

Nya redaktörer för NorDiNa

Välkommen till NorDiNa nummer 1/11. I och med detta nummer byter NorDiNa redaktörer. Under hösten har både föregående redaktörer och den nya redaktionen arbetat parallellt och tidskriften du nu håller i din hand är ett resultat av det lagarbetet. Eftersom detta är den första "Editorial" av den nya redaktionen har vi smygtittat på tidigare nummer och sett att de går att skriva både på "nordiska" eller engelska. Vi fortsätter i samma anda och kommer att variera språket i de olika upplagorna.

Vi vill börja med att tacka för det fantastiska arbete som Berit Bungum, Anita Wallin och Björn Andersson har gjort för att etablera NorDiNa som en Nordisk ämnesdidaktisk tidskrift av hög kvalitet. Deras goda kontakter med både författare och "reviewers" har lagt grunden till att de artiklar som publiceras håller hög kvalitet. TUSEN TACK! Vi ska förvalta arvet på bästa sätt och fortsätta uppdraget med att vidareutveckla NorDiNa.

Vi är också mycket glada över att vi får behålla värdefull kompetens inom redaktionen då Lise Faafeng fortsätter som redaktionssekreterare och hela redaktionsrådet också fortsätter sitt uppdrag. Rådet består av Jari Lavonen (University of Helsinki), Irmeli E. Palmberg (Åbo Akademi), Helge Strömdahl (Linköpings Universitet), Anita Wallin, (Göteborgs universitet), Haftor Gudjonsson (Islands Pædagogiske Universitet), Marianne Ødegaard (Universitetet i Oslo) og Rie Popp Troelsen (Syddansk Universitet).

Det är ett mycket intressant arbete att vara redaktör för NorDiNa. I och med att det är stor variation på innehållet i artiklarna och att de kommer från olika delar av Norden får vi en stor inblick i vad som sker inom ämnesområdet. Vi lär oss massor av både författare och referees. Vi är också imponerade över hur välvilligt forskarkollegor världen över ställer upp för att göra en insats för att vidareutveckla ämnesområdet genom sina grundliga granskningar av manuskripten och konstruktiva kommentarer till författarna.

Våra visioner för framtiden är att antalet läsare av NorDiNa ska fortsätta att öka. Att NorDiNa nu är gratis har redan påverkat storleken på utgåvan. Vi hoppas också att NorDiNa ska nå en bredare publik. Att det fortsatt skall vara möjligt att publicera på flera språk är ett sätt att bidra till detta. Det är viktigt att kunna skriva om forskning och utvecklingsarbete på våra egna språk i en tidskrift av god kvalitet, samt att alla abstract och en del av artiklarna är på engelska medför att vi får läsare även utanför Norden. Vi önskar att ni fortsätter att skicka bidrag till NorDiNa. Vi hoppas särskilt på mer bidrag ifrån Danmark och Island. Fler bidrag därifrån ökar troligtvis intresset för tidskriften och det sätter igång en positiv spiral med fler bidrag. Men nu till beskrivningen av bidragen i detta nummer.

Detta nummer av NorDiNa innehåller sju vetenskapliga artiklar som fokuserar olika delar av det ämnesdidaktiska forskningsfältet. Studierna behandlar olika aspekter på undervisning i naturvetenskap på olika nivåer i skolsystemet. En artikel handlar om grundskolans tidigare år, tre artiklar behandlar undervisning i skolor 6-9, två artiklar fokuserar gymnasieskolan och en studie har lärarstudenter i blickfånget. I detta nummer presenterar vi även abstrakt från avhandlingar som publicerats i de nordiska länderna under 2009 och 2010. Det är inte en heltäckande presentation av alla avhandlingar som tillkommit under åren utan vi presenterar de som vill sprida information om sin forskning via tidskriften. Det är glädjande att forskarsamhället växer. Det bådär gott för framtida bidrag till NorDiNa.

Vi beskriver artiklarna i ordning utifrån vilken ålder som fokuseras och börjar med studien som handlar om de yngsta eleverna. Ola Magntorn beskriver vilka aktiviteter som eleverna minns från en undervisningssekvens, varför de minns dessa aktiviteter och hur de kopplas till vilket ämnesinnehåll eleverna får med sig i artikeln *Minnesvärda episoder i undervisningen - en studie av elevers episodiska minnen från en undervisningssekvens i biologi*. Aktiviteter som kombinerar upplevelser och utmaningar är något som de flesta eleverna kommer ihåg.

Två artiklar behandlar hur läroböcker tar upp ett visst ämnesinnehåll. Den ena är Erik Knains artikel *Hvordan åpne for vitenskapshistorie i naturfagundervisning?* som tar upp förhållandet mellan etablerad kunskap och processen med att nå fram till denna kunskap. Exemplet som beskrivs är "The Big Bang" och olika texter analyseras. Det är texter dels från vetenskapshistoria, Helge Kragh, dels vetenskapssociologi, Bruno Latour samt två läroböcker för grundskolan. Artikeln ger exempel på hur man kan undervisa om naturvetenskapens karaktär. Den andra artikeln är skriven av Maria Ferlin, *Biologisk mångfald i svenska läroböcker för skolår 6-9*. Det är en undersökning av vilka förutsättningar sex läroböcker i biologi ger för att nå kursplanens mål kring biologisk mångfald. En explicit definition av begreppet saknas i hälften av böckerna.

