Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge*, Harmondsworth: Penguin.
- Potter, J. & Wetherell, M. (1987). *Discourse and social Psychology: Beyond Attitudes and Behaviour*. London: Sage.
- Roberts, D. (1982). Developing the Concept of "curriculum emphases". *Science Education*, 66(2) 243-260.

- Roschelle, J. & Fredriksen, J. (1993). *Restructuring Teaching Through Video-based Reflection on Practice*. Institute for Research on Learning, California: National Board of Professional Teacher Standards.
- Rose, H. (1994). The two-way street. Reforming science education and transforming masculine science, In J. Solomon, & G. Aikenhead (Eds.), *STS, International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- Ross, J. & Maynes, F. (1983). Development of a test of experimental problem-solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(6) 63-75.
- Rowe, M. (1973). *Teaching science as a continuous inquiry*. New York: McGraw-Hill.
- Rubba, R. (1998). An Exploration of the Concept Map as an Interview Tool to Facilitate the Externalization of Students' Understanding about Global Atmospheric Change. *Research in science teaching*, 35(5), 521-546.
- Rutherford, F. & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans..* New York: Oxford University Press.
- Sandberg, J. (1994). *Human competence at work: An interpretative approach*. Göteborg: BAS.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap: Kommunikation, kontext och artefakt*. Linköping: Filosofiska fakulteten, Linköpings universitet.
- Scott, P. & Asoko, H. & Driver, R. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies, In R. Duit, S. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research for physics learning*. Kiel: Institute for Science Education.
- SITE. (1998). *Society for Information Technology & Teacher Education*, 9th International Conference in Washington, 1998.
- Sjöberg, S. & Imsen, G. (1987). Gender in Science Education. In P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education*. London: Palmer Press.
- Sjöberg, S. (1994). Naturvitenskap, demokrati og dannelse – noen fagdidaktiske perspektiver. I S. Schnack (Ed.), *Fagdidaktik og dannelse*

- *i et demokratisk perspektiv*. (Didaktiska studier, 10). Köpenhamn: Danmarks Laererhøjskole.
- Sjöberg, S. & Kallerud, E. (1997). *Science Technology and Citizenship*. (Rapport 7/1997). Oslo: Norsk institutt for studier av forskning og utdanning, Oslo universitet.
- Sjöberg, S. (2000a). *Naturvetenskap som allmänbildning: En kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjöberg, S. et al (2000b). Science and Scientists: The SAS-study. Cross-cultural evidence and perspectives on pupils interest and perceptions: Background, development and selected results. *Acta Didactica, 1*, 1-74.
- Sjöberg, S. (2000c). Kjønn og naturvitenskapens kroppsspråk. *Nordisk pedagogik, Journal of Nordic Educational Research, 20*, 80-89.
- Skolverket. (1993a). *Den nationella utvärderingen av grundskolan, Våren, 1992, Naturorienterande ämnen - Materia* (rapport 18). Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1993b). *Den nationella utvärderingen av grundskolan. Våren, 1992, Naturorienterande ämnen - Ekologi och människokroppen* (rapport, 19). Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1993c). *Den nationella utvärderingen av grundskolan. Våren, 1992, Naturorienterande ämnen, Lärar- och elevbedömningar* (rapport 20). Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1993d). *Den nationella utvärderingen av grundskolan, Våren, 1992, Problemlösning i grupp* (rapport 26). Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1993e). *Den nationella utvärderingen av grundskolan, Våren, 1992. Skolor och elevens utveckling, Huvudrapport* (rapport 27). Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1994). *Den nationella utvärderingen av grundskolan. Våren, 1992, Naturorienterande ämnen, Om kunskapande genom integration*. Rapport 69, Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1996a). *Svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv* (rapport 114). Stockholm: Liber distribution.

- Skolverket. (1996b). *TIMSS provuppgifter-Svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1997). *Praktiska uppgifter i TIMMS, För 13-åringar i matematik och naturvetenskapliga ämnen*, Stockholm: Liber distribution.
- Skolverket. (1998). *TEMA Tillståndet i världen: Utvärderingen av skolan 1998 avseende läroplanernas mål (US98)*, Stockholm: Liber, 1999.
- Skolverket. (2000). *Kursplaner för den obligatoriska skolan*. Stockholm: Liber distribution.
- Slavin, R. (1983). *Cooperative learning*, New York: Longman.
- Slavin, R. (1990). *Cooperative learning: Theory, research and practice*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Slavin, R. (1992). When and Why Does Cooperative Learning Increase Achievement, In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, E. & Anderson, C. (1986). *Alternativ student conceptions of matter cykling in ecosystems*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Fransisco, 1986.
- Solomon, J. (1984). Prompts, cues and discrimination: The utilization of two separate knowledge systems, *European Journal of Science Education*, 6(3), 234-245.
- Solomon, J. (1992a). The classroom discussion of science-based social issues presented on television, Knowledge, attitudes and values, *International Journal of Science Education*, 14(4), 431-444.
- Solomon, J. (1992b). *Getting to know about energy in school and society*. London: The Palmer Press.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham, UK: Open University Press.
- SOU (1996:67). *IT i skolan: Om IT som förändrande kraft i skolans utveckling*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- SOU (1998/99 UbU1). *Lärandets verktyg: Nationellt program för IT i skolan*. Stockholm: Utbildningsutskottets betänkande.

