



GÖTEBORGS UNIVERSITET
Utbildnings- och forskningsnämnden för lärarutbildning

Fem lärares syn på naturvetenskap

- med fokus på begreppet, allmänbildning och integration

Anna Holm & Margareta Lénberg

”LAU350”

Handledare: Clas Olander

Rapportnummer: HT06-2611-085

Abstract

Examinationsnivå: C-uppsats, 10 poäng, Examensarbete LAU 350

Titel: Hur blir naturvetenskap ämnet naturkunskap? Olika perspektiv på relationen dem emellan.

Författare: Anna Holm & Margareta Lénberg

Termin och år: HT2006

Institution: Institutionen för Pedagogik och Didaktik

Handledare: Clas Olander

Rapportnummer: HT06-2611-085

Nyckelord: didaktiska perspektiv, integration, naturvetenskap, naturvetenskaplig allmänbildning, vardagsföreställningar

Bakgrund:	Naturvetenskapligt kunnande, framför allt på allmänbildningsnivå har blivit allt viktigare i samhället. Detta har flera orsaker, en är teknikens allt snabbare utveckling och en annan de ökande miljöproblemen som kräver ett kollektivt ställningstagande och gemensamma insatser för att om inte lösas, så åtminstone bromsas. Vi ville undersöka om de intervjuade lärarnas förhållningssätt till naturvetenskap har betydelse för deras didaktiska perspektiv i undervisningen, och vad de ansåg vara naturvetenskaplig allmänbildning.
Syfte och Frågeställningar:	Vårt syfte var att: Undersöka hur fem lärare tolkar begreppet naturvetenskap som allmänbildning, och deras uppfattning om vilket arbetssätt som ger eleverna denna allmänbildning. <ul style="list-style-type: none">• Vad innebär begreppet naturvetenskap för lärarna och hur ser de på naturvetenskaplig allmänbildning?• Vad är integration enligt lärarna, och hur anser de att integration kan påverka elevernas lärande?• Vilka exempel ger lärarna på vardagsföreställningar och hur anser de att man kan utgå från dem i sin undervisning?• Vilka exempel ger lärarna på strategier för att uppnå naturvetenskaplig allmänbildning?
Metod och material:	Undersökningen byggde på kvalitativa intervjuer med fem olika lärare. Vi valde denna metod framför till exempel enkätundersökning eftersom vi ville få en djupare och mer nyanserad bild av lärarnas uppfattningar i våra frågor. Resultaten av intervjuerna kom sedan att ställas i relation till litteraturen.
Resultat:	Undersökningen visade att lärarnas förhållningssätt till begreppet naturvetenskap och vad som är naturvetenskaplig allmänbildning varierade. Lärarna ansåg att integration är viktigt, liksom kännedom om elevernas vardagsföreställningar. Att använda ny kunskap i olika sammanhang gav enligt lärarna en djupare förståelse, och en mer bestående kunskap. Lärarna ansåg att den naturvetenskapliga allmänbildningen beror på och följer samhällsutvecklingen. De uttryckte även en uppfattning om att naturvetenskap och samhällsvetenskap bör sättas i relation till varandra för att ge en helhetsförståelse av hållbar utveckling.
Betydelse för läraryrket:	Man bör som lärare i naturvetenskapliga ämnen reflektera över och analysera begreppet naturvetenskap för att klargöra sitt förhållningssätt till begreppet. Problematisering av naturvetenskapsbegreppet behövs för att undervisningen skall skapa sammanhang och ge ett mer integrerat synsätt. Då ökar möjligheten för att utbildning leder till konsekvensmedvetna och kritiska medborgare.

Förord

Vi har genomfört detta arbete i högsta grad tillsammans, allt från litteraturval till intervjuer och skrivandet. Vi tycker att arbetet givit mycket, både djupare insikt i vårt kommande yrke som naturkunskapslärare, bättre förståelse för vad eleverna behöver och inspiration till undervisningen. Vi hoppas naturligtvis att ni som läsare skall komma att dela våra nyvunna insikter och få nya perspektiv på naturvetenskap som skolämne.

Vi vill rikta ett tack till de lärare som ställt upp på intervjuer, alla lärare som var inblandade i ämnesdidaktiken under LNA-kurserna, och vår handledare Clas Olander för allt stöd och konstruktiv kritik.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	4
1. Inledning.....	5
2. Bakgrund.....	6
2.1 Hur beskrivs naturvetenskap?	6
2.2 Läroplan för de frivilliga skolformerna, Lpf 94.....	7
2.3 Naturvetenskap i kursplanen för ämnet Naturkunskap och målen för kursen Naturkunskap A.....	8
2.4 TIMSS och PISA.....	9
2.5 Naturvetenskap och allmänbildning.....	9
2.6 Naturvetenskap och integration.....	11
2.7 Naturvetenskap och vardagsföreställningar	12
2.8 Teorier om lärande	13
3. Syfte och frågeställningar.....	16
4. Metod	17
4.1 Formalia och etiska överväganden.....	17
4.2 Urval.....	17
4.3 Datainsamlingsmetoder	18
4.4 Procedur	19
5. Resultat.....	20
5.1 Resultat av intervjuerna.....	20
5.2 Sammanfattning av resultaten	27
6. Diskussion	28
6.1 Hållbarhet.....	28
6.2 Tolkning och analys	29
6.2.1 Begreppet naturvetenskap	29
6.2.2 Allmänbildning.....	30
6.2.3 Integration	31
6.2.4 Vardagsföreställningar	32
6.2.5 Lärarnas strategier för undervisningen.....	33
6.2.6 Naturkunskapens status som ett ämne.....	35
6.2.7 Resultatens betydelse och konsekvenser för skolan.....	36
7. Slutord	37
7.1 Några viktiga insikter	37
8. Referenser.....	38
Bilagor.....	40

1. Inledning

För att ha en möjlighet att förstå dagens klimatproblem och dess orsaker och de tekniska produkter vi omger oss med dagligen, likaväl som den allt snabbare tekniska utvecklingen i sig, behövs naturvetenskaplig allmänbildning (Sjøberg, 2005). Klimatproblemen kräver ett kollektivt ställningstagande och gemensamma insatser för att om inte lösas, så åtminstone bromsas. Trots det ökande behovet av naturvetenskaplig allmänbildning visar undersökningar gång på gång att intresset för naturvetenskap minskar hos ungdomar. Andersson (u.å., s. 10) skriver utifrån sina studier av undersökningar som TIMSS 2003 och 2005 och PISA 2000 och 2003 att "... skolan inte lyckas vidmakthålla den nyfikenhet och vetgirighet angående naturen som spontant finns hos yngre elever." Antalet vetenskapscentra och experimentverkstäder har ökat på senare år, likaså populärvetenskaplig litteratur och uppmärksamheten för vetenskap i media. Intresset för den populärvetenskapliga vetenskapen ökar, många ungdomar som inte intresserar sig för naturvetenskap i skolan tycker att det är spännande med kosmologi, tidsresor, rymden och "new age" (ibid, s. 10). Hur kan vi dra fördel av detta intresse när det gäller naturvetenskap i skolan?

Mängden naturvetenskaplig kunskap ökar i och med att vetenskapen hela tiden gör nya landvinningar och reviderar gamla "sanningar". Trots detta ökar inte tiden som står till buds för att behandla denna kunskapsmängd i skolan. Vi måste alltså ställa oss frågan vilka baskunskaper och verktyg eleverna måste få för att sedan själva kunna utveckla ny förståelse och fortsätta navigera på ett vetenskapligt sätt i sin omvärld. I sin artikel "What is education for?" skriver Orr (1991): "Vi behöver inte mer utbildning utan en annorlunda utbildning". Likaså säger Andersson: "Innehållet i undervisningen kanske behöver förändras. /.../ Nya undervisningsmetoder kan också behövas introduceras." (2001, s. 17). Vi har därför i anknytning till vår undersökning om naturvetenskap som begrepp även undersökt vad lärare anser vara naturvetenskaplig allmänbildning och hur man skaffar sig sådan. Ett motargument mot naturvetenskap som allmänbildning är enligt Sjøberg (2005) att det räcker att utbilda den andel av medborgarna som ska arbeta med vetenskap, och att resten klarar sig bra utan. Men då glömmer man bort att denna allmänbildning är en viktig del av demokratin, alla medborgare skall kunna ta ställning i frågor som rör naturvetenskap och ha en möjlighet att följa med i samhällsdebatten t.ex. rörande kärnkraft, växthuseffekt, kemikalieanvändning, genteknikens möjligheter och faror m.m.

Undersökningen handlade om vad lärarna ansåg ligga i naturvetenskap som begrepp och som allmänbildning, och hur de tolkade termen integration och om de uppmärksammade elevers vardagsföreställningar. Vi frågade även efter exempel på detta i lärarnas undervisning och om upplägg som kan användas i undervisningen i Naturkunskap A på gymnasiet. Vi intresserade oss också för huruvida integration och vardagsföreställningar enligt lärarna påverkar elevens lärande. Dessa begrepp kommer att förklaras och behandlas på flera ställen i uppsatsen, både i litteraturen och i intervjuerna, samt som en viktig del i vår slutdiskussion.

Vi utbildar oss båda till gymnasielärare, därför valde vi att undersöka naturvetenskapsbegreppet utifrån naturkunskap på gymnasiet. Vi har båda läst kursen Naturvetenskap för lärare om 60 poäng inom lärarprogrammet vid Göteborgs Universitet. Utformningen av utbildningen bidrog till att frågor om ämnets status, helhet, begreppssyn och innehåll uppstod hos oss. Dessa frågor kom upp till diskussion flera gånger under kursens gång och de har sedan dess legat och grott i bakhuvudet. Detta ledde fram till att vi ville undersöka dem närmare i vårt examensarbete.

2. Bakgrund

2.1 Hur beskrivs naturvetenskap?

Så här beskrivs naturvetenskap och naturkunskap i Nationalencyklopedin (NE.se):

naturvetenskap, den sammanfattande benämningen på de vetenskaper som studerar naturen, dess delar eller verkningar. Hit brukar räknas fysik, astronomi, kemi, biologi och geovetenskap. Naturvetenskapen har sina rötter i olika historiskt givna mänskliga aktiviteter. Hit hör tekniken i vid mening, varigenom människan under hela sin existens som art sökt utnyttja naturen och avvinna den skilda produkter, energiformer och information, medicinen, som egentligen är en form av teknik anpassad till hälsa och sjukdom, och naturfilosofin, som tidigare än de enskilda naturvetenskaperna formulerade generella principer, besläktade med vad som kom att kallas naturlagar.

naturkunskap, skolämne på ekonomisk, humanistisk och samhällsvetenskaplig linje i gymnasiet (gymnasieskolan) sedan 1966. Det är ett integrerat ämne som innefattar biologi, fysik, kemi och naturgeografi. Naturkunskap infördes 1971 även på 2-årig social linje. Där fick ämnet sitt största timtal, bl.a. för att vara grund för mellanstadieutbildning. I den programformade gymnasieskolan som började införas 1992 är naturkunskap ett s.k. kärnämne, dvs. obligatoriskt på alla program.

Chalmers (1982, s. 1) menar att en vanlig uppfattning om vetenskap är att vetenskaplig kunskap är bevisad kunskap och att vetenskap baseras på det vi människor kan se, höra och ta på. Den är pålitlig eftersom den är objektiv och bygger på reproducerbara experiment, inte på empiriska slutsatser. Filosofer på Francis Bacons (1561-1626) tid summerade den tidens vetenskapliga förhållningssätt med ”om vi vill förstå naturen måste vi konsultera naturen och inte Aristoteles skrifter”. Detta är då en populärvetenskaplig förenkling av begreppet vetenskap, som inte beskriver begreppets komplexitet.

Naturvetenskap är idealisering och förenkling av verkligheten och den strävar alltid efter tankeekonomi, ett så litet antal teorier som möjligt skall kunna förklara så många fenomen som möjligt. Allra helst skulle forskarna vilja komma fram till ”den stora teorin” som kortfattat och elegant förklarar allting. Det är ett faktum att ett stort antal lagar och teorier redan har bakats ihop till färre mer allmängiltiga sådana (Sjøberg, 2005, s. 67ff). Vetenskapsfilosofen Karl Popper beskriver det som ”Science is the art of systematic oversimplification.” (Ibid, s. 74.)

”Fakta talar för sig själv och bildar grundvalen för ny kunskap. Den kunskapen är neutral, knuten varken till personliga intressen eller gruppintressen. Vetenskapen är oavhängig filosofiska och politiska moderiktningar, den trår över sådana och andra motsättningar. Vetenskapen och därmed världen går ”framåt”. Vår kunskap ökar ju fler fakta vi slår fast, mätningar och observationer blir mer noggranna, slutsatserna blir säkrare. Kunskapen växer jämnt och säkert.” (Ibid, s. 196).

Begreppet naturvetenskap kan enligt Sjøberg (2005, s. 163) ses ur tre olika perspektiv:

- Den naturvetenskapliga processen. Det är en process som producerar kunskap. Den bygger på objektiva observationer, som leder fram till teorier. När dessa teorier har verifierats tillräckligt, oftast genom fler och noggrannare observationer och experiment, kan de övergå till att bli lagar. Den samlade kunskapsmassan förändras hela tiden när nya observationer och experiment görs. Dock är kunskapen varaktig trots att den är föränderlig. Vetenskapliga teorier och lagar gör det möjligt att göra förutsägelser, vilka i sin tur visar att vi gör framsteg i vår förståelse av naturen. Detta beskrivs bl.a. i Ekstig (2002, s. 22-23). Det har visat sig att elevers intresse för ämnet ökar om de i undervisningen får arbeta utifrån den naturvetenskapliga metoden, att

undersöka, följa upp och diskutera sina resultat, och inte bara lära sig *om* den (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005, s. 44). Detta skulle även ha en positiv effekt på demokratiargumentet.

- Naturvetenskapens produkter. Detta är det vi vet; tankar, begrepp, teorier, lagar (Sjøberg, 2005, s. 157). Dessa produkter har vuxit fram genom århundradena och har resulterat i en annan form av produkter, nämligen den teknik och de hjälpmedel människan skapat åt sig själv utifrån naturvetenskapliga landvinningar. Detta område utvecklas i allt snabbare takt och blir allt mer komplicerat att förstå.
- Naturvetenskapen som samhällsinstitution. Här finns fyra olika aspekter av naturvetenskap i samhället, också kallade argument:
 1. ekonomi: naturvetenskap är grunden till ekonomisk och teknologisk utveckling.
 2. nytta: att klara av vardagslivet i ett modernt samhälle men även att lösa de problem vi skapar för t.ex. miljön.
 3. demokrati: att skapa ansvarsfulla, kritiska människor som är aktiva i samhällsfrågor.
 4. kultur: vår vetenskapshistoria, som är grunden till vår västerländska kultur. Här ingår bl.a. vetenskapsfilosofi och epistemologi.

2.2 Läroplan för de frivilliga skolformerna, Lpf 94

En stor del av naturkunskapskursernas innehåll och flera av de perspektiv på miljön och omvärlden de förmedlar uttrycks i läroplanen för de frivilliga skolformerna.