- Staberg, E.-M. (1992). *OLIKA världar, skilda VÄRDERINGAR: Hur flickor och pojkar möter högstadiets fysik, kemi och teknik*. Umeå: Pedagogiska institutionen, Umeå universitet.
- Steiner, I. (1972). *Group process and productivity*. New York: Academic Press.
- Sutton, C. (1996). The scientific model as a form of speech, In S. Welford & J. Osborn (Eds.), *Research in Science Education in Europe*. London: Palmer Press.
- Svensson, L. (1985) *Contextual analysis: The development of a research approach*. Paper presented at the 2<sup>nd</sup> Conference on Qualitative Research in Psychology. Leuden, The Netherlands, August, 1985.
- Svingby, G. (1985). Begrepp och begreppsbildning inom skolans orienteringsundervisning, I Skolöverstyrelsen (Red.), *Kunskap och begrepp, centrala motiv i våra läroplaner*. Stockholm: Liber.
- Svingby, G. (1998). Mer om det verkliga livet om eleverna får bestämma. *Pedagogiska magasinet*, 1, 30-33.
- Säljö, R. (1992). Kontext och mänskliga samspel, Ett sociokulturellt perspektiv på lärande, *Utbildning och demokrati*, 2, 21-36.
- Säljö, R. (1995). Begreppsbildning som pedagogisk drog. *Utbildning och demokrati*, 1, 5-22.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken: Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm:Prisma.
- Tobin, K. (1996). Cultural Perspective on the Teaching and Learning of Science. In M. Ogawa (Ed.), *Science and Technology and Development*. Mito City, Japan: University of Ibaraka.
- Varella, G. (1992). Greater ability to apply concepts using an STS approach to teaching science. In J. Yager (Ed.), *The status of STS: Reform efforts around the world*. Petersfield, UK: ICASE Yearbook.
- Vygotsky, L. (1929). The problem of cultural development of the child, *Journal of Genetic Psychology*, 36, 34-54.
- Vygotsky, L. (1960). *The development of higher mental processes*. RSFSR, Moscow: Academy of Pedagogical Sciences.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. Cambridge: MIT Press.

- Wadsworth, J. (1984). Teeage Mothering: Child Development at Five Years, *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2, 432-445.
- Watson, J. (1994). Students' engagement in practical problem solving: A case study. *International Journal of Science Education*, 16,(1), 334-344.
- Wertsch, J. (1991). *Voices of mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wester, A. (1997). *Vad tycker svenska 13- och 14-åringar om matematik och Naturvetenskap? En studie inom TIMSS-projektet med fokus på kön*. Umeå: Enheten för pedagogiska mätningar, Umeå universitet.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS Education is in the approach. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Ödegaard, M. (2001). *The drama of Science Education*. Oslo: Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening: NO-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Studies in Education, Uppsala: Uppsala universitet.

# Bilagor

1. Elevernas problemställning.
2. Beskrivning över 3 träningslektioner med syftet att använda datorn för informationssökning.
3. För- och efterprov.
4. Intervjufrågor om elevernas livs- /skolprojekt och deras kulturella bakgrund.
5. Exempel på en kvalitativ utvecklingssituation. Utdrag ur analys över Gandalfs problemlösningsprocess (Arbetsmaterial).

# Bilaga 1

Nätpunkten

Sida 1 av 2

Sök (sv)
Sök (eng)
Fråga experter
Dagslidningar
Tidskrifter
Nyhetsbyråer
Organisationer
Myndighet
Databaser
E-post elever
Diskutera
Grupper

## Nätpunkten



**Anna:** Det finns forskare som menar att vi är på väg mot en ny istid. Stora delar av norra halvklotet kommer att täckas av flera hundra meter tjock is. Inga människor kan väl leva här då? Blir det som forskarna tror?

**Jonatan:** Andra forskare menar att jordens medeltemperatur stiger allt mer. Tänk om all is vid polerna smälter. Vad kommer att hända då? Kan djur och människor överleva om det blir allt varmare på jorden? Blir det som forskarna tror?

Konstruktion:

Anders Jakobsson -Vem har rätt? Har båda rätt? Har båda fel? Hur kan olika forskare påstå att vi går mot både kallare och varmare tider?