1.2 Gemensamma uppgifter för de frivilliga skolformerna

Eleverna skall träna sig att tänka kritiskt, att granska fakta och förhållanden och att inse konsekvenserna av olika alternativ. På så vis närmar sig eleverna ett alltmer vetenskapligt sätt att tänka och arbeta. /.../

Genom studierna skall eleverna skaffa sig en grund för livslångt lärande. Förändringar i arbetslivet, ny teknologi, internationaliseringen och miljöfrågornas komplexitet ställer nya krav på människors kunskaper och sätt att arbeta. /.../

Miljöperspektiv i undervisningen skall ge eleverna insikter så att de kan dels själva medverka till att hindra skadlig miljöpåverkan, dels skaffa sig ett personligt förhållningssätt till de övergripande och globala miljöfrågorna. /.../

Undervisningen bör belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling. /.../

Elevernas kunskapsutveckling är beroende av om de får möjlighet att se samband. Skolan skall ge eleverna möjligheter att få överblick och sammanhang, vilket fordrar särskild uppmärksamhet i en kursutformad skola. Eleverna skall få möjlighet att reflektera över sina erfarenheter och tillämpa sina kunskaper.

Under punkt 2, mål och riktlinjer, 2.1 mål att sträva mot står det att varje elev

- kan använda sina kunskaper som redskap för att
- formulera och pröva antaganden och lösa problem
 - reflektera över erfarenheter
 - kritiskt granska och värdera påståenden och förhållanden
 - lösa praktiska problem och arbetsuppgifter,

Under 2.2 normer och värden står det bl.a. att eleven

- visar respekt för och omsorg om såväl närmiljön som miljön i ett vidare perspektiv.

Alla dessa uppgifter kan relateras till innehållet i kursplanerna för naturkunskap, de kan således räknas som naturvetenskaplig allmänbildning enligt läroplanen.

2.3 Naturvetenskap i kursplanen för ämnet Naturkunskap och målen för kursen Naturkunskap A.

Vi har studerat kursplanen för ämnet Naturkunskap och målen för kursen Naturkunskap A, hädanefter refererad till som NkA (fullständiga kursplaner kan läsas i bilaga 1 och 2). Anledningen till att vi har valt att fokusera på NkA är dels att det är en grundläggande och översiktlig kurs som behandlar naturvetenskapens grundläggande delar, och dels att det är ett kärnämne, alla gymnasieelever läser kursen. Vi har fokuserat på vad kursplanerna säger om begreppet naturvetenskap, vilka mål eleverna ska ha uppnått, och den utläsbara motiveringen till att ämnet naturkunskap undervisas i skolan.

I kursplanen för ämnet naturkunskap anges att ämnets syfte är att: ”beskriva och förklara omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv.” (Skolverket, 1994).

Byggstenar i kursplanens mål att sträva mot:

1. Naturvetenskapligt perspektiv
2. Naturvetenskapliga metoder
3. Naturvetenskapligt språk
4. Naturvetenskapligt förhållningssätt
5. Respekt för naturen
6. Diskutera samhällsfrågor utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv
7. Kretsloppstänkande
8. Förståelse för naturvetenskapens roll för samhällsutvecklingen

Tittar vi på begreppet naturvetenskap i dessa mål kan de delas in så här:

- Naturvetenskaplig metod (teoretiska studier, observationer, experiment och fältstudier) mål 1-4.
- Kretsloppstänkande mål 5 och 7.
- Kritiskt förhållningssätt mål 6 och 8.

Ämnets karaktär och uppbyggnad kan delas in i tre områden. Det första området handlar om att förstå naturvetenskapens produkter, det andra området handlar om att ett tvärvetenskapligt perspektiv är ett måste för att förstå dagens naturvetenskap, och i det tredje poängteras ett historiskt perspektiv. Det är tydligt att naturkunskapskursen syftar till att forma medborgare som har ett vetenskapligt synsätt.

NkA går ut på att den värld vi lever i skall utforskas på olika sätt och ur olika perspektiv. Tre områden är särskilt tydliga; miljö, energi och ekosystem, och dessa ska studeras ur ett vetenskapligt perspektiv. Kort sagt handlar kursplanen för ämnet naturkunskap om ett förhållningssätt gentemot naturvetenskap, och målen för NkA specificerar vilka teoretiska delar som är grundläggande för att utveckla det målrelaterade förhållningssättet.

2.4 TIMSS och PISA

Det genomförs många internationella studier om elevers kunskaper i olika skolämnen i relation till vad som står i läroplanerna. Två sådana studier är TIMSS och PISA¹. Ett mål med dessa är att förklara lärande och att identifiera vilka faktorer som främjar lärande (Sjøberg, 2005, s. 99).

PISA mäter vad de kallar "scientific literacy", hur eleverna använder sitt kunnande i nya problemställningar, d.v.s. den naturvetenskapliga processen hos varje elev. "Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity." (OECD, 2003, s. 133). Denna utvärdering arbetar med tre dimensioner av naturvetenskapligt kunnande: begrepp, processer och sammanhang. Syftet är att utvärdera hur eleverna använder teorier, modeller, begrepp samt naturvetenskapens arbetsätt för att tolka, bedöma och kommentera olika texter med naturvetenskapligt innehåll (OECD, 2003, s. 135 ff).

TIMSS har en lite annorlunda utgångspunkt än PISA för sin studie. De mäter vad eleverna kan, d.v.s. produkten, jämfört med respektive lands uppställda mål. Det görs var fjärde år i ca 60 länder. Genom denna undersökning framkom bl.a. att elever började glömma sitt naturvetenskapliga kunnande redan innan de slutade skolan. De hade även begränsad känsla för sin kunskaps generaliserbarhet och dess relevans. Mycket av skolans naturvetenskap uppfattades som isolerade fragment som inte kopplades till elevernas liv och verklighet. Sådan kunskap är extra utsatt för glömska, skriver Fensham (2000, s. 151).

Denna typ av undersökningar är mycket komplicerade, och man använder avancerade statistiska metoder för att analysera resultaten, vilka vi inte kommer att gå in på här. Vad som är viktigt att nämna i detta sammanhang är att de delar av undersökningarna som behandlar naturvetenskapliga ämnen ligger till grund för mycket av den forskning som presenteras i Sverige på området, och i förlängningen i detta arbete.

2.5 Naturvetenskap och allmänbildning

Sjøbergs tre perspektiv på naturvetenskap som vi redogjort för i avsnitt 2.1 står att finna i kursplanen för ämnet naturkunskap på gymnasiet. Trots att kursplanen uttrycker att alla dessa perspektiv skall ingå visar erfarenheter att mycket av skolans naturvetenskap handlar om produkterna (se t.ex Sjøberg, 2005, s. 159), man riktar in sig på vad eleverna behöver veta och vad de behöver göra för att få veta det. Däremot läggs inget fokus på hur vi fått reda på det, d.v.s. vetenskapens processer.

"När elever lär sig om vad vi vet, utan att lära sig hur vi kommit fram till denna kunskap, och varför denna tro eller detta koncept är bättre än något annat, eliminerar det elevernas chanser att förstå de sociala, kognitiva och epistemologiska processer som gör vetenskapen till ett objektivet sätt att veta." (Duschl, 2000, s. 187).

¹ PISA står för Programme for International Student Assessment. TIMSS står för Trends in International Mathematics and Science Study.

Även Ekborg (2002) nämner detta förfarande: Ämnena presenteras sällan som fenomen som studenterna skall utveckla förståelse för och insikt i, utan läraren har föreställningar om vilka kunskaper, föreställningar och förhållningssätt studenterna ska nå upp till (s. 73).

Det råder ingen tvekan om att förutsättningarna för att förstå naturvetenskapens tekniska produkter har ändrats. Från att ha kunnat analysera tekniska hjälpmedel genom att observera dem (pil och båge, block och talja, hävstång, väderkvarn m.m.) har vi gått till att försöka (eller ge upp att försöka) förstå saker vi inte kan se hur de fungerar (mobiltelefoner, datorer, digital TV m.m.).

”I en tid då produktionen är tekniskt komplicerad, då miljöbelastningen av våra livsformer är ett allvarligt hot mot vår framtid, och då vi har förväntningar på att människor ska fungera i ett demokratiskt samhälle och ta ställning i komplicerade frågor är bildningsbehoven helt annorlunda och mycket mer påträngande.” (Säljö, 2000, s. 14).

Som vi nämnde i inledningen gjorde även Orr (1991) en liknande iakttagelse. Vad som anses som allmänbildning ändras hela tiden och följer samhällets utveckling. Traditionellt har skolan fokuserat på naturvetenskapen som produkt, undervisningen har präglats av ämnens begreppsmässiga struktur. Ett färdigt tankebygge nämligen lagar, teorier och definitioner skulle läras in (Sjøberg, 2005, s. 159). Idag skall undervisningen enligt kursplaner fokusera på hållbar utveckling, d.v.s. sammanhang, miljö och konsekvenstänkande. Hållbar utveckling är ett begrepp som kommit till i läroplanerna, och blivit allt mer framträdande under 2000-talet. Förutom att det har en framträdande position i naturkunskapsämnet, är det ett perspektiv som skall prägla all undervisning. ”Generellt kan man emellertid säga att det handlar om en helhetssyn på människors och samhällets behov, förutsättningar och problem. Den bärande principen är att ekonomiska, sociala, och miljömässiga förhållanden och processer ingår i ett komplext samspel.” (Sjøberg, 2005, s. 104).

Skolverket gjorde 1994 en djupstudie: *Mer formler än verklighet, ungdomars attityder till naturvetenskap och teknik*. Blivande gymnasieelever uttryckte där att de tyckte att grundläggande kunskap inom naturvetenskap tillhör en god allmänbildning och att de är medvetna om att Sveriges välfärd bygger på den teknologiska utvecklingen. De har en grundläggande respekt och positiv attityd till naturvetenskaplig forskning men inställningen till skolämnet naturkunskap var svalt. Det ansågs som abstrakt, krångligt och verklighetsfrämmande. Detta faktum har även Andersson (u.å, s. 10) uppmärksammat, vilket vi också nämnt i inledningen. Det finns en tydlig uppdelning hos eleverna mellan vardagskunskapen, alltså den levda världen, och den av naturvetenskapen beskrivna världen. Så länge vardagsspråket räcker till går det bra, men formler där matematiken är kommunikationsinstrument upplevs ofta som ett kommunikativt hinder (Strömdahl, 2002, s. 9).

I tabell 1 finns en sammanställning utifrån läroplanen och bakgrundslitteraturen över de olika delar av naturvetenskap som hör till allmänbildning.

Tabell 1. Vår tolkning och sammanställning.

Eleven bör:

Lära sig om	Lära sig	Bli
Naturvetenskapens produkter	Observera	Demokratisk medborgare
Naturvetenskapens processer	Vara kritisk	Kritisk
Naturvetenskapens metoder	Tänka logiskt	Fördomsfri
Teknik	Debattera, argumentera	
Vår kultur	Problemlösning	
	Avgöra validitet	
	Naturvetenskapens språk	

Alla dessa delar ingår i att utveckla något som Östman (1996, s. 557) benämner som ”medborgarkompetens”. Denna term är en bra beskrivning på syftet med naturvetenskapen i skolan. Detta nämns även i Lpf 94 där det står att skolan skall förbereda eleven för livet som samhällsmedborgare.

Naturvetenskapen, både dess metoder och produkter, är en del av vårt kulturarv. Vår västerländska kultur baseras i stort på den vetenskapliga kunskapstraditionen. Den går långt tillbaka i tiden, i antikens Grekland var filosofi och vetenskap oskiljaktiga delar av människans försök att förklara världen. Genom århundradena har dessa discipliner skiljts åt, varefter vetenskapen utvecklat sin objektiva process. Vetenskapens historia finns med som ett mål i kursplanen och får därmed plats som en del av den naturvetenskapliga allmänbildningen. Det är lätt att uppfatta naturvetenskapen som ett byggverk av auktoriteter, objektivitet och eviga sanningar, och att nyansera det här synsättet är en viktig uppgift för ämnesdidaktiken (Sjøberg, 2005, s. 45).

Orr (1991) skriver att i vår moderna skola har vi delat in och fragmenterat vår värld i discipliner och underdiscipliner. Det resulterar i att ungdomar kan ta examen efter 12 eller ända upp till 20 år i skolan utan att ha en bred integrerad förståelse för hur allt hänger ihop. De flesta yrkesgrupper behöver naturvetenskaplig allmänbildning för att alla ska kunna bidra till ett hållbart samhälle.

2.6 Naturvetenskap och integration

Det finns olika sorters integration. Men oavsett vilken integration som åsyftas så står aldrig begreppet helt för sig självt, det är alltid *någon* som integrerar. I *Om kunskapande genom integration*, (Andersson, 1994, s. 16ff), ges en lista på olika typer av integration som man kan stöta på i en undervisningssituation. Dessa har vi sammanställt i tabellen nedan, rubriken ”övriga former” är en kategori vi själva lagt till.

Tabell 2. *Former av integration.*

Grundformer	Exempel
Kategoriintegration	Cykel, bil, tåg → fordon
Rumsintegration	Göteborg – Sverige – världen
Tidsintegration	Larv – puppa – fjäril
Orsaksintegration	Förstå sambandet orsak och verkan
Komplexa former	
Teoriintegration	Olika händelser förklaras med en och samma naturlag.
Integration genom orsakskedjor	Fälla träd – såga timmer – bygga hus
Integration genom orienteringssystem	Baseras på värden och vägleder handling, tex religion, politisk ideologi.
Problemfokuserad integration	Sätta samman kunskapsdelar till en helhet för att förklara nya sammanhang och problem.
Övriga former	
Ämnesintegration	Att arbeta över ämnesgränserna

De två former vi fokuserade på i detta arbete var ämnesintegration och komplexa former av integration. Man skulle kunna säga att ämnesintegration är en ram för lärandet som läraren ger eleverna, d.v.s. det är läraren som bestämmer om ämnesintegration får en plats i undervisningen eller ej. Som lärare skall man ge eleverna möjlighet att utveckla de komplexa formerna av integration, d.v.s. den insikt som gör att eleverna inser att olika bitar av det

kunnande som de erhållit går att foga samman till nytt kunnande, kanske inom ett helt annat område.

Integration brukar förklaras som att göra helheter av delar. Men det är också möjligt att dessa delar och helheter kan växelverka, alternativt att läraren medvetet växlar mellan dem, för att ett sammanhang skall bli synligt och en djupförståelse bli möjlig för eleverna.

Andersson (1994, s. 40) nämner ämnena natur (N), teknik (T) och samhälle (S) som en utgångspunkt för integrerad undervisning. Detta är framför allt viktigt när hållbar utveckling behandlas, för att dessa kopplingar skall synliggöras. Här kan man t.ex. resonera kring energiväv/flödesschema över energin på jorden, och ett växelspel mellan delar och helhet kan fördjupa integrationen och förståelsen. Perspektivet hållbar utveckling kan också användas för att integrera både ämnen och delar inom naturkunskapsämnet. Hållbar utveckling utgör en integration av både naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga ämnen och miljöfrågorna ingår där som en naturlig del (Sjøberg 2005, s. 404).

Det är inte bara det vi lär oss i skolan som spelar roll. De ämnesområden som inte ingår i undervisningen sänder också ut signaler. ”All education is environmental education.” (Orr, 1991). Bristen på verklighetsanknytning lär eleverna att det de gör i skolan är isolerat från omvärlden, ”the real world”, och något som bara är relevant innanför klassrummets fyra väggar (Orr, 1991).

Andersson (u.å. s. 97f) och hans forskningsgrupp har skapat begreppet ”innehållsorienterad teori”, en teori som anger undervisningsaspekter som gynnar lärande med förståelse av ett givet innehåll. De delar in teorin i tre² aspekter varav en, ”allmänna aspekter”, är giltig även utanför det naturvetenskapliga området och skall gynna lärande med förståelse. Den beskrivs i sju punkter:

1. Läraren ser sig själv som en aktiv representant för den naturvetenskapliga kulturen, som introducerar begrepp, ger naturvetenskapliga förklaringar och arrangerar situationer för begreppsanvändning.
2. Läraren är väl insatt i vanliga vardagsföreställningar om innehållet och är medveten om dessa genom hela undervisningen. Han/hon är uppmärksam och intresserad av elevernas idéer, både redan kända och nya.
3. Läraren skapar ett tillåtande klassrumsklimat där eleverna på ett positivt sätt kan dela med sig och diskutera sina idéer och funderingar.
4. Väl tilltagen tid används för att diskutera och lösa uppgifter som innebär att eleverna får tillämpa undervisningsinnehållet i olika situationer.
5. Djuplärande uppmuntras, dvs. eleven stimuleras att
 - Vrida och vända på det nya kunnandet (transformation istället för memorering)
 - Ställa frågor och framkasta idéer
 - Koppla ihop nytt kunnande med befintligt
 - Använda kunnande som verktyg för att se sin omvärld med nya ögon
 - Diskutera det nya med kamrater och andra
 - Anta utmaningar (t.ex. i form av problemuppgifter)
6. Formativ utvärdering används på ett varierat sätt av både lärare och elever i syfte att förbättra undervisning och lärande.
7. Läraren antar inte att eleven är motiverad utan försöker skapa intresse och motivation.

2.7 Naturvetenskap och vardagsföreställningar

Elevers vardagsföreställningar har varit föremål för en hel del forskning. Några exempel är *Om kunskapande genom integration*, (Andersson, 1994), *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*, (Andersson, 2001), *Naturvetenskaplig utbildning för hållbar utveckling?*,

² Allmänna aspekter, aspekter som gäller naturvetenskapens karaktär och innehållsspecifika aspekter.

(Ekborg, 2002), *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt* (Helldén, et.al. 2005), *Solvagnen – visioner till din miljöundervisning*, (Brunner, 1996). Utgångspunkt i denna forskning är att lärande är en individuell process, alla elever kommer till skolan med olika förförståelse. Deras vardagsförklaringar av fenomen i omvärlden fungerar i vardagen men är inte vetenskapligt korrekta. De måste utmanas för att eleven skall överge dem till förmån för naturvetenskapliga begrepp och teorier. De måste dessutom utmanas i sådan utsträckning att eleven inte återgår till sina vardagsföreställningar efter att skolan slutat. Att så ofta är fallet har framkommit av forskningen på området: ”skolkursernas vetenskapliga begrepp tenderar att glömmas bort av majoriteten av eleverna, under det att de vardagliga föreställningarna kvarstår efter undervisningen.” (Andersson, u.å. s. 45). Att utgå från och ta hänsyn till elevers vardagsföreställningar är en viktig del i undervisningens progression³ (Ibid, s. 42).

Brunner skriver:

Men kunskaper är ingenting färdigt som kan överföras från en person till en annan. Kunskap kan endast växa. Och detta växande är en kreativ process som sker inne i varje enskild elev, utifrån de helt egna förutsättningar som var och en bär på!

Lärarens uppgift blir därför att väcka intresse, provocera, ha perspektiv och visioner, få eleverna att tänka, känna, undra och vilja (Brunner, 1996, s.40).

Enligt Helldén et. al. (2005, s. 22) är en vardagsföreställning elever har om naturvetenskap som sådan är att syftet med naturvetenskaplig forskning handlar om att lösa tekniska frågeställningar, snarare än att ge acceptabla förklaringar till vetenskapliga fenomen. ”Om jag skulle reducera all pedagogisk psykologi till en princip, skulle jag säga följande: Den viktigaste enskilda faktorn som påverkar lärandet är vad den lärande redan vet. Ta reda på det och undervisa med utgångspunkt från det!” (Ausubel, 1968, citerad i Helldén, 2005).

Man bör inte betrakta vardagsföreställningar som något fientligt eller dåligt, vardagsföreställningar behövs för att bygga upp personliga relationer till eleverna och för att kunna arbeta mot uppställda mål som finns i kursplanen (Andersson, 1994, s. 30ff).

Vardagsspråk är en viktig orsak till varför vardagsföreställningar ofta stannar kvar, men att vetenskapligt tänkande kan försvinna efter ett tag. Det är inte alltid meningsfullt att försöka få eleven att byta ut sitt språk, utan det kan fungera bättre att lära den i vilka sammanhang den skall använda de olika språken. Många vetenskapliga uttryck används vardagligt och tvärt om. Exempel i vardagen: kemin stämmer, allt är relativt, i vetenskapen; värme, kraft, energi. Vetenskapliga begrepp är exakta och precisa, till skillnad från vardagliga varför dessa inte fungerar i vetenskapliga sammanhang. Exempelvis är det vanligt att säga att ”man får energi” när man tränar⁴ (Ekborg, 2002; Sjöberg, 2005).

”Språket är ett ... instrument som man anpassar till sina behov i konkreta sammanhang. /.../ Det finns därför ett slags spänning mellan den generella lexikala betydelsen och den innebörd ord ges i en konkret kommunikativ situation.” (Säljö, 2000, s. 87).

2.8 Teorier om lärande

Idag finns en stor mängd vetenskapliga discipliner, och en av dem, pedagogiken, fokuserar på hur lärandet i sig uppstår. Det finns många uppfattningar om hur detta går till, och flera av dem växelverkar med varandra. Ämnet är komplext, och här görs endast en kortfattad översikt.

³ Progression innebär här ett perspektiv nerifrån och upp, man är medveten om elevens utgångsläge och vad undervisningen ska mynna ut i.

⁴ Rent fysiologiskt använder man energi när man tränar, men då man blir piggare av det kan det uppfattas som att man får energi.

Piaget är en av de mest kända forskare som försökt förklara hur barn tolkar händelser och formar teorier. Han har bl.a. utformat en stadieteori där barnets utveckling och erfarenheter av omgivningen är avgörande för vad det kan lära sig. Hans teorier fokuserar mest på lärande och inte så mycket på hur undervisningen skall bedrivas för att uppfattas som meningsfull av eleverna. Konstruktivismen utgår från att lärande skapas genom processer inom människan, genom att sinnesintrycken tolkas mot bakgrund av de föreställningar och förväntningar som individen har (Helldén, 1994, kap. 2).

”Den personliga konstruktivismens insikter: Att eleverna har föreställningar; att dessa föreställningar är stabila och robusta, näst intill undervisningsresistenta; att effektiv begreppsinsläring kräver att man tar utgångspunkt i dessa föreställningar; att det är eleverna som skapar begrepp, ej läraren som lär ut dem; /.../ begreppsstrukturer kräver att eleverna får tillfälle till att använda begreppen i olika sammanhang.” (Östman, 1996, s. 556f)

Gemensamt för elevers föreställningar är att de är:

- Personliga
- Logiska ur elevens synpunkt
- Robusta och seglivade
- Beroende av uttryck i vardagsspråket (Helldén, 1994, kap. 2).

Det sociokulturella perspektivet bygger i stort på Vygotskijs idéer och innebär att elevens kunskaper och lärande växer fram genom samarbete i en kontext. Det är en form av mänsklig kommunikation ”genom vilken lärande och utveckling äger rum. Kommunikation är länken mellan det inre tänkandet och det yttre (interaktion).” Lärandet är en kommunikativ process och språket och interaktionen med andra människor är av största vikt. I interaktion är språket det viktigaste medierande redskapet, ett verktyg för att organisera tänkandet. Språket är den viktigaste mekanismen för att utveckla och kommunicera kunnande (Säljö, 2000, kap. 4).

Östman (1996, s. 557) skriver att ”Det enda sätt att förankra en innebörd till ett ord är att få eleverna att lära sig det språkbruk som ordet tillhör och som tilldelar det den vetenskapliga meningen.” I den sociala miljön finns ackumulerat kunnande från tidigare generationer, både vetenskaplig och vardaglig, och det sker en interaktion mellan individen och denna kunskap. Detta är grunden till att alla har förförståelse och vardagsföreställningar med sig in i en undervisningssituation. Begreppsapparaten är individuell och beror av elevernas förförståelse. Experimenterande i sig leder inte till nytt kunnande om man inte utgår från elevens tänkande och utmanar det. Lärandet bygger på begrepp som är tillämpbara i olika sammanhang, t.ex. olika kretslopp.

Både det sociokulturella och det konstruktivistiska perspektivet tar hänsyn till vardagsföreställningar. Sociokulturellt sett skall föreställningarna inte utrotas, eleverna skall bara lära sig att det finns olika språk som används i olika sammanhang, de skall ”Kommunicera naturvetenskap i för naturvetenskap relevanta sammanhang” (Östman, 1996, s. 562). Läraren bör föra en dialog där vardagsföreställningarna på ett naturligt sätt blir synliga, då är det möjligt för denne att ta fasta på och utgå från dem. Då kan han/hon se till att vardagstänkandet utvecklas mot ett mer vetenskapligt tänkande. Konstruktivismen utgår från att elevens vardagsföreställningar blir utmanade när nya teorier och ny kunskap införlivas med den gamla. Alla elever har olika erfarenheter och förförståelse, inläringen blir således individuell och eleven själv utvecklar nya former av förståelse. Här kan vi nämna begreppet ”transfer”, som innebär att eleven överför vad han/hon lärt sig till nya situationer (Andersson u.å. s. 41f). Detta kräver att eleverna lärt sig med förståelse och inte memorering av fakta. Allt lärande innefattar transfer, man utnyttjar det man redan kan då man lär sig något nytt. I Lpf 94 står det att: ”Kunskap är inget entydigt begrepp. Kunskap kommer till uttryck i olika former –

såsom fakta, förståelse, färdighet och förtrogenhet – som förutsätter och samspelar med varandra.” (s. 6).

För att möjliggöra ett effektivt konstruktivt lärande, och även transfer, är det viktigt att inte introducera för många begrepp. Läraren måste göra klart vilka teorier och begrepp som är grundläggande och hör till allmänbildningen, och gå in djupare på dem och låta eleverna använda dem i olika situationer. Man bör även utgå från vardagsfenomen när man introducerar nya begrepp och de blir då användbara verktyg. Risken är annars att eleverna möter en uppsjö begrepp som bara resulterar i memorerande och ingen förståelse (Andersson, u.å.; Eskilsson & Lindahl, 1996; Säljö, 1995).

De här -ismerna som företräds av olika forskare kan oftast inte var för sig förklara lärande, och det har visat sig att en växelverkan, eller kombination, av dem är det mest gynnsamma för att förklara det komplexa lärandet. Begreppet socialkonstruktivism har fått beskriva denna växelverkan:

”Det används för att framhålla att när man lär (konstruerar kunskap) så är det en process som inte bara är renodlat individuell och privat utan något som sker i ett socialt sammanhang, där språket och annan interaktion med andra spelar en central roll.” (Sjøberg, 2005, s. 261).

3. Syfte och frågeställningar

Vi har i inledningen beskrivit vår utgångspunkt till det här arbetet, att undersöka de intervjuade lärarnas förhållningssätt till och definition av naturvetenskap som begrepp. I bakgrunden har vi med frågeställningarna som utgångspunkt redogjort för den forskning vi tagit del av. Naturvetenskap som begrepp har undersökts utifrån läroplan, kursplan och litteratur. Vi har belyst vad olika författare anser vara naturvetenskaplig allmänbildning och varför naturkunskap är ett viktigt skolämne. Olika typer av integration har definierats, och de två kategorier vi lägger tyngdpunkt vid (ämnesintegration och komplexa former av integration) har presenterats. Vi har beskrivit några författares åsikter kring elevers vardagsföreställningar och förförsåelsens roll för inläringen. Vårt syfte, att undersöka hur fem lärare tolkar termen naturvetenskap som allmänbildning, och deras uppfattning om vilket arbetssätt som ger eleverna denna allmänbildning, har vi delat in i följande frågeställningar:

1. Vad innebär begreppet naturvetenskap för lärarna och hur ser de på naturvetenskaplig allmänbildning?
2. Vad är integration enligt lärarna, och hur anser de att integration kan påverka elevernas lärande?
3. Vilka exempel ger lärarna på vardagsföreställningar och hur anser de att man kan utgå från dem i sin undervisning?
4. Vilka exempel ger lärarna på strategier för att uppnå naturvetenskaplig allmänbildning?

4. Metod

Vi bestämde oss i ett tidigt skede att använda oss av intervjuer för att samla information. En öppen intervjuform passade bäst för ändamålet. Anledningen till detta var att vi ville få så uttömmande svar som möjligt och kunna göra tillägg till frågorna och förtydliga om något var oklart. Vi kunde förstås ställt öppna frågor i en enkätundersökning, men vi ansåg att vi då inte skulle få lika uttömmande svar. Två av lärarna vi intervjuade hade vi träffat tidigare, en som VFU-handledare och en på lärarutbildningen. De övriga tre fick vi hjälp av vår handledare att hitta, vi anser att vi fick bra spridning på lärarnas ålder, arbetslivserfarenhet, arbetssätt och stadsdelar.

4.1 Formalia och etiska överväganden

Vi har av etiska skäl fingerat lärarnas namn i texten, men vi har gett männen manliga namn och kvinnorna kvinnliga namn, och de blev informerade om att intervjuerna skulle användas till detta examensarbete. Vår undersökning innehöll inget känsligt material som skulle kunna kräva särskild hänsyn, trots det valde vi att inte uppge var lärarna arbetar. Vi har inte intervjuat några elever eller ungdomar under 18 år, varför inga särskilda tillstånd har krävts för publicering.

I citaten markerar /.../ att en del av texten/utsagan tagits bort.

4.2 Urval

Eva är ca 40 år, har lärarbakgrund och undervisar nu på universitetet, hon intervjuades för att hon är kunnig inom området naturvetenskap, både från tiden som grundskolelärare och nu inom utbildningen av lärare, varifrån vi känner henne sedan tidigare. Hon var den första vi intervjuade och fick därför fungera som pilotintervju. Efter intervjun konstaterade vi att de frågor vi formulerat fungerade bra och vi ändrade därför inget i dem till de följande intervjuerna, endast en fråga om undervisningen i Naturkunskap A lades till.

Mikael är ca 60 år och har arbetat som lärare i drygt 35 år. Han arbetar för närvarande i en av Göteborgs förorter. En anledning till att vi valde att intervjua honom är att de arbetar enligt PBL⁵ på hans skola, och vi tyckte det var ett intressant perspektiv med tanke på våra frågeställningar.

Rune är ca 60 år och har arbetat som lärare i 22 år. Han har arbetserfarenhet från både grund- och gymnasieskolan. Han säger sig ha ett integrerat synsätt på naturvetenskap.

Malin är mellan 30 och 35 år och har arbetat i sex år. Hon har lärarexamen i biologi och kemi, men undervisar även i naturkunskap, på hennes skola finns förutom vanliga program ett program där de arbetar ämnesintegrerat.

Magnus är 50-55 år och har arbetat 22 år. Han har förutom läraryrket arbetat som projektledare och miljöinspektör. Han har både erfarenhet från grundskolan och gymnasiet.

Vi har inte haft något bortfall, vi har genomfört hela intervjun med alla lärare.

⁵ PBL står för problembaserat lärande.