Design: [Nationellt resurscentrum för fysik](#) / Katarina Fening

### Er uppgift

- Ta reda på så mycket som möjligt om vad som påverkar jordens globala klimat och temperatur!
- Diskutera inom gruppen och förklara så mycket som möjligt för varandra!
- Ställ så många frågor som möjligt i gruppen och försök besvara frågorna med hjälp av Internet, böcker och artiklar!
- Alla i gruppen skall efter avslutat arbete ingående kunna förklara vad som påverkar jordens globala klimat och temperatur för en kamrat!

Hjälppådrag:

Vad är växthuseffekt? Hur blir det istid? Vad menas med växthusgaser? Kan människan påverka klimatet? Vad vet man om framtidens klimat? På vad sätt kan ett förändrat klimat påverka människor och djur?

OBS! Det räcker inte att bara besvara dessa frågor! Ställ egna frågor inom gruppen.

Lycka Till!

<http://www.fysik.lu.se/resurscentrum/eslov/>

2000-04-06



## Bilaga 2

### 3 träningslektioner om att söka på Internet

Lektion 1-3 (ca 120 min)

#### **-Bakgrund**

- Vad är Internet?
- Vad är en hemsida? Vem gör hemsidor?
- Hur kan jag läsa andra hemsidor?

#### **-Funktion**

- Modem
- Hur fungerar en browser?
- Link (blå text), back, forward, location, stop, bookmarks osv

#### **-Sökverktyg**

- Svenska sökverktyg, några ex
- Visa
- Problem

#### **-Första uppgiften**

- sök din favorit musikgrupp, skådespelare eller kändis

#### **-Källdiskussion**

- Hur många sidor hittade du?
- Vilken var bäst? Varför?
- Vem har gjort sidan?
- Varför tror du man har gjort sidan?
- Kan man lita på det som står på sidan?

#### **-Andra uppgiften**

- Att söka information på Internet
- Sök fakta om ditt favoritdjur
- Skriv upp viktiga saker som du lär dig!
- Tryck ut den bästa sidan!

### **-Sökdiskussion**

- Vilka problem uppstår när man söker?/Hur kan man undvika dem?
- Hur gjorde du när du sökte?
- Är det svårt att förstå orden på hemsidorna?
- Hur gör man när man fastnar?/alternativa sökord/vägar?
- Hur gör man när man får för många sidor?
- Vem har gjort sidan?
- Varför har man gjort sidan tror du?
- Kan man lita på att det är sant?

### **-Hur fungerar klassens startsida (se problemställningen bil 1)**

- Genomgång av vilka resurser som finns på hemsidan och hur de kan användas

### **-Tredje uppgiften**

- Försök att svara påföljande frågor genom att söka information.
- Diskutera i gruppen vad ni redan kan och vad ni behöver få reda på!  
Vad är en komet?  
Vad består den av?  
Hur ser en komet ut från jorden?  
Hur rör den sig?  
Hur kan kometens svans byta riktning?

### **-Sökdiskussion**

- Beskriv vad ni ville ta reda på!
- Beskriv hur ni sökte och vilka problem ni stötte på!
- Hur gör ni om ni inte förstår texten/engelska.
- Behöver man bara läsa texten för att lära sig?
- Vilken sida var bäst?
- Vem har gjort sidan?
- Varför har man gjort sidan tror du?
- Kan man lita på att det är sant?

### **Sammanfattning**

## Bilaga 3

namn:

### Frågor om klimat och växthuseffekt

#### Del A

Ringa in bokstaven som står framför det alternativ som du tycker bäst svarar på frågeställningen.

OBS! Du får bara sätta en ring per uppgift!

1. Vad tror du påverkar jordens väder och klimat mest?
  - a. Uppvärmning av hus och fabriker.
  - b. Värme från bilar, bussar och flygplan.
  - c. Energi från solen.
  - d. Värme som lagrats i världshaven.
  - e. Värme från jordens inre.
  
2. Medeltemperaturen i Sverige under sommaren, 1998 var betydligt lägre än somrarna, 1997 och, 1996. Vad tror du är förklaringen?
  - a. Jordens medeltemperatur sjunker eftersom vi människor släpper ut för mycket avgaser.
  - b. Jordens medeltemperatur sjunker eftersom vi är på väg mot en ny istid.
  - c. Jordens medeltemperatur sjunker eftersom solens temperatur också sjunker för närvarande.
  - d. Det är naturligt att vi har både varma och kalla somrar. Tre somrar är för kort tid att dra säkra slutsatser.
  - e. Nordpolens ismassor smälter alltmer vilket gör att vattnet och luften blir kallare.