4.3 Datainsamlingsmetoder

Undersökningen baserades på kvalitativ intervju för datainsamlingen, denna intervjuform ger utrymme för förtydliganden och följdfrågor som eventuellt uppstår under intervjuens gång (Kvale, 1997). Därför passade intervjuformen vårt syfte, i och med att vi ville få så uttömmande svar som möjligt från alla personerna. Vi var intresserade av att identifiera uppfattningar och beskriva variationer av uppfattningar, d.v.s. beskriva hur något ter sig. Grundfrågorna (se avsnitt 4.3.1) var samma på alla intervjuerna, följdfrågorna kunde variera något beroende på vad vi fick för svar och hur uttömmande svaren var.

När vi tog fram intervjufrågorna funderade vi över olika möjliga svar utifrån den litteratur vi läst och i samråd med handledaren och formulerade följdfrågor och förtydliganden att använda efter behov. Frågorna är av den karaktären att de kan tolkas lite olika beroende på den intervjuades förförståelse och erfarenhet, och det var därför viktigt att vara medveten om hur för att kunna förtydliga om det behövdes, och även tolka resultaten (Stukát, 2005; Kvale, 1997; Johansson & Svedner, 2001).

Vi genomförde intervjuerna tillsammans och ställde varannan fråga. Dels för att kunna täcka upp för varandra och för att båda ville ha samma fokus och grepp om alla intervjuerna. Frågorna formulerade vi till stor del utifrån frågeställningarna, med några tillägg. Den sista frågan om upplägg i NkA-kursen ställde vi dock inte till Eva eftersom hon inte undervisat i den. Vi ändrade inte på frågorna efter första intervjun med undantag för sista frågan som lades till. Om vi hade behövt förtydliganden om frågorna skulle vi kontakta personerna via e-post.

Arbetets omfattning begränsade metoderna, vi hade t.ex. kunnat göra observationer som komplement till intervjuerna, men tiden var för knapp. Vi valde också att inte göra en enkät eftersom vi ville ställa större öppna frågor. Med enkät hade vi kunnat fråga fler, men inte fått lika uttömmande och personliga svar. Det hade varit till nytta med fler intervjuer, men arbetets förhållandevis ringa omfattning förhindrade det. När det gäller elevers vardagsföreställningar fördjupade vi oss inte i hur man rent praktiskt tar reda på dem, utan endast vad de intervjuade lärarna hade för erfarenheter på området, eftersom det är ett allt för stort och tidskrävande projekt för att rymmas här.

Undersökningen genomfördes utifrån ett lärarperspektiv. Det hade varit intressant att även undersöka elevers uppfattning om naturvetenskap på liknande sätt vi gjort med lärarna, men detta får kvarstå som ett förslag till framtida utveckling av arbetet.

Vi utgick från Carle (2006), Johansson & Svedner (2001), Kvale (1997) och Stukát (2005) i fråga om metod och arbetets upplägning.

Intervjufrågor

Följande grundfrågor användes:

- Hur definierar du begreppet naturvetenskap?
- Varför anser du att det är viktigt med naturvetenskap i skolan?
- Vad är naturvetenskaplig allmänbildning?
- Kan du komma ihåg någon speciellt effektiv metod du använt för att fånga elevernas intresse?
- Hur kan man utveckla elevers vardagstänkande mot mer vetenskapligt tänkande?
- Vad tänker du på när vi säger integration i skolan/undervisningen?
- Ge exempel på hur man kan ta in verkligheten i undervisningen.
- Hur lägger du upp undervisningen i NkA?

En utförligare intervjumall kan läsas som bilaga 3.

4.4 Procedur

Vi bokade tid med lärarna i förväg och vi besökte dem ute på deras arbetsplatser. Vi spelade in intervjuerna på band och transkriberade dem efteråt för att underlätta analysarbetet och även göra det mer tillförlitligt. Lärarna har inte fått frågorna i förväg då ingen efterfrågade detta. Då vi transkriberade intervjuerna ordagrant eliminerades risken för eventuella missuppfattningar, som kunde ha uppstått om vi bara tagit anteckningar vid intervjutillfället, detta gjorde att lärarna inte efterfrågade att få läsa utskriften innan arbetet skrevs. Varje intervju tog ca 50 minuter och vi gjorde alla intervjuerna samma vecka för att lättare få ett helhetsgrepp om dem. Lärarna var medvetna om att intervjuerna skulle användas till vårt examensarbete och att vi inte skulle skriva ut deras riktiga namn.

5. Resultat

I följande text kommer vi att referera till elever på naturvetenskapligt program som nv-elever, däremot uttrycker sig lärarna lite olika i citaten: Begreppen ”N-elever”, ”nv-elever” och ”på nv” refererar till elever på naturvetenskapligt program. Resultaten presenteras utifrån intervjufrågorna.

5.1 Resultat av intervjuerna

1. Hur definierar du begreppet naturvetenskap?

Lärarnas förhållningssätt är i grunden baserat på den naturvetenskapliga processen, d.v.s. hur man kommer fram till naturvetenskapliga teorier. Detta är även ett viktigt inslag i alla fem lärares undervisning. De fem lärarnas synsätt på definitionen av begreppet naturvetenskap var ganska likartat, det naturvetenskapliga förhållningssättet var det första de tog upp. Detta förhållningssätt innebär att man bör vara en god observatör, man bör vara objektiv, att man ställer frågor utifrån vilka man formulerar en hypotes, för att i förlängningen komma fram till teorier som är bevisbara, d.v.s. reproducerbara teorier. Genom detta arbetssätt försöker man komma fram till den mest sannolika teorin, och ibland kan man på detta sätt förutsäga andra resultat. Med hjälp av de olika teorierna bör man sedan kunna få en helhetsbild som beskriver omvärlden bäst. Detta förhållningssätt kräver även att man följer de regler och gränser som ligger i att vara naturvetare, d.v.s. naturvetenskapen är given. Rune säger att:

man aldrig kan påstå att man sitter på sanningen utan att naturvetenskap egentligen bara försöker att hitta det mest sannolika. Det är en sådan första viktig grej tror jag. En annan sak då med naturvetare måste ju vara att man är en god observatör. (Personlig kommunikation, 20061129).

Tre av lärarna kopplar naturkunskapen till samhällsvetenskapen, sammanhanget dem emellan men även för att tydliggöra olikheter i de två vetenskaperna. Samhällsvetenskapen blir en produkt av mänsklig aktivitet medan i naturvetenskapen finns en absolutism. Även förhållandena objektivitet/subjektivitet och bevisbarhet/teoretisk analys är viktiga för den övergripande förståelsen av ämnena. Dessa två vetenskaper samverkar med varandra och det är vi människor som har gjort uppdelningen för att göra omvärlden mer hanterbar. Mikael anser även att i samspelet med samhällsvetenskapen ligger även de produkter som framkommit ur naturvetenskapen. Eva säger att:

i begreppet att forska, där ligger att ställa en fråga och formulera en hypotes och sen så designar man en typ av experiment för att svara på den här frågan. Det är för mig sentensen, hela sanningsbegreppet för naturvetenskap, att man har den här nyfikenheten och det experimentella synsättet. (Personlig kommunikation, 20061124.)

2. Varför är det viktigt med naturvetenskap i skolan?

De naturvetenskapliga kunskaper som lärarna tyckte var viktiga går att sammanfatta i följande punkter:

- För att kunna skapa förståelse för hur vi kan skapa en hållbar utveckling på vår jord. Allting bygger ändå på naturvetenskap d.v.s. om det vi har runt omkring oss. Så här säger Eva:

Vi pratar om hållbar utveckling nu som ett väldigt stort begrepp, för mig just nu så är det att allting handlar om hållbar utveckling. Har vi inte en stadig fot under vår uppväxt i naturvetenskapen, så kommer vi att gräva vår egen grav. (Personlig kommunikation, 20061124.)

- För att förstå hur vi kan fungera som en del av naturen och förstå konsekvenserna av vårt handlande i t.ex. miljöproblem.
- För att förstå vår omvärld, naturlagar t.ex. energiomvandlingar, men även för att utveckla vårt eget tänkande.
- För att kunna vara kritisk, våga ställa frågor och för att kunna ifrågasätta nya rön och pseudovetenskap.
- För att det är viktigt ur demokratiaspekt, alla skall kunna delta och ta ställning i samhällsfrågor som i grunden bygger på naturvetenskapen.

Mikael uttrycker det som att ”Ju mer man kan desto bättre blir ju frågorna både ställda och besvarade.” (Personlig kommunikation, 20061129.)

Malin anser:

Att man har ett val om vi skall ha kärnkraftverk eller inte, vilka energikällor vi skall använda det kan ju faktiskt bli ett val i Sverige och för att kunna läsa en tidning måste man kunna förstå texten i en vanlig tidningsartikel. Och ha ett hum om vad de skriver, och kunna vara lite kritisk och ställa frågor. (Personlig kommunikation, 20061130.)

Två av lärarna tyckte även att det är viktigt för att få professionella naturvetare i yrkeslivet.

Har synen på vad som är viktigt ändrats under den senaste tio- till tjugoförårsperioden?

Allmänt tyckte lärarna att det fokus som finns i skolan förändras med samhällets fokus, exempel på fokus som fanns förr var bl.a. försurning och återvinning, medan det i dag lutar mer åt klimat och miljö. Eva tycker även att pedagogiken har förändrats då man förr använde sig mer av abstrakta formler som eleverna inte kände sig delaktiga i. Hon anser att idag försöker lärarna få eleverna att se att de kan påverka naturen och dess process samt att eleverna är en del i denna process.

Rune anser att statusen inom naturvetenskapen har förändrats. Det är inte acceptabelt att vara dålig i samhällsvetenskap men däremot i naturvetenskap.

Man kan se tendenser tycker jag ibland att man kan få lov att skryta lite om att man är nästan, alltså att man är dålig i naturvetenskap och man kan få skryta om att man är dålig i matte och så där, men man skulle inte tror jag som en medborgare i samhället kunna säga att jag har ingen aning om vem Strindberg var och liksom vara lite stolt över det. (Personlig kommunikation, 20061129.)

Rune tyckte sig dock kunna se en tendens till förändring i denna inställning då både politiker och allmänheten tycks ha ett ökat behov av kunskap i naturkunskap för att kunna lösa bl.a. klimatförändringarna. Han anser att problem av den storleken löses bäst i ett möte mellan både samhälls- och naturvetenskap.

3. Vad är naturvetenskaplig allmänbildning?

För att förstå sammanhang och att allt hänger ihop behövs grundläggande kunskaper såsom partikelmodeller, atomtänkande, energiomvandlingar och konsekvenstänkande. Eva:

Att du skall förstå, att släcker jag en lampa så påverkar det inte bara min ekonomi utan det påverkar energiförsörjningen. Energiförsörjningen påverkar utbyggningen av floder och det påverkar utbyggning av kärnkraftverk eller inte, vindkraftverk

osv. Det är en del av det hela, att jag sorterar mina sopor. /.../ Men jag måste förstå att vad det jag konsumerar och producerar, vad som händer med det från ett naturvetenskapligt perspektiv, att jag förstör min livsmiljö på sikt, att jag verkligen är en del av detta, det jag gör har visst betydelse. Det tycker jag är egentligen det viktigaste budskapet nu. (Personlig kommunikation, 20061124)

Rune ansåg dessutom att eleverna skall förstå att vi har en konstant mängd materia på jorden och om tillväxt skall kunna ske måste något annat minska. Malin tyckte att det även var att ha ett kritiskt tänkande och se kontakten mellan samhälle och naturvetenskap. Det innebär också att förstå att det är modeller av verkligheten som man använder sig av för att förklara sin omvärld och att vi lever i en ”sannare sanning” idag än vad vi gjorde förr i tiden. En annan viktig aspekt är att förstå att det som inte syns trots allt finns. Ytterligare en bild av allmänbildning som framkom från en lärare var kunskaper i att känna igen de vanligaste artnamnen i vår närmiljö samt hur ekosystem i stort fungerar och att det är viktigt att vi inte fjärrar oss från den miljö som vi lever i. Magnus hade en overhead med uttalade grundläggande regler som eleverna skulle lära sig där även evolutions- och ekologitänkande fanns med. Denna fick eleverna se upprepade gånger under kursens gång. Han poängterade dock att eleverna inte får ”skriva dem på det här sättet utan de är tvungna att formulera om dem och de är tvungna att använda dem.” (Personlig kommunikation, 20061201). Här har Magnus en uppgift som går ut på att eleven skall förklara en eller flera punkter för en släkting som inte läst kursen och sedan diskuterar de hur det gick. Förstod de? Varför/varför inte? Se bilaga 4.

På fråga två och tre hade lärarna liktydiga svar, d.v.s. deras svar på anledningen till att elever skall läsa naturvetenskap och vad som är naturvetenskaplig allmänbildning behandlade samma områden. Punkterna som kom upp var:

- Förstå sammanhang
- Förstå hur man skapar hållbar utveckling
- Konsekvenstänkande (för miljön)
- Förstå sin omvärld (naturlagar, partikelmodell och energitänkande)
- Vara kritisk, kunna ifrågasätta
- Demokrati, att kunna delta i samhällsfrågor
- De vanligaste arterna (en lärare)
- Ekosystem
- Få professionella naturvetare i yrkeslivet

Sammanfattningsvis anser lärarna att naturvetenskaplig allmänbildning är att kunna se och förstå sin omvärld.

4. Kan du komma ihåg någon speciellt effektiv metod du använt för att fånga elevernas intresse?

Alla fem lärarna hade effektiva metoder men utgångspunkterna kunde se olika ut för respektive lärare. Även om utgångspunkterna var olika var syftet detsamma, att väcka nyfikenhet hos eleverna. Denna drivkraft var motivationen för fortsatt elevarbete. Utgångspunkterna kunde vara att själv visa sig intresserad, att konkretisera sin undervisning, lärardemonstrationer, elever fick välja själva att fördjupa sig i olika områden men även att utgå från en mycket begränsad frågeställning som provocerade eleverna till egna frågor som läraren senare utgick ifrån i undervisningen. Eva säger:

Jag tycker att det allra, allra viktigaste över huvudtaget är att fånga intresset är att visa att man själv är intresserad. Inte bara att man är intresserad att lära ut, det är jätteviktigt, men utan att man är intresserad av de elever och studenter man har, att dem

tar in någonting, att man ser sina elever som individer, tar kontakt med dem.
(Personlig kommunikation, 20061124.)

Rune startar varje NkA kurs med ”svarta lådan”, även kallad dunken (se avsnitt 5.2.4). Den väcker elevernas nyfikenhet och ger en introduktion till vetenskaplig arbetsmetod. Han avslöjar aldrig det rätta svaret för eleverna, men säger att ”om de kommer med en likadan låda och den fungerar likadant så skall vi öppna våra lådor och titta i dem. Men det är ingen som har gjort det ännu.” (Personlig kommunikation, 20061129.)

Malin beskriver en metod så här:

När man börjar med saker som berör dem blir det ju mycket lättare att de liksom får se sin roll i det hela. Det är lite olika, ibland kanske man har gått igenom grundläggande och så får de välja olika saker att fördjupa sig inom. /.../ Så att börja i verkligheten och bygga sig tillbaka funkar väldigt bra. Då har man intresset att man ser att det har påverkat och vill veta varför det ser ut som det gör. (Personlig kommunikation, 20061130.)

5. Hur kan man utveckla elevers vardagstänkande mot vetenskapligt tänkande?

Tre av fem lärare säger att det är viktigt att ta reda på elevernas vardagsföreställningar och att utgå från dessa i undervisningen. De säger att det är viktigt att eleverna vågar fråga, deras vardagsföreställningar måste bli synliga, annars kan man inte arbeta med dem. Om eleverna inte själva ställer frågor eller vågar ge uttryck för sina föreställningar måste läraren försöka ta reda på hur dessa föreställningar ser ut. Då kan denne i nästa skede testa dem, spinna vidare på dem, och provocera dem tillräckligt för att eleverna skall inse att deras föreställningar inte håller. Först då kan de börja bytas ut mot ett mer vetenskapligt tänkande. Rune säger:

Jag tror ju att det är en förutsättning för att man skall kunna gå framåt egentligen. Det är nog att få lite hum om hur den vardagsföreställningen ser ut. Så om man aldrig frågar eller aldrig söker efter den hos eleverna så, och man låtsas som att den inte fanns, om man tänker liksom att de kommer in till klassrummet som nollställda, och bara kan sitta där och ta emot det som jag skall ge dem, tror ja så tror ja inte man kommer så långt. /.../ om man nu är medveten om vardagsföreställningen så kan man i sin undervisning medvetet mera provocera den. Alltså ställa den på sin spets och så om den nu stämmer den här tanken vad händer om vi gör så här? Och då så ser de att när vi gör så där då så funkar inte den modellen längre, då har man inte, då räcker inte den förklaringsmodellen som man har i vardagstänkandet och då kanske de börjar överge det. (Personlig kommunikation, 20061129.)

Magnus beskriver det som ett ”smashupplägg i en volleybollmatch” när vardagsföreställningar visar sig i klassrummet. Då har man som lärare ett guldläge att ge eleverna ”miniklurigheter” som utmanar de här föreställningarna.

Två av lärarna nämner inte specifikt att de försöker synliggöra vardagsföreställningar, men nämner ett par exempel de stött på. En lärare associerar begreppet snarare till att eleverna inte har ett vetenskapligt arbetssätt i t.ex. laborationer och exkursioner.

Kan du ge några exempel på vardagsföreställningar?

Vi fick en rad konkreta exempel på vardagsföreställningar:

- Krokodilen är äldsta djuret på jorden
- Gaser har ingen vikt
- Det finns mer energi i kött än i växter
- En död människa har temperaturen 0°c

- Det är lätt att ersätta kärnkraft med t.ex. vindkraft
- Eleverna har svårt att greppa mycket stora och mycket små tal
- Vetenskapen är exakt
- Träd blir till/får sitt material ur marken

Malin gav exempel på vardagsföreläsningar som mer handlade om att eleverna inte var förtrogna med den vetenskapliga metoden, t.ex. att de använde upp allt material i en laboration och sedan ville ha mer för att det blev fel. Mikael gav inga exempel alls, han uppgav att han inte tog reda på elevernas föreläsningar.

6. Vad tänker du på när vi säger integration?

Här fick vi ganska olika svar, lärarna associerade till olika typer av integration.

- Elever med olika kulturell bakgrund och olika syn på naturvetenskapen skall kunna förenas.
- Att göra helheter av delar. Integrerad förståelse av bl.a. fotosyntesen och klimatfrågan.
- Ämnesintegration
- Problembaserat lärande, integration genom projekt.
- Naturvetenskap skall vara ett integrerat ämne och inte delas upp.

En aspekt som kom upp är att den verklighet som naturvetenskapen (eller naturkunskapen i skolan) vill beskriva inte är indelad i olika ämnen, och för att det eleverna lär sig i skolan skall vara så likt verkligheten som möjligt måste naturkunskapen vara integrerad i så stor utsträckning som möjligt. Malin: ” Det är först då man, jag tror att många får det att falla på plats, kunskaperna.” (Personlig kommunikation, 20061130.)

Magnus uttrycker det så här:

Naturkunskapen i sig är ju att de här biologi, kemi, fysik är integrerade och att de hela tiden skall vara det. När jag håller på med atomer så jag gör jag hela tiden brobygge tillbaka till människokroppen t.ex. Att hålla på med atomer för sig och säga att nu har vi lektion om atomer, för att sen en månad senare använda det, kommer ni ihåg när vi höll på med atomer och sen en månad senare använda det i kroppen. Det är helt vansinnigt. När jag håller på med atomer så gör jag små blänkare fram till människokroppen, så när vi sen håller på med kroppen så kommer det små minnesbilder som man kan plocka upp. (Personlig kommunikation, 20061201.)

Flera av lärarna nämnde här integration mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap, men även att man måste skilja på de olika vetenskapernas arbetssätt. Det bör vara tydligt var man lägger in värderingar och vad som är värderingslöst. Rune säger:

Klimatfrågan t.ex. är ju en sån fråga också som inte man kan lösa egentligen utan integration. Både mellan från alltså olika naturvetenskapliga ämnesområden men också samhällsvetenskap. Beteendevetenskap och allting måste ju komma in där om man skall få en helhetsbild av en sån fråga. (Personlig kommunikation, 20061129.)

Kan olika sorters integration främja elevers lärande?

På denna fråga är alla överens om att integration främjar elevernas lärande. Brobygget mellan teori och verklighet är mycket viktig. Elever kommer till skolan med olika erfarenheter, olika förförståelse, och dessa kan då integreras i diskussioner eleverna emellan och bidra till ökat lärande. Det är tydligt att lärarna anser att för att kunna få förståelse för större och mer komplicerade frågor som t.ex. klimatfrågan eller fotosyntesen krävs att olika ämnen och kunskaper integreras.

Lärarna associerade till olika typer av integration. Vi noterar dock att det var flera som nämnde integration mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap. Detta kanske kan beskrivas som integration av förhållningssätt. Alla lärarna var överens om att integration främjar elevernas lärande, oavsett vilken form de pratade om.

7. Ge exempel på hur man kan ta in verkligheten i undervisningen (i naturkunskap), både i och utanför klassrummet.

Vi börjar med en uppställning över de exempel lärarna kom med.

- Blanda saft, göra te (löslighet)
- Baka (kemiska processer)
- Växter i klassrummet
- Akvarium, terrarium
- Blanda saltvatten och tillsätta mikroalger (ta in havet i klassrummet, fotosyntes i havet)
- Ta vattenprover i närområdet och analysera
- Eleven får undersöka vilka apparater som finns hemma (naturvetenskapens tekniska produkter)
- Observera valfritt djur i en halvtimme och anteckna
- Använda vardagskemikalier i experimenten, t.ex. hårfärg
- Slutet ekosystem (växter i tillsluten glas/plastbehållare)
- Naturruta (studera årstider m.m. på ett begränsat område)
- Studera valfritt miniekosystem ute, t.ex. en stubbe

Rune berättade att hans elever som projektarbete i trean fick göra en grundlig vattenanalys av ett vattendrag. Arbetet började i och med att fisken i en damm på Öckerö av okända skäl dog. Eleverna skulle ta reda på vad det kom sig att fisken inte överlevde, och de delades in i olika grupper med var sitt specialområde, några var kemister, andra biologer o.s.v. Eleverna läser naturvetenskapligt program och de skulle använda sig av de kunskaper de fått i sina karaktärsämnen, och även ämnena svenska och engelska integrerades i projektet när de skulle skriva rapporten. Detta projekt faller lite utanför ramarna för naturkunskapskursen, men är ändå ett bra exempel på hur elever får tillämpa sina kunskaper integrerat och arbeta med ett verkligt fall.

I uppgiften om att studera ett djur fick eleverna öva på att arbeta vetenskapligt. De skulle observera djuret i en halvtimme och skriva ner allt de såg. Sedan skulle de fundera på vad och varför djuret gjorde som det gjorde, alltså ställa upp en hypotes. Efter det skulle de komma på ett sätt att verifiera hypotesen, d.v.s. ett försök som kunde bevisa om djuret gjorde det eleven hade föreslagit i hypotesen. De lämnade in sina observationer och funderingar skriftligt till läraren som sammanställde dem, så att alla elever fick ett häfte med alla observationer, och så diskuterade de någon av studierna i klassen.

8. Hur lägger du upp undervisningen i NkA?

Denna fråga ställdes till de lärare som undervisar i naturkunskap på gymnasiet, vilket var alla utom Eva.

Antalet timmar som läggs på naturkunskapskursen varierar. Kursen omfattar 50 poäng, men oftast får lärarna inte så många timmar till sitt förfogande. Malin berättar att de anpassar antalet timmar efter vilket program eleverna läser. På vissa program läggs fler timmar på kursen än på andra.

Det är samma moment och kursmål på de olika programmen men nv-eleverna får inte lika många timmars undervisning. På vissa program har de 45 timmar plus labb för att kunna jobba i lite lugnare takt. På nv har de bara 30 timmar plus labb. Där lägger vi hellre de timmarna på biologi i tvåan. (Personlig kommunikation, 20061130.)

Två av de andra lärarna uppger att de får 30 timmar till förfogande till kursen.

Upplägget på kursen är varierande beroende på elevgrupp, det är bara Magnus som uttrycker en genomgående planering, men då skall man ha i åtanke att han bara undervisar på nv-programmet. Lärarna som undervisar på olika program anpassar innehåll och mängd efter elevgruppen. Alla utom en uttrycker dock att målen och betygskriterierna ligger fast, och är grund för undervisningen och att det bara är innehåll och timantal som skiljer sig. Malin säger:

Själva godkännivån ligger ju fast, den ruckar man inte på. Men man måste anpassa mer hur man jobbar. De på fordon har bilens kretslopp, det kan man jobba med t.ex. vad bilen får för miljökonsekvenser. Man kan lyfta utifrån deras programprofil på det sättet. (Personlig kommunikation, 20061130.)

När det gäller upplägget på kursen varierar det enligt tre av fyra lärare med elevunderlaget. Rune uttrycker problemet så här:

Och de ser ju väldigt olika ut alltså det är ju för det första så är ju ambitionsnivån hos eleverna alltså elevunderlaget är så väldigt olika. Så ett äh, man kan inte säga att nån kurs är den andra riktigt lik så. Och vi har ju väldiga diskussioner om detta /.../ och det är ett problem, hur man skall ställa sig till detta för samtidigt så säger man ju att det är ju ett kärnamne och alla skall läsa NkA, efter samma kursplan och samma betygskriterier, och om man då jämför en n-klass t.ex. då med en klass från x-skolan eller så är det sån skillnad i elevunderlaget så att det är alltså skulle man följa kurskrit... eller kursplanen och betygskriterierna i NkA så skulle ingen ifrån x-skolan bli godkänd. Å andra sidan skulle alla i en n-klass kanske få MVG. /... / Så därför så finns det ingen generell kursplan, alltså kurs det beror på vilken kursgrupp man har så. (Personlig kommunikation, 20061129.)

Det är endast Malin som regelbundet använder läromedel. Magnus låter dock de elever som vill få ut böcker:

Jag har inga läromedel utan om dem som vill då det kommer till prov och saknar en bok har möjlighet att få ut böcker. Jag har inga läromedel och det motiverar jag öppet i klassen med att innehållet i den här kursen skall ha med er som vuxna.⁶ (Personlig kommunikation, 20061201.)

Mikael har använt lärobok tidigare i sin undervisning, men i och med att den skola han arbetar på har övergått till PBL-undervisning har han frångått detta. Han säger:

Innan gick målen alltid via en lärobok liksom. Då är det ju ett filter till genom den författaren då. Den världen har ju jag varit i hela mitt lärarliv, bråkat om sidorna och så. Eleverna frågar vilka sidor mans skall ha på provet. Så blir det höjdhoppstävling då med olika gränser i höjdhoppet att MVG är ett visst poäng osv. Då förlorar man ju i kvalitet. Skillnaden i G och VG skall kanske inte vara i mängden utan i kvalitét. Den kan vara svår att diskutera. Det är lättare att diskutera när man utgår från målen. Det är lätt att man hamnar där med poängen via läroboken. Så nu försöker vi jobba lärobokslöst. /.../ Det är lätt med en lärobok att målen blir suddiga. Med det här systemet blir det mycket närmre verkligheten. (Personlig kommunikation, 20061129.)

Magnus beskriver upplägget i kursen som att eleverna skall lära sig ”hantera basslagen sedan är resten av livet en tennismatch.” Frågeställningarna skall vara ”på hela planet i NkA”.

⁶ Det är inte utantillkunskaper ur boken som är viktiga, utan snarare den djupinlärning som stannar kvar i vuxen ålder.

Basslagen motsvarar då de grundläggande reglerna eleverna får under kursen (se bilaga 4) och hur de använder dem utgör tennismatchen.

Upplägget i kursen för de två lärare som arbetar projektbaserat skiljer sig från de övriga två. De utgår från projektets innehåll och plockar in de mål i kursen som passar. Deras kurs blir mer utspridd än den normalt är och den kan sträcka sig upp till tre terminer. De uttrycker att målen blivit tydligare för både eleverna och dem själva på det här sättet.

Rune utgår från de tre grundpelarna partikelmodell, energiomvandling och ekologi. Utgångspunkt för att eleverna skall få en fungerande partikelmodell är det slutna ekosystemet, vad händer med partiklarna och vilka energiomvandlingar sker där? Detta tänkande överför han sedan på jorden som ekosystem, och hur människan hanterar olika saker och vad det får för konsekvenser för jorden som ekosystem.

Magnus använder sig mycket av tankelekar. Dels startar han kursen med rymdskeppet (se bilaga 5) där eleverna får perspektiv på de grundpelarna i NkA, partikelmodell, energiomvandling och ekosystem.

Olika ramfaktorer påverkade undervisningen och upplägget av kursen. Med ramfaktorer menas de begränsningar för undervisningen som finns genom schema, lokaler, utrustning, antal timmar, arbetslag m.m, sådana faktorer som inte lärarna råår över. Alla lärarna nämner antalet timmar som en viktig faktor d.v.s. antalet timmar var begränsande, de hann aldrig gå så djupt i kursen som de hade velat.

Kursplanerna

Något vi uppmärksammat i analysen av kursplanerna är att i kursplanen för ämnet naturkunskap är ordet *naturvetenskap* framträdande, det finns med 14 gånger i texten. Tittar vi däremot på målen för Naturkunskap A är ordet naturvetenskap knappt med, det nämns endast tre gånger och då endast i samband med historia under målen och metod i betygskriterierna för MVG.

5.2 Sammanfattning av resultaten

Lärarnas förhållningssätt till begreppet naturvetenskap är i grunden baserat på den naturvetenskapliga processen. Kopplingen mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap var en genomgående trend som var ny för oss. Det viktigaste kriteriet för att läsa naturvetenskap var att eleverna skulle få sammanhangs- och konsekvenstänkande för att kunna ta ställning i frågor som rör hållbar utveckling. Två av fem lärare utgick inte från elevers vardagsföreställningar och förförståelse i sin undervisning, vilket de övriga tre ansåg vara mycket viktigt, och de kunde också ge exempel på vardagsföreställningar som eleverna ofta har. Alla lärarna var överens om att integration främjar elevernas lärande, oavsett vilken form de refererade till. Vi fick en hel del exempel på hur undervisningen kan läggas upp och hur verkligheten kan tas in i undervisningen. Flera lärare nämnde att elevgruppen hade betydelse för upplägget av kursen. Även andra ramfaktorer utanför lärarnas kontroll spelade in.

6. Diskussion

6.1 Hållbarhet

Generaliserbarhet

Vi har bara intervjuat fem lärare, varför vi inte kunde generalisera utifrån resultaten, däremot har vissa intressanta resultat, aspekter och nya infallsvinklar framkommit i analysen. Vi ansåg däremot att de lärare vi intervjuade är representativa på så sätt att de föll inom ramen för målgruppen för undersökningen (d.v.s. de undervisar i naturkunskap på gymnasiet och en undervisar på utbildningen av lärare i naturkunskap), de är dock för få för att representera en bild av populationen i miniatyr.