3. Vintern, 1997/98 snöade det mindre än normalt i södra Sverige. Vad tror du det beror på?
  - a. Den ökade värmen från hus och bilar gör att snön smälter allt tidigare.
  - b. Jordens temperatur håller långsamt på att bli varmare eftersom solen just nu är närmare jorden.
  - c. Värme från jordens inre gör att temperaturen ökar och snön smälter snabbare.
  - d. Det är naturligt att det snöar olika mycket olika vintrar.
  - e. Avgaser och utsläpp gör att snökristaller får allt svårare att bildas i atmosfären.
  
4. Forskare menar att växthuseffekten påverkar jordens klimat och väder. Vad menas egentligen med växthuseffekt?
  - a. Värme från hus och bilar gör att jordens temperatur ökar. Det kan bli lika varmt som i ett växthus.
  - b. Antalet växthus på jorden ökar alltmer. Detta riskerar att öka jordens medeltemperatur.
  - c. Jorden kan liknas vid ett växthus. Atmosfären hindrar en del av värmen att stråla ut från jorden.
  - d. Solstrålningen har under de senaste åren blivit starkare vilket gör att jordens temperatur ökar. Det kan bli lika varmt som i ett växthus.
  - e. Värmen från jordens inre ökar alltmera vilket gör att jordens temperatur ökar. Det kan bli lika varmt som i ett växthus.
  
5. Tror du att människors aktiviteter på jorden påverkar växthuseffekten?
  - a. Ja, förbränningen av fossila bränslen ökar vilket gör det varmare på jorden.
  - b. Ja, förbränningen av fossila bränslen ökar vilket gör det kallare på jorden.
  - c. Ja, vi människor bygger för många växthus vilket gör det varmare på jorden.
  - d. Nej, växthuseffekten beror på värme från jordens inre som vi människor inte kan påverka.

- e. Nej, växthuseffekten beror på den ökade solstrålningen som vi människor inte kan påverka.
  
- 6. En del forskare menar att jordens medeltemperatur kommer att öka 1-3 grader inom 100 år. Om det blir så hur tror du att detta påverkar jorden?
  - a. Ökningen är så liten att det inte kommer att märkas överhuvudtaget.
  - b. Ökningen är så liten så det kommer bara att märkas genom att det blir något varmare somrar och vintrar.
  - c. Ökningen är tillräcklig för att havets nivå kommer att höjas och det biologiska livet på jorden förändras.
  - d. Ökningen är så stor att de flesta djurarter på jorden kommer dö ut.
  - e. Ökningen är så stor att allt biologiskt liv på jorden kommer dö ut.

namn:

## Frågor om klimat och växthuseffekt

### Del B.

Ringa in bokstaven som står framför det alternativ som du tycker bäst svarar på frågeställningen.

**OBS! Du får bara sätta en ring per uppgift!**

- 7. Vilken av följande ämnen i atmosfären påverkar temperaturen på jorden mest?
  - a. syrgas
  - b. koldioxid
  - c. ozon
  - d. kvävgas
  - e. svavel

8. Vilka av följande verksamheter påverkar jordens medeltemperatur mest?
- Energianvändning
  - Industriproduktion
  - Jordbruk
  - Kalhuggning av skogar
  - Elproduktion med kärnkraftsverk
9. Forskare anser att bilismen kommer att påverka jordens medeltemperatur. Vad bidrar mest?
- Värme från bilmotorn
  - Svavel i avgaserna
  - Kväveoxider i avgaserna
  - Koldioxid i avgaserna
  - Tillverkning och skrotning av bilar
10. Vilket av följande ämnen räknas inte som en växthusgas?
- syrgas
  - koldioxid
  - metan
  - ozon
  - freoner

### Del C

**I denna del skall du svara så uttömmande som möjligt! Skriv gärna i punktform! Rita gärna!**

**Om utrymmet på papperet inte räcker till får du gärna skriva på baksidan.**

11. Jorden och atmosfären kan liknas vid ett stort växthus. Denna sk växthuseffekt påverkar jordens temperatur, väder och klimat.

- a. Beskriv och förklara hur jordens växthuseffekt fungerar (rita gärna!).
- b. Förklara också på vad sätt den har betydelse för jordens medeltemperatur.
- c. Förklara på vilka sätt människan kan påverka växthuseffekten!

12. I tabellen nedan kan man läsa om några av världens länder. Tabellen visar hur mycket koldioxid de olika ländernas industri släppte ut, 1992. Till höger i tabellen kan man jämföra hur stor del av världens befolkning som fanns i landet samma år.

- a. Vilka slutsatser kan man dra från tabellen?
- b. Vilken betydelse har detta för jordens medeltemperatur och klimat?

Länder	Del av världens koldioxidutsläpp från industrin, 1992	Del av jordens befolkning, 1992
USA	22%	5%
Kina	12%	21%
Ryssland	9%	3%
Japan	5%	2%
Tyskland	4%	1%
Indien	3%	16%
Övriga länder	45%	52%

13. Året är 2050. Du har precis blivit vald till regeringschef i den nya världsregeringen. Ditt första uppdrag blir att ha ett möte med några klimatforskare från olika länder. På mötet berättar de att jordens medeltemperatur under de senaste 60 åren har ökat med nästan 2 grader.