Reliabilitet

I efterhand tyckte vi att våra intervjufrågor var täckande och vi fick uttömmande svar. Frågan om vardagsföreställningar kunde ha varit tydligare, två av lärarna missförstod den, eller gjorde egna kopplingar som vi var oförberedda på. Malin gjorde kopplingar till att eleverna inte är familjära med ett vetenskapligt arbetssätt, och Mikael tog upp föreställningar om hur jorden kommer till i religion kontra vetenskap.

Våra följdfrågor var väl anpassade till de stora frågorna, och hjälpte oss att få de uttömmande svar vi behövde. Vi genomförde alla fem intervjuer på samma sätt, och fick sitta ostört. Vi tycker att reliabiliteten ökat i och med att vi spelat in och transkriberat intervjuerna. De blev lätta att jämföra och risken för missuppfattningar minskade.

Validitet

Vi har inte kommit på något i efterhand som vi saknar. Hade vi däremot gjort det kunde vi e-posta lärarna och fråga i efterhand. De två begreppen vardagsföreställningar och integration är av sådan art att de kan tolkas på olika sätt, men där tycker vi att våra följdfrågor hjälpte till att klargöra betydelsen. När det gäller integration var ett syfte att se vilken tolkning läraren gjorde, varför vi inte definierade begreppet närmare.

6.2 Tolkning och analys

6.2.1 Begreppet naturvetenskap

De fem lärarna tolkade begreppet naturvetenskap som den naturvetenskapliga metoden med observationer, frågeställningar, hypoteser som verifieras eller falsifieras med experiment och undersökningar, teorier och lagar. Vi tycker att det är intressant att denna strikta definition av begreppet är det första lärarna kommer att tänka på. Detta kan jämföras med Chalmers (1982, s. 1) "common sense view", den populärvetenskapliga uppfattningen om vetenskapsbegreppet som vi nämnde i bakgrunden. Det kan bero på att detta är en definition som lärarna kände förväntades av dem, att de inte var riktigt vetenskapliga annars. När de utvecklade svaret kom de in på de "mjukare" definitionerna, t.ex. att det handlar om att förstå sin omvärld och sin roll i ekosystemet jorden.

I det naturvetenskapliga förhållningssättet ligger insikten om att vetenskapen inte är hela sanningen, utan endast det forskningen hittills kommit fram till. Dessa resultat kan ändras med nya vetenskapliga upptäckter i framtiden, jämför t.ex. med att förr trodde alla att jorden var platt. Om en lärare uppmanar eleverna att hela tiden sätta in sitt nya kunnande i nya situationer borde det främja ett dynamiskt synsätt på vetenskap, att den är föränderlig. Eleven skall så att säga använda det den vet för att förstå det den inte vet.

Vi har noterat i vår analys av kursplanerna att begreppet naturvetenskap förekommer 14 gånger i kursplanen för ämnet naturkunskap men bara tre gånger i målen för NkA. Mängdskillnaden kan ha olika förklaringar. En är att det helt enkelt är olika författare till de båda kursplanerna. En annan är att kursplanen för NkA är reviderad i efterhand av en annan författare. Vi anser att det är lite oroväckande att författaren till en kursplan och målbeskrivning, som lärare skall försöka följa till punkt och pricka, inte lägger större vikt vid hur texten blir formulerad. Det hade varit intressant att genomföra vår intervju med författaren till kursplanen för att se vilket förhållningssätt han/hon har till ämnet.

En annan fråga angående kursplanen och målen som uppstod hos oss är varför man har valt att kalla kursen "naturkunskap", när det skrivs om naturvetenskap? En förklaring kan vara att naturvetenskap låter svårt och skapar en distans mellan eleverna och det ämne de skall läsa. Vår slutsats är att man helt enkelt har valt att döpa om det till naturkunskap för att ge det en lättare klang. Det låter inte så avancerat och svårt med kunskap istället för vetenskap. När vi funderar över ordet naturkunskap får det för oss en innebörd av att eleverna skall lära sig om naturvetenskapens produkter. De skall lära sig *vad* vi vet. Naturvetenskap däremot riktar sig mer mot naturvetenskapens processer, att lära sig *hur* vi vet. Detta skulle eventuellt kunna vara en konsekvens av kursplaneförfattarnas egen skolgång, som troligen var mer inriktad på naturvetenskapens produkter. Deras perspektiv har sedan följt med in i våra nya kursplaner. Vi anser att ämnet mycket väl kunde kallas naturvetenskap, speciellt eftersom ämnet beskrivs som just naturvetenskap i kursplanen. Vår erfarenhet är att i alla sammanhang utom i skolan benämns det som naturvetenskap och ämnet tjänar inget på att förringas genom att kallas naturkunskap i skolan. Lärarna vi intervjuade gjorde ingen uttalad skillnad på begreppen naturvetenskap och naturkunskap, men talade hela tiden i termen naturvetenskap.

Vi anser att utbildade naturkunskapslärare i högre grad än obehöriga lärare har ett medvetet synsätt vad gäller naturvetenskapsbegreppet och att detta påverkar undervisningen. Läraren bör ha insikt i naturvetenskapsbegreppets komplexitet, och det helhetsperspektiv som uttrycks i läroplanen, inte minst genom begreppet hållbar utveckling, och se till att detta integrerade synsätt genomsyrar undervisningen. Om detta synsätt på ett genomgående sätt synliggörs för eleverna är möjligheten större att de behåller ett vetenskapligt förhållningssätt genom livet.

Detta kan i sin tur medverka till att de blir kritiska och medvetna samhällsmedborgare som kan ta ställning i olika frågor på ett genomtänkt vis.

Som vi tidigare nämnt anser Andersson (u.å. s. 97f) att det är viktigt att "Läraren ser sig som en aktiv representant för den naturvetenskapliga kulturen, som introducerar begrepp, ger naturvetenskapliga förklaringar och arrangerar situationer för begreppsanvändning." (vår s. 12.) Vi är tveksamma till att detta kan uppfyllas av en lärare utan naturvetenskaplig utbildning.

6.2.2 Allmänbildning

Naturvetenskaplig allmänbildning kan även beskrivas som naturvetenskapens vad och varför. De två frågorna "vad skall vi lära oss?" och "varför skall vi lära oss det?" korresponderar med varandra. De grundläggande delar lärarna anser att eleverna skall ha med sig går att foga in i svaren på varför man skall studera naturvetenskap. Dessa grundkunskaper finner vi även formulerade i kursplanen. Anledningarna till att studera naturvetenskap i skolan var enligt lärarna flera, men de viktigaste argumenten var:

- Att få förståelse för att skapa hållbar utveckling,
- Att förstå konsekvenser av mänsklig aktivitet i exempelvis miljöfrågor,
- Att förstå vår omvärld,
- Att bli kritisk medborgare och kunna ta ställning i demokratiska frågor.

Om vi delar in lärarnas svar på frågorna vad och varför i kategorierna produkter, processer och samhällsinstitution få vi denna uppställning:

Tabell 3

Naturvetenskapens processer	Naturvetenskapens produkter	Naturvetenskapen som samhällsinstitution
Förstå sammanhang, förstå hur man skapar hållbar utveckling, konsekvenstänkande	Förstå sin omvärld: naturlagar, partikelmodell, energitänkande, arter, ekosystem,	Vara kritisk, ifrågasätta, demokrati, samhällsfrågor, yrkeslivet

När man kommit så långt att man identifierat dessa argument, kan man utifrån dem se vilka delar av naturvetenskapen det är viktigt att eleverna lär sig.

I kategorin "naturvetenskapen som samhällsinstitution" kan vi se tre av Sjøbergs (2005) olika argument; ekonomi, nytta och demokrati. Vi tycker att det är anmärkningsvärt att kulturargumentet inte togs upp av någon lärare, trots att det står i kursplanen att eleverna skall lära sig om den naturvetenskapliga världsbildens framväxt. Vår västerländska kultur bygger till stor del på denna världsbild, och vi anser att det är självklart att det hör till allmänbildning att känna till grunddragen. Kanske kan ett sådant perspektiv även bidra till att humanisera naturvetenskapen, och göra den mindre teknokratiskt.

På frågan om vad som anses vara allmänbildning och som således ingår i naturkunskapskurserna svarade lärarna att de tyckte att innehållet följde samhällsutvecklingen. Frågor som är aktuella i samhället och globalt styr kursplanerna, vilka även är tillräckligt generellt skrivna för att lärarna skulle kunna anpassa sitt innehåll i undervisningen. Ett exempel som lärarna gav var att för 20 år sedan talades det mycket om försurning och detta behandlades ivrigt i skolan, idag är det snarare de stora globala klimatfrågorna som är aktuella. Lärarna nämnde också att om vi går tillbaka i tiden kunde vi se att det då lades större vikt vid naturvetenskapens produkter, d.v.s. teorier, begrepp, lagar, formler och arter vilket även Sjøberg (2005, s. 159) nämner. Det framkom under intervjuerna

att lärarna ansåg att detta synsätt, vilket främjar utantillärande och inte ger några vidare insikter om sammanhang, har fått ge vika för det mer övergripande och sammanhangsskapande begreppet hållbar utveckling.

I nedanstående citat ur målen för NkA, uppnåendemålen, har vi strukit under de ord som kännetecknar naturvetenskap och naturkunskap både enligt den övergripande kursplanen och enligt de lärare vi intervjuat. Vi anser att dessa delar således kan hänföras till vad som anses vara naturvetenskaplig allmänbildning idag.

Eleven skall

kunna göra observationer och enkla experiment samt kunna analysera och tolka resultaten

ha kunskap om den naturvetenskapliga världsbildens framväxt samt universums och jordens historia

kunna förstå skillnaden mellan påståenden grundade på fakta och värderande ståndpunkter inom naturvetenskapen, t.ex. när det gäller människans strålningsmiljö

ha fördjupat sin kunskap om ekosystems struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald

ha kunskap om energiomvandlingar och energiformer samt begreppet energikvalitet

kunna beskriva naturliga kretslopp och av människan skapade materia- och energiflöden samt ha förståelse av termodynamikens lagar

kunna beskriva miljöproblem utifrån studieinriktning och aktivt delta i diskussioner om möjligheten att påverka utvecklingen

ha kunskaper om livsstilens betydelse för miljön och en hållbar ekologisk utveckling.

6.2.3 Integration

De typer av integration som lärarna tog upp var teoriintegration, integration genom orsakskedjor, integration genom orienteringssystem och problemfokuserad integration (som eleven själv bör utföra) och ämnesintegration (som läraren har ansvar att genomföra).

Lärarna anser att integration i alla dess former främjar elevers lärande. Integration mellan ämnen kan förutom att ge helhetsförståelse även belysa vilka skillnader det finns mellan olika ämnen. Enligt lärarna begränsas integrationen tyvärr ofta av olika ramfaktorer, som arbetslagens sammansättning, schemaläggning, lokaler m.m. Detta kan ställas mot att det uttrycks specifikt i läroplanen (Lpf 94) att lärarna i skolan bör samarbeta över kursernas gränser. Under 2.6, står det att rektorn har ett särskilt ansvar för att: ”det kommer till stånd samverkan mellan lärare i olika kurser så att eleverna får ett sammanhang i sina studier”.

Tre av lärarna nämnde kopplingen mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap. Dessa två aspekter av vår värld går på många sätt hand i hand. Samhällsvetenskapen beskriver produkter av mänsklig aktivitet, medan naturvetenskapen beskriver naturen som den är och hur den påverkas. Vissa problem som finns i världen (t.ex. miljöförstöring) är gemensamma för de två vetenskaperna och kan bara lösas genom samarbete mellan de två. Natur, teknik och samhälle måste samverka för att studera och lösa problem av den här sorten.

En viktig aspekt vi uppmärksammade vid analysen av våra resultat var att ämnet naturkunskap i många avseenden inte har status av just *ett* ämne, utan ses som biologi, fysik och kemi blandat. Vi tycker att det är viktigt att poängtera att naturkunskap som ämne bör vara integrerat fullt ut. Att skilja på ämnena inom ämnet gör att kunskapen fragmentiseras,

och att ämnet får en lägre status. Att naturkunskap ses som en kurs där delarna fysik, kemi och biologi skall varvas gör att skolor inte alltid efterfrågar lärare utbildade i naturkunskapsämnet, utan använder t.ex. biologilärare. De frågor som tas upp i en naturkunskapskurs är så komplexa och stora att de inte på ett tillfredsställande sätt kan tas upp ur ett ”delämnens” perspektiv. Lärarnas förslag på innehåll i kursen som vi presenterar under 6.2.5. är exempel på sådana komplexa uppgifter där naturkunskapsämnet bör vara integrerat.

Genom intervjuerna upptäckte vi även ett perspektiv på naturvetenskap som vi inte var medvetna om innan, men som tre av lärarna uttryckte, nämligen kopplingen mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap. Detta perspektiv skulle kunna ha sprungit ur den nya formuleringen ”hållbar utveckling” som allt mer kommit att prägla våra kursplaner. Perspektivet är nyanserat, det handlar dels om att vi behöver båda vetenskaperna för att lösa problem som rör t.ex. miljön, och dels att de två synsätten (objektivt/subjektivt, värderingslöst/värderingar) kompletterar varandra. Det handlar naturligtvis inte bara om att samhällsvetenskapen skall in i naturvetenskapen utan även tvärt om, och det gäller övriga ämnen också. Gränsen mellan natur- och samhällsvetenskap är inte alltid glasklar. Om vi ser naturvetenskap som en mänsklig aktivitet i ett socialt sammanhang blir infallsvinkeln lite annorlunda, frågor om ansvar för samhälle och natur uppstår (Andersson, 1994, s. 32). Det är alltså viktigt att som lärare vara klar över de skillnader som finns mellan vetenskaperna, men också likheterna. Man kan se det som två ringar som går i varandra, och skapar ett litet gemensamt område.

I en demokrati skall människor utvecklas till självständigt tänkande medborgare. Det kan delvis uppnås genom en allsidig utbildning, som måste inkludera naturvetenskap, bl.a. eftersom naturvetenskap skiljer sig från andra kulturyttringar genom sin ständiga strävan efter objektivitet i beskrivningen av den observerade naturen. Detta tänkesätt anser vi vara användbart och fruktbart i många olika sammanhang och bör komma alla till del. Det är alltså inte bara andra ämnen som bör integreras in i naturvetenskapen, utan minst lika viktigt att naturvetenskapen integreras in i övriga ämnen. Infallsvinkeln hållbar utveckling skulle kunna ses som en första ansats åt det hållet.

6.2.4 Vardagsföreställningar

Det är allmänt vedertaget inom forskningen om naturkunskapsdidaktik, t.ex. hos Andersson (u.å.) att det är viktigt att utgå från elevernas förförståelse när elever skall foga ny kunskap till sin redan befintliga. Trots det var det bara tre av fem lärare som svarade att de ansåg det vara av vikt, men det var bara två av dessa som uppgav att de aktivt arbetade utifrån eleverns förförståelse och vardagsföreställningar.

Flera av de exempel på vardagsföreställningar som lärarna gav, bl.a. att träd blir till/får sitt material ur marken och att gas inte har vikt, har vi även funnit i bakgrundslitteraturen, t.ex. hos Andersson (2001).