-Vilka beslut tar du?

## **Bilaga 4**

### **Intervjufrågor om elevernas livs- /skolprojekt och deras kulturella bakgrund**

#### **Skolan övergripande**

Beskriv en vanlig skoldag!

Tycker du att det roligt att gå i skolan? Varför/Varför inte?

Tycker du att det lärorikt att gå i skolan? Varför/Varför inte?

Vilket är ditt bästa skolämne? Varför?

Är det viktigt för dig att gå i skolan? Varför/Varför inte?

#### **Skolans No-undervisning?**

Beskriv en vanlig No-lektion!

Tycker du att NO-timmarna är roliga? Varför/Varför inte?

Tycker du att du lär dig mycket på NO-timmarna? Varför/Varför inte?

Är skolans No-undervisning viktigt för dig? Varför/Varför inte?

Hur skulle man kunna göra undervisningen i No roligare och mer lärorik.

#### **Kompisar**

Tycker dina kompisar att skolan är viktig?

Tycker dina kompisar att skolans no-undervisning är viktig?

#### **Framtid, utbildning och yrke**

Vilket är ditt drömyrke? Skulle du vilja bli det? Varför?

Vad krävs för utbildning för att få det yrket?

Är grundskolan en viktig del i din utbildning för att få det yrket?

Är No-undervisningen en viktig del i din utbildning för att få det yrket?

#### **Naturvetenskap och samhälle?**

Vilka tv-program brukar du titta på?

Brukar du titta på Tv-program som handlar om No?



Vad är naturvetenskap?  
Är naturvetenskap viktig för samhället? Varför/Varför inte?  
Vad gör en vetenskapsman/kvinna?

### **Familjen**

Vad arbetar din pappa med?  
Vad har han för utbildning?  
Vad arbetar din mamma med?  
Vad har hon för utbildning?  
Tycker dina föräldrar att skolan är viktig?  
Vad tycker dom att du skall välja för yrke i framtiden?

## **Bilaga 5 (arbetsmaterial)**

### **Gandalf**

#### Växthuseffekt och jordens globala temperatur

Jag har inte förstått det här med växthuseffekten helt, men det handlar om att det bildas för mycket koldioxid när vi skövlar regnskogen och då kan inte solens strålar som reflekteras mot jorden studsas ut igen. Det blir då mer värme än det egentligen skall vara på jorden.

*Gandalf*

Det framgår tydligt vid för-provet och den uppföljande intervjun att Gandalf har hört talas om och har vissa kunskaper om växthuseffekten redan före arbetet med problemställningen. Trots att han är en av de elever i klassen som har mest kunskaper om fenomenet är de vid denna tidpunkt relativt vaga och ytliga. Han har uppfattningen att jorden kan liknas vid ett växthus och att atmosfären hindrar värmen från att stråla ut från jorden. Men han säger också att atmosfären medverkar till att all energi från solen stannar kvar vid jordytan och detta innebär att temperaturen sakta stiger. Han uttrycker med andra ord inte vid denna tid-

punkt att det existerar värmestrålning från jorden ut i universum och strålningsbalans är för honom ett okänt begrepp. Han har dessutom uppfattningen att det framförallt är ozonskiktet i atmosfären som orsakar denna temperaturhöjning genom att släppa igenom en ökad solstrålning och hindra värmen från att stråla ut. Han beskriver hur ozonskiktet hindrar det farliga UV-ljuset från solen att stråla mot jorden och att vi människor annars inte hade kunnat leva på jorden. I detta sammanhang nämner han även att det bildas för mycket koldioxid på jorden men kan inte förklara vilken betydelse det har. Enligt Gandalfs föreställning vid denna tidpunkt är växthuseffekten framförallt ett miljöproblem orsakat av människans utsläpp av miljöfarliga ämnen och han ser inte den naturliga växthuseffekten som en förutsättning för biologiskt liv på jorden.

När jag under intervjun ställer frågor om växthuseffekten och den globala uppvärmningen inser han själv att han har en del brister i sina kunskaper. Han berättar då att han egentligen inte vet så mycket om växthuseffekten eftersom de inte har läst om det i skolan. Det han vet om ämnet kommer från TV-program och tidningar. Det är tydligt att mina frågor skapar en viss osäkerhet hos honom och att han inte känner sig helt tillfredställd med sina egna svar.