Vi anser att läraren bör ha en uppfattning om hur elevernas vardagsföreställningar ser ut för att på ett bra sätt utveckla dem mot ett mer vetenskapligt tänkande. Andersson (u.å.) talar om ”transfer” som betyder att eleven överför de kunskaper den har till nya situationer. När eleven inser att nya problemställningar som uppstår kan förklaras med teorier den redan lärt sig, fördjupas kunskaperna och ett sammanhang blir tydligt. Om eleven däremot försöker transferera sina vardagsföreställningar till nya problemställningar kommer den att inse att det inte fungerar så bra. Detta behöver inte vara dåligt, förhoppningsvis blir elevens vardagsföreställning så pass provocerad att den överges och eleven tar till sig en vetenskapligare förklaringsmodell, som när den i sin tur transfereras till ett nytt område visar sig hålla.

Vi anser att om läraren tar reda på elevernas förförståelse och vardagsföreställningar är det lättare att lägga undervisningen på en passande nivå och se till varje elevs behov. Detta skulle kunna leda till att eleverna blir mer delaktiga i undervisningen, både till form och innehåll.

6.2.5 Lärarnas strategier för undervisningen

För att uppnå den naturvetenskapliga allmänbildning som lärarna ansåg att eleverna behövde presenterade de några olika förslag på strategier och lektionsupplägg. Två förslag som vi fick från lärarna, ”slutet ekosystem” och ”rymdskeppet”, kan användas under hela eller delar av NkA-kursen. Det de har gemensamt är att de inte separerar ämnena som ingår i naturkunskapen, utan allt behandlas på ett integrerat sätt. Det är enligt lärarna lätt att lägga in kursmålen i projekten, och elevernas vardagsföreställningar och förförståelse visar sig på ett naturligt sätt, där ingen behöver känna sig utpekad eller ”dum”. Det finns utrymme för såväl gruppdiskussioner, traditionell undervisning om begrepp, informationssökning, referenser till mikro- och makrosystem m.m. Lärarna tyckte att det var viktigt att arbetssätten varierades för att undervisningen skulle bli omväxlande och passa alla. De tyckte även att denna typ av projekt konkretiserar även den naturvetenskapliga kunskapen på ett sätt som är verklighetsnära och skapar engagemang hos eleverna. Vetenskapens natur blir explicit på ett självklart sätt.

”Svarta lådan” eller ”dunken”: detta är ett sätt att sätta igång elevernas vetenskapliga tänkande, alltså den naturvetenskapliga processen. Förslaget fungerar så att man tar en hink, låda eller spann som är ogenomskinlig. Man sätter en kran långt ner för att kunna tappa ut vatten som man redan hållt i spannen. I locket sätter man fast en tratt, och inuti spannen sätts en plastpåse fast på tratten så det man håller i hamnar i påsen. Detta gör att man kan hålla i allehanda vätskor, men när man tappar ut det ur kranen kommer bara vatten. Eleverna skall då försöka förklara detta. Det ingår i upplägget att läraren inte avslöjar ”sanningen” utan detta får bli ett exempel på hur vetenskapen fungerar, man kan bara komma med troliga teorier, som man kommer fram till genom reproducerbara försök.

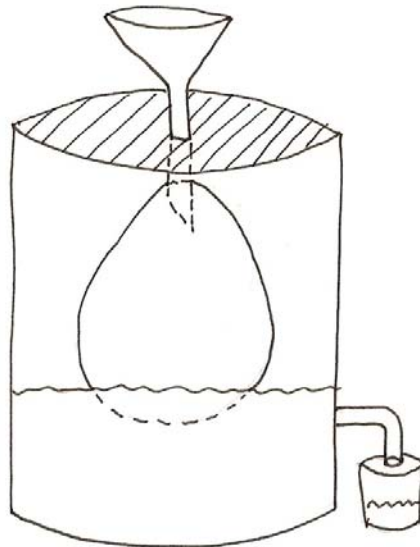


Bild 1. Dunken, eller svarta lådan.

”Slutet ekosystem”: Detta försök skall exemplifiera en partikelmodell för materia (detta går ut på att allt består av mycket små partiklar, atomer, som inte försvinner utan bara arrangeras om till nya ämnen), kolets kretslopp och fotosyntesen. Man tar en stor glasburk eller ett akvarium som går att tillsluta lufttätt. Man lägger i jord och planterar några växter eller frön.

Man kan även lägga i smådjur som maskar och gråsuggor. Vid behov kan man vattna lite. Efter det tillsluter man kärlet och ställer det ljust. Efter ett tag kommer man att kunna se att växterna växer och djuren lever trots att inget tillförs. Frågor man kan ställa är: Var kommer växtmaterialet ifrån? Vad händer om man ställer kärlet mörkt? Ändras vikten när växterna växer? Varifrån kommer vattendropparna på insidan av glaset?



Bild 2. Slutet ekosystem. Tom Tit (2006)

”Rymdresan”: Exemplifierar hållbar utveckling och olika kretslopp som materians och energins. Eleverna får i uppgift att komma fram till vad de skall ta med sig på en rymdresa som varar i 6000 år. Målet med resan är att nå en annan planet att bosätta sig på. De får fundera på olika aspekter som: Hur får vi mat? Vad gör vi av avfall? Hur tar vi tillvara solenergin (som är deras energikälla)? Vad behöver vi för reningsverk? Allt detta går sedan att överföra på jorden och dess miljöproblem. Dessa aspekter kan även sorteras in under Anderssons (1994, s. 40) begrepp NTS (se förklaring under avsnitt 2.5). Denna uppgift finns väl beskriven i boken *Solvagnen – visioner till din miljöundervisning* av Brunner (1996). Som bilaga 5 kan ni se en tankekarta över möjligt innehåll i projektet (ibid, s. 22f).

Slutet ekosystem och rymdresan kan användas som introduktion och/eller röd tråd eller tema under hela NkA-kursen, i stort sett alla målen ur kursplanen (se avsnitt 2.3) kan behandlas och förhoppningsvis uppfyllas. Lärarna var överens om att detta sorts upplägg stimulerade och aktiverade eleverna, de blev nyfikna och intresserade och motiverade att söka kunskap och även att ventilera sina vardagsföreställningar. Det är även lätt plocka olika elevers förslag på lösningar och förklaringar och diskutera dem i klassen. Läraren kan även ta in andra exempel på verklighetsanknytning i samband med dessa projekt, och koppla dem till de kunskaper eleverna fått i projektet.

Andra sätt att konkretisera och ta in verkligheten i undervisningen är t.ex. klassiska exkursioner, ha naturrutor, studera ett djur. Alla lärarna var överens om att detta är ett viktigt inslag i naturvetenskaplig undervisning.

Lärarna nämnde hur elevunderlaget påverkade innehåll och upplägg av kursen, med de här exemplen kan nivån anpassas till varje elevs förförståelse. De går i princip att göra hur enkla eller svåra som helst, beroende på hur djupt man går i de olika delarna. Det är även lättare att bedöma elevernas kvalitativa kunskaper än om man har ett ointergrerat innehåll som främjar utantillärande. De fyra f:en blir tydliga, förståelse, fakta, färdighet och förtrogenhet. Läraren

kan på ett naturligt sätt växla mellan stort och smått och belysa olika aspekter av fenomen med en tydlig koppling mellan de delar av naturvetenskapen som står med i kursplanen.

För att tydliggöra lärarens roll i den här typen av undervisning vill vi åter nämna begreppet ”innehållorienterad teori” från Andersson (u.å.) se vår sid. 13f. De sju punkter som begreppet delas in i kan ses som en ”lärarens lathund”.

Lärarna nämnde också att undervisningen, både till form och innehåll, påverkas av diverse ramfaktorer. Med ramfaktorer menade de begränsningar för undervisningen som finns genom schema, lokaler, utrustning, antal timmar, arbetslag m.m., sådana faktorer som inte lärarna rör över.

Alla lärarna nämner antalet timmar som en viktig faktor. NkA är på 50 poäng, vilket egentligen skall motsvara 50 timmar. Flera av lärarna uppger att de bara får 30 timmar till förfogande. Malin nämner att de hellre lägger mer timmar på biologi och har lite mindre på naturkunskap för sina NV-elever. Lärarna uppgav att antalet timmar var begränsande, de hann aldrig gå så djupt i kursen som de hade velat. Kursen såg olika ut beroende på vilket program eleverna läste, i några fall handlade det om programinfärgning, men även att innehållet anpassades efter elevunderlaget. Tre av lärarna sa att upplägget varierade mycket beroende på vilket program eleverna läste på. Två av lärarna använde läroböcker, men de var inte styrande för upplägget av kursen hos någon. Alla lärare tyckte att de hade goda möjligheter att ta sig ut i naturen i närområdet.

6.2.6 Naturkunskapens status som ett ämne

Vi gjorde den här undersökningen för att se om olika naturkunskapslärare definierar naturvetenskapsbegreppet på olika sätt och vad de anser är naturvetenskaplig allmänbildning.

En av lärarna var biologi och kemilärare, och vi tyckte att hennes intervju svar stack ut i förhållande till de andras. Det undervisningsperspektiv hon uttryckte när hon berättade om hur hon arbetade med naturkunskapskursen var mer biologiskt och kemiskt, eleverna fick räkna och lära sig formler. Denna lärare tyckte även att Naturkunskap B var lättare att verklighetsförankra eftersom den handlar mycket om människokroppen. Vi anser att det förhållningssätt hon uttrycker kan förskjuta perspektivet i undervisningen av naturkunskap mot hennes egen ämneskombination.

Tre av lärarna hade mycket lång erfarenhet av naturkunskapsundervisning, och visade ett integrerat synsätt. De använde inte läroboken, eftersom de ville ge en helhetssyn och sammanhang i undervisningen, vilket var svårt om undervisningen utgick från boken där allt var indelat och upphackat i kapitel. De nämnde också att det var svårt att komma åt elevernas vardagsföreställningar om man utgick från boken, eftersom alla svar fanns där och det gavs inget utrymme till egna reflektioner och diskussioner om fenomenen.

Läroböcker är naturligtvis inte enbart av ondo, de kan med fördel användas som uppslagsverk och referens för eleverna i olika sammanhang. De kan även innehålla användbara övningar och frågeställningar. Det vi förespråkar är att läraren använder läromedlen kritiskt och sparsamt för att uppnå en så anpassad och omväxlande undervisning som möjligt.

Vi anser att det är viktigt att se naturkunskap som ett sammanhållet ämne, att delarna alltid är integrerade och att fenomen således inte tas upp utifrån separata perspektiv. Vad vi kan se i denna undersökning så kan detta perspektiv erhållas på flera sätt, bl.a. genom erfarenhet och/eller utbildning inom naturvetenskap. Läraren bör själv ha fått insikt i det komplexa begrepp som naturvetenskap står för, och hur det presenteras i styrdokumentet. Han eller hon bör ha tänkt igenom och reflekterat över det, och vad denne själv lägger i begreppet. Detta kan naturligtvis uppnås genom arbetslivserfarenhet, men korrekt ämnesutbildning torde vara det mest effektiva. Denna fråga anser vi vara viktig att diskutera både i skolan, på

lärarutbildningen och t.o.m. på politisk nivå, eftersom den är intimt förknippad med ämnets status. Vi har ofta stött på uppfattningen att ”vilken lärare som helst” kan undervisa i ämnet naturkunskap. Men som vi redan nämnt är detta ett ämne som lätt byter skepnad med lärarens förhållningssätt, varför det borde vara ännu viktigare att läraren är utbildad i det ämne han/hon undervisar i för att alla elever skall få någorlunda samma kunskaper.

”Varje naturvetenskaplig lärare, forskare och läromedelsförfattare präglas av vissa övergripande synsätt. Dessa kan vara formella eller informella, medvetna eller omedvetna och vara förankrade i olika hög grad i ”verkligheten” och i den naturvetenskapliga teorin.” (Bolmgren, 1996, s. 137f). Här anser vi att det viktigaste är att det synsätt man som lärare har är medvetet och genomtänkt. Om läraren undervisar helt efter en läroboks upplägg får man automatiskt författarens synsätt, och på det sättet får författaren tolkningsföreträde till kursplanen, och det blir då svårare för läraren att förmedla sitt eget förhållningssätt. Det är också viktigt att man som lärare håller sig á jour med nya forskningsrön, inte bara inom vetenskapen som sådan utan även inom naturvetenskapsdidaktiken där det ständigt görs nya framsteg. Lärare tar ofta inte till sig forskning, utan fortsätter undervisa traditionellt (Helldén et. al., 2005, s. 59f). Detta blir motstridigt om man arbetar som lärare i naturvetenskap där forskning är en grundpelare.

6.2.7 Resultatens betydelse och konsekvenser för skolan

Om läraren inte har det integrerade synsätt på begreppet naturvetenskap och ämnet naturkunskap som vi förespråkade ovan, får det konsekvenser för eleverna anser vi. Får de en fragmenterad undervisning utan sammanhang och grundläggande konsekvenstänkande kan de få svårt att agera som reflekterande, kritiska och aktiva samhällsmedborgare när de slutat skolan. Ställningstagande i olika samhälls- och miljöfrågor försvåras, och de riskerar att förlora sin egenmakt när det kommer till att bedöma trovärdigheten hos nya rön. Risken är även stor att det naturliga intresse för naturvetenskap som finns hos barn och ungdomar blir tillintetgjort om undervisningen är främmande och abstrakt. Om de däremot får detta integrerade och sammanhängande synsätt kommer de troligtvis att fortsätta lära sig nya saker även efter skolan, i och med att de har verktygen för att skapa sig nytt kunnande. ”Skolan kan inte själv förmedla alla de kunskaper som eleverna kommer att behöva. Det väsentliga är att skolan skapar de bästa samlade betingelserna för elevernas bildning, tänkande och kunskapsutveckling.” står det i Lpf 94.

En konsekvens för skolan i stort är att detta integrerade synsätt måste införlivas i skolkulturen, varefter ämnets status kan stärkas. Denna förändring måste även komma redan under lärarutbildningen, där lärarstudier bör drivas att analysera begreppet och argumentera för sitt förhållningssätt. Vi anser att skolan i större utsträckning bör ställa naturvetenskap och samhällsvetenskap i relation till varandra, för att fördjupa perspektiven på båda ämnena, och visa att en del problem bara kan lösas genom samarbete mellan de båda. Vi anser också att detta samarbete kan ha en stärkande effekt på ämnet. Om det ses i ett större sammanhang och inte bara som isolerad skolkunskap är möjligheten större att det får likvärdig status med andra discipliner, t.ex. litteratur eller konst.

Det är uppenbart att naturvetenskaplig och teknisk kunskap är en del av vår kultur med möjligheter att förändra vår materiella och andliga vardag på gott och ont. Sådan kunskap är viktig för att man skall kunna vara en medveten och aktiv medborgare i ett demokratiskt samhälle. Men, naturvetenskaplig/teknisk kunskap som en del av allmänbildningen är inte en självklarhet. Den uppfattas inte heller som ett kulturellt kapital att ösa ur på samma sätt som humaniora och samhällsvetenskap. (Strömdahl, 2002, s. 7f.)

7. Slutord

Vi tycker att vi kommit fram till intressanta och viktiga resultat. Dock önskar vi att vi hade haft möjlighet att gå mer på djupet under vissa avsnitt, bl.a. genom att intervjua fler lärare, och författaren/na till kursplanerna och även undersöka elevperspektivet. Det hade också varit intressant att få vara med och observera de olika lärarnas undervisning, och kanske också själva prova något av de undervisningsförslag vi tar upp i texten. Vi har genom arbetet kommit till en rad nya insikter, vilka stärker oss i vår framtida lärarprofession. Det har också uppstått nya frågor hos oss under arbetets gång, vilka skulle kunna ligga till grund för vidare forskning. Några exempel är:

Elevperspektivet

- Hur ser eleverna på naturvetenskapsbegreppet?
- Utvecklas deras vardagsföreställningar mot hållbart vetenskapligt tänkande?
- Har eleverna fått med sig de grundläggande kunskaper som står i kursplanen?
- Vilken sorts undervisning föredrar eleverna?