När jag vid ett senare tillfälle också frågar om jorden är på väg mot en ny istid eller isnedisningsperiod berättar han att han hört talas om att det finns en del forskare som tror på detta. Han är skeptisk mot en sådan framtidsvision och menar att det behövs flera hundra års mätningar för att kunna avgöra om det håller på att bli kallare eller inte. Gandalf menar istället att medeltemperaturen på jorden troligtvis kommer öka i framtiden på grund av växthuseffekten. Detta kommer då att innebära att stora delar Nordpolen smälter vilket medför att havsnivån i världshaven stiger. Han menar dessutom att denna utveckling kommer påverka människan och det biologiska livet på jorden eftersom vi måste anpassa oss att leva på en betydligt mindre landyta. Gandalf uttrycker också bestämt uppfattningen och förhoppningen att mänskligheten kan ändra sina beteenden och bryta denna negativa utveckling. Men han inser samtidigt att det behövs stora förändringar inför framtiden. Han föreslår bland annat att bilismen och all användning av freoner måste förbjudas, att all tung industri måste göras helt ren och att mänskligheten måste utveckla effektiva, alternativa energikällor. Solenergi är den energikälla han tror mest på i framtiden. Vid detta tillfälle berättar han

dessutom att det framförallt är I-länderna som står för det mesta av jordens miljöproblem och att de största förändringarna måste ske i dessa länder.

Jag är ganska säker på att vi i framtiden kommer att ”Terraforma” Mars och plantera växter så att det bildas syre. Då kan vi kan lämna jorden om det skulle behövas.

Gandalf

De sammantagna kunskaper och föreställningar om växthuseffekten, jordens globala uppvärmning och framtida klimat Gandalf har gett uttryck för under för-prov och uppföljande intervju motsvarar bäst beskrivningen i utvecklingskategorin III.

## **Arbetet börjar**

Den 4:e mars

Redan när gruppen samlas för första gången för att bearbeta problemställningen sker en nästan omedelbar uppdelning i två undergrupper. Gandalf och Lars vill arbeta för sig och Laura och Ilahija för sig. Det verkar finnas en spänning eller en motsättning mellan pojkarna och flickorna redan innan arbetet påbörjas. Det sker heller ingen uppdelning eller arbetsfördelning av arbetet utan man börjar i stort sett genast att söka information om problemställningen. Under själva informations-sökningsfasen pratar pojkarna och flickorna i princip inte med varandra mer än vid några få tillfällen. Diskussionerna sker istället uppdelat i en pojk- och en flickgrupp. Gandalf använder uppskattningsvis mer än 90% av tiden vid det första arbetspasset till att söka information via datorn och skicka mail till experter på Internet. Han sitter koncentrerat i över 60 minuter utan att vid något tillfälle lämna datorn. Lars sitter vid sidan om och de två samarbetar och diskuterar det man hittar. Efter ungefär halva tiden byter de två plats så att Lars också får sitta vid tangenterna. Gandalf skriver relativt summariska och fåoriga anteckningar över det han kommer fram till. Han läser mycket på skärmen men kopierar viktiga delar från flera olika texter till ett word-dokument som han senare skriver ut. Dessa sammanfogade texter läser han sedan noggrant och stryker under viktiga avsnitt eller meningar. Detta är ett arbetssätt som han ofta återkommer till under hela arbetsprocessen.

De sista stunden av arbetspassen har eleverna fått till uppgift att återsamlas för att berätta vad man kommit fram till, ställa frågor till varandra och diskutera. Gruppen har dock problem med att komma igång eftersom ingen vill börja berätta. Så småningom börjar Gandalf berätta och sen Laura. Alla i gruppen är vid denna tidpunkt framförallt inställda på att bara läsa upp vad de själva skrivit och någon egentlig diskussion uppstår inte. Efter Ilahijas redovisning frågar plötsligt Gandalf henne varför hon tror att växthuseffekten har kommit. Hon besvarar hans fråga genom att fråga tillbaka om inte växthuseffekten alltid har funnits. Gandalf påstår att växthuseffekten är ett miljöproblem som beror på att mänskligheten släpper ut för mycket miljöfarliga ämnen. Även Laura lägger sig i och menar att Ilahija har rätt i att jordens växthuseffekt funnits långt före det fanns människor på jorden. Gandalfs fråga har på några få sekunder startat upp en kreativ diskussion i gruppen där alla deltar aktivt. I meningsskiljaktigheten mellan pojkarna och flickorna ligger egentligen ett missförstånd som innebär att man pratar förbi varandra och inte diskuterar samma sak. När Laura och Ilahija helt riktigt påstår att växthuseffekten funnits så länge jorden har haft atmosfär avser de den naturliga växthuseffekten som innebär att biologiskt liv kan leva på jorden och som inte beror på mänskliga aktiviteter. Gandalf däremot använder uttrycket växthuseffekten på ett annat sätt. När han använder uttrycket beskriver han den förstärkta växthuseffekt eller den globala uppvärmning som orsakats av mänsklighetens utsläpp av miljöfarliga ämnen.

Gandalf menar att själva problemet är att mänsklighetens förbränning av fossila bränslen orsakar en förändring av atmosfärens sammansättning. Han försöker införa begreppet växthusgaser och berättar att de hindrar jordens värme från att stråla ut, vilket innebär att temperaturen stiger. Vid detta tillfälle berättar han också att växthusgaserna framförallt är koldioxid, vattenånga, ozon, freoner och kväveoxider. Han nämner också att koldioxid är det största problemet eftersom att förbränningen av fossila bränslen innebär att koldioxidhalten i atmosfären ökar vilket höjer temperaturen. Tyvärr lyckas gruppen inte riktigt reda ut motsättningen vid detta tillfälle eftersom frågeställningen till sist utvecklar sig till en prestigefråga mellan pojk- och flickgruppen och diskussionen avstannar.

#### Den 4:e mars. Beskrivning av arbetet i gruppen

- **1.19.30-1.25.00 Gandalf tycker det är dags att börja berätta men ingen lyssnar till en början.** Gandalf försöker få igång redovisningen men ingen lyssnar till och börja med. Till sist tycker han att han skall strunta i att läsa vad han skrivit. Lars vill inte läsa. Flickorna accepterar att börja läsa. Laura börjar berätta vad hon har kommit på. Hon visar här att hon förstår att växthuseffekten framförallt har med gaser i atmosfären att göra och att jorden skulle vara 30 grader kallare på jorden om inte växthuseffekten fanns. Ilahija lyssnar men pojkarna verkar inte lyssna. Det är sedan Ilahijas tur att läsa. Hon läser tyst och det är helt tydligt att pojkarna inte lyssnar. Laura lyssnar och påpekar och vädjar till pojkarna att vara tysta vid redovisningen. Till sist läser Laura ett avsnitt om en amerikansk professors uppfinning. Hon säger själv att hon inte förstår alla svåra ord. Gruppen delar upp sig igen pojkar/flickor. Här finns tydliga hinder för lärandet mellan de två grupperna i gruppen.
- **1.25.10-1.27.45 Plötsligt uppstår en livlig diskussion mellan alla fyra om vad växthuseffekten egentligen är och om den alltid har funnits. Gandalf börjar.** Gandalf berättar om den förstärkta växthuseffekten som människan har bidragit med men säger bara växthuseffekten. Detta gör att flickorna missförstår och påstår att växthuseffekten alltid har funnits. Lars och Gandalf svarar att den inte alltid funnits. Gandalf och Lars menar att växthuseffekten är samma sak som den påverkan människan står för. Flickorna menar att växthuseffekten alltid funnits. Ilahija börjar prata om ozonlagret. Laura visar då att hon förstår att ozonlagret inte har avgörande betydelse för växthuseffekten. Ilahija frågar till sist om istiden. Lars rycker in och förklarar. Plötsligt avstannar diskussionen igen.

Gandalf visar nu i diskussionen att han förstår att växthuseffekten orsakas av gaser i atmosfären. Han har nu successivt tonat ned ozonskiktets betydelse för växthuseffekten och pratar nu mer om ämnen i atmosfären. Han nämner också flera viktiga växthuseffektsgaser och menar att koldioxid är den gas som påverkar mest. Kopplingen mellan koldioxidhalten i atmosfären och mänsklighetens ökade förbränning av fossila bränslen har blivit tydligare och är numera relaterad till den globala uppvärmningen. Vid tidigare tillfällen har han endast diskuterat miljöfarliga ämnen i allmänhet. Han har dock fortfarande kvar förställningen att atmosfären hindrar all värme eller energi från att stråla ut. Men vid

denna tidpunkt har Gandalf inte förstått att växthuseffekten alltid har funnits. Men de sammantagna kunskaper och föreställningar om växthuseffekten, jordens globala uppvärmning och framtida klimat Gandalf har gett uttryck för under diskussionen beskrivs bäst i utvecklingskategori IV vid denna tidpunkt av processen.

#### Den 5:e mars

Även vid början av det andra arbetspasset upprepar sig samma mönster som tidigare. Gandalf och Lars arbetar för sig vid datorn och Laura och Ilahija vid böckerna och tidskrifterna. Efter en stund bryter läraren in och säger att gruppen måste fördela tiden så att alla får sitta vid datorn. Detta medför att flickorna tar över men fortfarande är arbetet i gruppen uppdelat i en pojk- och en flickgrupp. Det är tydligt att Gandalf och Lars inte tycker om denna förändring men de accepterar beslutet och börjar istället söka information i böcker och artiklar. Gandalf uttrycker tydligt efter en stund att han tycker att de böcker han fått tag i är tråkiga och att det inte står så mycket om växthuseffekten. Till sist hittar han dock något han tycker är intressant i en bok om alternativa energikällor. Han berättar för Lars att man i Kallifonien i USA har en enorm anläggning med vindkraftverk på flera hektar som täcker över 90% av delstatens behov av elkraft. Detta sätter igång en diskussion om hur vindkraften skulle kunna utvecklas i Sverige i framtiden. Gandalf menar att det smartaste vore att bygga vindkraftverk i haven runt Sverige där det blåser mycket. Han menar vidare att man då kunde samordna vind- och vågkraftverk i en anläggning så man får ut maximal energi. Lite senare under arbetspasset läser han en artikel från tidskriftspärmen om att rapande kor påverkar växthuseffekten och en annan artikel om Agenda 21. Vid båda dessa tillfällen berättar han ingående för Lars om vad han läst och försöker också påverka honom att också läsa artiklarna.