Undervisningsperspektiv

- Stämmer undervisningsinnehållet i praktiken med lärarens förhållningssätt?
- Hur påverkar skolkulturen undervisningens utformning?
- Stämmer innehållet i lärarutbildningen överens med de didaktiska och teoretiska (faktamässiga) kunskaper läraren behöver i sitt yrkesutövande?
- Vad ligger till grund för val av kursplanernas termer?
- Hur tar man reda på elevers vardagsföreställningar?

7.1 Några viktiga insikter

- Det är viktigt att man som lärare problematiserat naturvetenskapsbegreppet, och hur detta påverkar undervisningens utformning.
- Läraren bör skapa ett undervisningsklimat som tillåter eleverna att delge sina vardagsföreställningar, och sedan utgå från dem i undervisningen.
- Ett arbete utan lärobok kan främja integrering och göra det lättare att arbeta mot kursplanens uppställda mål.
- Integrering är avgörande för den allmänbildning inom naturvetenskap eleverna bör erhålla och som leder till ”medborgarkompetens”.
- Undervisningen bör ta upp få men relevanta begrepp som eleverna får använda i olika situationer, detta ger eleverna bestående och användbara verktyg för fortsatt lärande.
- Att konkretisera kunskapen genom olika projekt, som t.ex. slutet ekosystem är motivationsskapande.
- Den viktigaste faktorn för att skapa motivation hos eleverna är att väcka deras nyfikenhet.
- Att sätta naturvetenskap och samhällsvetenskap i förhållande till varandra ger en helhetssyn på omvärlden och på problemlösning, och begreppet hållbar utveckling har troligtvis bidragit till denna insikt.

”Lustpunkten är den punkt i hjärnan som lärandet måste nå om inläringen ska ta fart. När man lustpunkten går det helt enkelt inte att låta bli att lära sig nya saker.”

Åsa Moberg, Lustpunkten

8. Referenser

- Andersson, B. (1994). *Om kunskapande genom integration*, (NA-spektrum nr. 10). Göteborgs Universitet: Institutionen för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Skolverket.
- Andersson, B. (u.å.). *Skolans naturvetenskap – på väg mot en helhetssyn*. Opublicerat manus. Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för Pedagogik och Didaktik.
- Bolmgren, I. (1996). Vad styr elevers tänkande? I O. Eskilsson & G. Helldén (red.), *Naturvetenskapen i skolan inför 2000-talet* (s. 131-140). Kristianstad: Kristianstads Boktryckeri AB.
- Brunner, W. (1996). *Solvagnen – visioner till din miljöundervisning*. Stockholm: Liber utbildning.
- Carle, J. & Svensson, L.G. (2006). *Att genomföra examensarbete. En instruktion till kursen LAU 350*. Göteborg: Göteborgs Universitet. Hämtad 7 januari, 2007, från http://www.sociology.gu.se/digitalAssets/752525_Att_genomfora_examensarbete_LAU_350.pdf.
- Chalmers, A.F. (1982). *What is this thing called science?* Second edition. Bristol: Open University Press
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In *Improving Science Education – the Contribution of Research*. J. Leach, R. Millar & J. Osborne (Ed.), (s. 187-206) Great Britain: St Edmondsbury Press Ltd.
- Ekborg, M. (2002) *Naturvetenskaplig utbildning för hållbar utveckling?* (Göteborg Studies in Educational Sciences 188). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Ekstig, B. (2002). *Naturen, naturvetenskapen och lärandet*. Lund: Studentlitteratur.
- Eskilsson, O. & Lindahl, B. (1996). Hur blir det regn? I O. Eskilsson & G. Helldén (red.), *Naturvetenskapen i skolan inför 2000-talet* (s. 199-208). Kristianstad: Kristianstads Boktryckeri AB.
- Fensham, P. (2000). Providing suitable content in the 'science for all' curriculum. In J. Leach, R. Millar & J. Osborne (Ed.), *Improving Science Education – the Contribution of Research*. (s. 147-164) Great Britain: St Edmondsbury Press Ltd.
- Helldén, G. (1994). *Barns tankar om ekologiska processer*. Stockholm: Liber Utbildning AB.
- Helldén, G., Lindahl, B. & Redfors, A. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. (Vetenskapsrådets rapportserie, 2005:2). Uppsala: Ord och Form AB.

- Johansson, B. & Svedner, P-O. (2001). *Examensarbetet i lärarutbildningen. Undersökningsmetoder och språklig utformning*. Uppsala: Kunskapsföretaget.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Lpf 94. (1994). *Läroplan för de frivilliga skolformerna*. Hämtad 10 december, 2006, från www.skolverket.se.
- Moberg, Å. (2006). *Lustpunkten. En bok om inläring utan utbildning*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Nationalencyklopedin. (2006). Hämtad 15 december, 2006, från www.ne.se.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD Publications.
- Orr, D. (1991, winter). What Is Education For? *The learning revolution*, IC#27, 52. Hämtad 19 december, 2006, från <http://www.context.org/ICLIB/IC27/Orr.htm>.
- Sjøberg, S. (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning*. Lund: Studentlitteratur
- Skolverket. (1994). *Mer formler än verklighet, ungdomars attityder till naturvetenskap och teknik*. Stockholm: Skolverket: Verket för högskoleservice.
- Skolverket. (2006). Kursplaner för Naturkunskap och Naturkunskap A. Hämtad 15 december, 2006, från www.skolverket.se.
- Strömdahl, H. (2002). Kommuniera naturvetenskap i skolan – en introduktion. I H. Strömdahl (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan - några forskningsresultat*. (s. 7-17) Lund: Studentlitteratur.
- Stukát, S. (2005). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken*. Stockholm: Bokförlaget Prisma.
- Tom tit. (2006). Hämtad 29 december, 2006, från <http://www.tomtit.se/?dnode=263&prodid=17&mode=post>
- Östman, L. (1996). No-didaktiska perspektiv på undervisning och I lärarutbildning: en artikelserie om meningsskapande målrealisering och lärarkunskap. I O. Eskilsson & G. Helldén (red.), *Naturvetenskapen i skolan inför 2000-talet* (s. 552-595). Kristianstad: Kristianstads Boktryckeri AB.

Bilagor

Bilaga 1. Kursplan i Naturkunskap

Ämnets syfte

Utbildningen i ämnet naturkunskap syftar till att beskriva och förklara omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv. Ämnet syftar också till förståelse av naturvetenskapens arbetssätt och resultat. Ämnets syfte är dessutom att ge naturvetenskapliga kunskaper för att kunna ta ställning i frågor som är viktiga för individ och samhälle som t.ex. genteknik, hållbar utveckling och energifrågor.

Mål att sträva mot

Skolan skall i sin undervisning i naturkunskap sträva efter att eleven

utvecklar sin förmåga att beskriva, förklara och förstå omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv,

utvecklar sina kunskaper om vetenskapliga undersöknings- och forskningsmetoder och om hur resultat kan presenteras,

utvecklar sin förmåga att förstå och använda naturvetenskapens språk och teoretiska begrepp,

utvecklar sin förmåga och sitt intresse att söka, kritiskt granska och tillgodogöra sig kunskap om aktuell forskning i naturvetenskap från olika informationskällor,

utvecklar ett förhållningssätt som präglas av ödmjukhet och respekt inför naturen och livets storhet,

utvecklar sin förmåga att tolka och kritiskt granska olika typer av information, delta i diskussioner i olika samhällsfrågor och ta ställning utifrån ett naturvetenskapligt och etiskt perspektiv,

utvecklar sina kunskaper om människan som en del av naturen och det ekologiska sammanhanget samt om kretsloppstänkandets roll för att minska samhällets miljöbelastning,

utvecklar sin förståelse av naturvetenskapens roll för samhällsutvecklingen.

Ämnets karaktär och uppbyggnad

Dagens samhälle är i hög grad baserat på naturvetenskap och teknik. Därför har den enskilde behov av kunskaper i naturvetenskap både som individ och samhällsmedborgare. Energi-, miljö- och resursfrågor ställer till exempel krav på ett brett naturvetenskapligt kunnande. Samtidigt ger naturvetenskapens snabba utveckling upphov till nya frågeställningar inte minst av etisk karaktär.

Den moderna naturvetenskapen präglas av uppdelning i många specialområden samtidigt som många frågeställningar kräver ett tvärvetenskapligt angreppssätt. Ämnet naturkunskap är ett tvärvetenskapligt ämne där naturvetenskapliga frågeställningar kan studeras ur flera perspektiv. Ämnets struktur är inte entydigt given men ämnet handlar om liv, materia och energi. Karaktäristiskt för ämnet är blandningen av teoretiska studier, observationer, experiment och fältstudier.

Ämnet behandlar också frågan om hur människans världsbild har förändrats genom växelverkan mellan teoribildning och praktiska forskningsresultat.

Ämnet naturkunskap är uppdelat i två kurser, Naturkunskap A som är ett kärnämne och Naturkunskap B.

Naturkunskap A bygger på elevens tidigare erfarenheter och på grundskolans utbildning eller motsvarande kunskaper. Kursen tar främst upp miljöfrågor, men även frågor kring ekologi, energi- och resursanvändning behandlas. Kursen anknyter till elevens studieinriktning. Naturkunskap A är en kärnämneskurs.

Naturkunskap B bygger på elevens tidigare erfarenheter och kunskaper från grundskolan eller motsvarande. Kursen behandlar människans biologiska, fysikaliska och kemiska vardag, materien, livets förutsättningar och utveckling samt organismens byggnad och funktion. Även betydelsen av en hälsofrämjande livsstil ingår i kursen, liksom etiska frågor – speciellt de som gäller den moderna genteknikens utveckling och utnyttjande. Naturkunskap B är gemensam kurs på samhällsvetenskapsprogrammet.

Bilaga 2. Naturkunskap A

Mål

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs

Eleven skall

kunna göra observationer och enkla experiment samt kunna analysera och tolka resultaten

ha kunskap om den naturvetenskapliga världsbildens framväxt samt universums och jordens historia

kunna förstå skillnaden mellan påståenden grundade på fakta och värderande ståndpunkter inom naturvetenskapen, t.ex. när det gäller människans strålningsmiljö

ha fördjupat sin kunskap om ekosystems struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald

ha kunskap om energiomvandlingar och energiformer samt begreppet energikvalitet

kunna beskriva naturliga kretslopp och av människan skapade materia- och energiflöden samt ha förståelse av termodynamikens lagar

kunna beskriva miljöproblem utifrån studieinriktning och aktivt delta i diskussioner om möjligheten att påverka utvecklingen

ha kunskaper om livsstilens betydelse för miljön och en hållbar ekologisk utveckling.

Betygskriterier

Kriterier för betyget Godkänd

Eleven utför med viss handledning experimentella och praktiska moment.

Eleven utför mätningar och undersökningar samt beskriver muntligt och skriftligt iakttagelser och resultat.

Eleven beskriver ekologiska fakta och begrepp samt redogör för resultat av några störningar i ekosystem.

Eleven diskuterar begreppen energi, energiomvandlingar och energiflöden.

Eleven ger exempel på globala och regionala miljöproblem och beskriver lokala miljöproblem till följd av vardaglig och yrkesmässig verksamhet.

Eleven diskuterar frågor som rör återanvändning och långsiktig resursanvändning.

Kriterier för betyget Väl godkänd

Eleven arbetar aktivt i undervisningens experimentella och praktiska moment.

Eleven analyserar idéer och värderingar utifrån såväl ett individperspektiv som ett natur- och samhällsvetenskapligt perspektiv.

Eleven diskuterar konsekvenser av olika praktiska ställningstaganden i energi-, miljö- och resursfrågor.

Kriterier för betyget Mycket väl godkänd

Eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetssätt, planerar och genomför undersökande uppgifter, tolkar resultaten och värderar kritiskt slutsatsernas giltighet och rimlighet. Eleven använder, analyserar och integrerar införda begrepp, modeller och teorier.

Skolverket 2006-12-28

Bilaga 3. Intervjumanual

Arbetet handlar om naturvetenskap som begrepp. Vi ska försöka definiera det ur olika perspektiv och se om det råder något spänningsförhållande mellan olika förhållningssätt, t.ex. lärarens, styrdokumentens och vetenskapens, och om lärares förhållningssätt påverkar undervisningen.

Fråga 1. Hur definierar du naturvetenskap?

- Om du ser på begreppet ur ett annat perspektiv, vad tänker du på då?
- Om du bortser från metoderna, hur definierar du vad som ingår i begreppet?

Fråga 2. Varför anser du att det är viktigt med naturvetenskap i skolan?

- Har dessa kriterier ändrats under din verksamma tid (eller de senaste 10-20 åren)?

Fråga 3. Vad är naturvetenskaplig allmänbildning?

- Vilka byggstenar är viktigast för att skapa denna allmänbildning?

Fråga 4. Kan du komma ihåg någon speciellt effektiv metod du använt för att fånga elevernas intresse?

- Vad i detta gjorde dem intresserade, arbetssättet, innehållet, materialet?

Fråga 5. Hur kan man utveckla elevers vardagstänkande mot mer vetenskapligt tänkande?

- Kan du ge några exempel på vardagsföreläsningar?

Fråga 6. Vad tänker du på när vi säger integration i skolan/undervisningen?

- Kan olika sorters integration främja elevers lärande?

Fråga 7. Ge exempel på hur man kan ta in verkligheten i undervisningen.

Fråga 8. Hur lägger du upp undervisningen i NkA?

Bilaga 4. Magnus grundläggande regler.

Grundregler för hur naturen fungerar

1. **Ingenting försvinner.**

- a. Atomer kan inte skapas eller försvinna, de kan bara sätta ihop sig i olika kombinationer.
- b. Energi kan inte skapas eller försvinna, bara omvandlas till olika slags energiformer. (Termodynamikens första lag.)
- c. Fenomenet radioaktivitet är undantaget. ($e = mc^2$). I universum är det mycket vanligt, men inte i jordens biologiska kretslopp.

2. **Allting sprider sig.** "Universum" strävar efter ökad oordning.

- a. När det gäller materia är
 - å. små partiklar mer oordnade är stora.
 - ä. spädningar mer oordnade är koncentrat.
- b. När det gäller energi är värme den mest oordnade energiformen. (Termodynamikens andra lag.)

3. **Fotosyntesen är grunden för allt mänskligt liv.**

4. **Ekosystemen upprätthåller liv.**

Alla arter är beroende av samspel med andra. "Näringspyramiden" är en förenklad beskrivning av samspelet.

5. **Allt liv är fundamentalt sett ett,**

d v s att alla organismer är variationer på samma grundtema.

Alla celler, det kvittar om det är en amöba eller i en människa, har samma grundläggande behov och funktioner.

6. **Allt hänger samman,**

d v s en påverkan på ett ställe har en verkan någon annanstans.

7. **Evolutionen är mycket långsam.**

Långsamheten är en viktig förutsättning för att det ska hinna utvecklas balans mellan arter samt balans mellan arter och deras abiotiska, (fysiska-kemiska), miljö.

Organismer med kort generationsväxling har störst chans att anpassa sig till förändringar.

Bilaga 5. Rymdskeppet, Brunner (1996, s. 22f)