#### Den 5:e mars. Beskrivning av arbetet i gruppen

- **2.55.55-2.58.00 Lars upptäcker artiklarna om växthuseffekten i pärmen.** Han startar en kort diskussion med Gandalf. Läraren säger att det bara 5 min kvar. Gandalf och Lars vill kolla mail från fråga en ekolog och stöter bort flickorna från datorn.
- **2,59.00-2.59.40 Lars hittar en hemsida där man använder 37 sökmaskiner samtidigt.** Han berättar för Gandalf men nonchalerar flickorna totalt.
- **3.06.50-3.19.15 Gandalf och Laura delar med sig till de andra i gruppen när de samlas för att berätta.** Mycket tydligt att det är Gandalf och Laura som deltar mest i diskussionen och att de också lär sig bra av detta. De båda visar också tydligt att de har förstått mycket av problematiken. De kan lyssna på varandra och detta leder till att de ofta ställer följdfrågor som är avgörande för att de skall fortsätta att lära sig. Gandalf och Laura verkar på detta sätt ha skaffat sig en aktiv och framgångsrik inlärningsstrategi. Gandalf berättar om koldioxidhaltens betydelse för växthuseffekten. Vid detta tillfälle gör han skillnad mellan växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Han tydliggör också skillnaden mellan problematiken med ozonlagrets förtunning och ökningen av koldioxidhalten genom förbränningen av fossila bränslen. Han försöker dessutom reda ut sambandet mellan dessa två miljöproblem. Ilahija och Lars deltar endast sporadiskt under diskussionen.

När gruppen återsamlas för att berätta och diskutera vad man kommit fram till är det framförallt Gandalf och Laura som är drivande i arbetet. Diskussionen blir också denna gång betydligt mer innehållsrik och intensiv än vid förra arbetspasset. Både Gandalf och Laura ställer bra och relevanta följdfrågor när de andra berättar och det leder ofta till situationer där olika hypoteser och föreställningar diskuteras. Det är också mycket tydligt att Gandalf upplever det som positivt att få möjlighet att formulera och uttrycka sina föreställningar och få andra att lyssna till vad han har att säga. Ett tecken på detta är att följdfrågorna från de andra får honom att berätta mer än vad han ursprungligen tänkt göra och att formulera nya hypoteser och lösningsidéer.

I diskussionen blir det tydligt att Gandalf nu skiljer på den naturliga växthuseffekten och den förstärkta växthuseffekt som framförallt är orsakad av förbränning av fossila bränslen. Det är troligt att diskussionen från första arbetspasset påverkat honom i denna frågeställning. Det

är också mycket tydligt att han nu alltmer ser den förstärkta växthuseffekten och förtunningen av ozonskiktet som två olika miljöproblem. Han konstaterar dock att det finns ett visst samband. Vid ett tillfälle under diskussionen påstår han att en fördubbling av koldioxidhalten i atmosfären skulle innebära att temperaturen vid jordytan kraftigt skulle öka. Men också att detta skulle sänka temperaturen i jonosfären vilket i sin tur skulle påverka så att nedbrytningen av ozonskiktet påskyndas. Han har nu också föreställningen att en del av värmestrålningen från jordytan strålar ut i universum och en del återstrålar till jorden. Gandalf har nu dessutom goda kunskaper om växthusgaserna och kan i flera fall redogöra varifrån dessa kommer. Han menar att det största problemet utgörs av förbränningen av fossila bränslen genom en ökad bilism och uppvärmning av hus. Detta medför en ökad koldioxidhalt i atmosfären som riskerar höja jordens medeltemperatur. I detta arbetspass tar han dessutom upp att metan också är en växthusgas och kan redogöra varifrån denna gas kommer ifrån. Han diskuterar dock fortfarande inte begreppet strålningsbalans och gör egentligen ingen skillnad mellan solens strålning och värmestrålningen från jorden. När han pratar om solstrålning använder han framförallt uttrycket "värme från solen". De sammantagna kunskaper och föreställningar om växthuseffekten, jordens globala uppvärmning och framtida klimat Gandalf har gett uttryck för under diskussionen beskrivs bäst i utvecklingskategori V vid denna tidpunkt av processen.