TIMSS-studierna har varit i fokus i två av artiklarna i detta nummer av NorDiNa. Det är dels Lena Adolfsson, Sylvia Benckert och Marie Wiberg som i sin artikel *Gapet har minskat: skillnader mellan hög- och lågpresterande flickors och pojkars attityder till biologi, fysik och kemi 1995 och 2007* behandlar hur elevers attityder till naturvetenskap har förändrats på tolv år. De jämför resultaten av elevenkäter i TIMSS-studier för skolår 8 som genomfördes åren 1995 och 2007. Den andra TIMSS-artikeln *TIMSS Advanced 2008: Fall i fysikk-kompetanse i Norge og Sverige* fokuserar norska och svenska gymnasieelevers kunskaper i fysik och hur de har förändrats sedan 1995. Den visar tyvärr på att kunskapsnivån har gått ner i båda länderna. Artikeln är skriven av Carl Angell, Svein Lie och Anubha Rohatgi.

Karolina Broman, Margareta Ekborg och Dan Johnels undersöker hur elever och lärare ser på kemiundervisningen i gymnasieskolan i artikeln *Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools*. Vilka delområden är lätta eller svåra, intressanta eller ointressanta och hur kan undervisningen göras mer intressant och relevant är frågor de försöker besvara.

Slutligen presenteras en artikel som jämför förkunskaperna hos lärarstudenter i Danmark, Finland och Sverige. Det är Palmberg, Jeronen, Svens, Yli-Panula, Andersson och Jonsson som har genomfört en undersökning av vilka förkunskaper om människans biologi blivande lärare för skolår 1-6 har när de är i början av sin utbildning. Titeln på den artikeln är *Blivande lärares (åk 1-6) baskunskaper i Danmark, Finland och Sverige - 1. Kunskaper och uppfattningar om människans biologi*.

Avslutningsvis vill vi tacka för förtroendet att fortsätta vidareutveckla NorDiNa. Det är verkligen ett spännande arbete. För att fortsatt vara en tidskrift av hög kvalitet vill vi därför uppmana er att fortsätta skicka vetenskapliga artiklar och forskningsbaserade utvecklingsarbeten till NorDiNa.

Trevlig läsning!

Christina Ottander

Sonja M. Mork

Svein Sjøberg

Lena Adolfsson är lärare i naturvetenskapliga ämnen och matematik och har arbetat på grundskolan, gymnasiet och inom vuxenutbildningen. I september 2008 antogs hon till licentiatutbildning vid Forskarskola för yrkesverksamma lärare i naturvetenskap, matematik och teknik och deras didaktik (FontD).

Sylvia Benckert är docent i fysikdidaktik vid Umeå universitet. Hennes forskningsintressen är problemlösning och gruppdiskussioner inom fysikundervisning samt genusaspekter på naturvetenskap.

Marie Wiberg är docent i statistik vid Umeå universitet. Hon har en bakgrund inom psykometri och hennes forskningsinriktning är metoder knutit till kunskapsprov. Hennes forskningsfält inbegriper dels internationella kunskapsmätningar som TIMSS, dels generella metodproblem vid kunskapsprov såsom ex. ekvivalering av provversioner.

LENA ADOLFSSON

Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens didaktik
Umeå universitet, Sweden
lena.adolfsson@matnv.umu.se

SYLVIA BENCKERT

Institutionen för fysik
Umeå universitet, Sweden
sylvia.benckert@physics.umu.se

MARIE WIBERG

Statistiska institutionen
Umeå universitet, Sweden
marie.wiberg@stat.umu.se

Gapet har minskat: skillnader mellan hög- och lågpresterande flickors och pojkars attityder till biologi, fysik och kemi 1995 och 2007

Abstract

This article explores the change over time of boys' and girls' attitudes towards biology, physics and chemistry. We use data from the TIMSS studies for grade 8 in Sweden to investigate how the attitudes for high- and low performing pupils have changed between 1995 and 2007. The attitude is measured by four questions from the student questionnaire in the TIMSS study. The results indicate that there have been some changes in attitudes between 1995 and 2007. High-achieving pupils and especially boys have a more negative attitude towards all three subjects, biology, physics and chemistry, in 2007 compared to 1995. The low-achieving students think that they are performing better in all three subjects 2007 compared to 1995. The difference between the group that are most positive to physics and chemistry and the least positive group has diminished between the two years. The results are discussed in relation to the changes in Swedish schools during the period.

INLEDNING

I Sverige och i många andra länder visar ungdomar ett minskat intresse för att välja naturvetenskapliga utbildningar (Schreiner & Sjöberg, 2005). Denna problematik har uppmärksammats på flera håll och inom EU har man tagit fram en handlingsplan för att öka intresset för naturvetenskap (EU, 2004). Speciellt stort är intresset att få fler flickor intresserade eftersom flickorna fortfarande utgör en minoritet bland de studerande på en stor del av dessa utbildningar. Även i

Sverige har problemet uppmärksammat och regeringen tillsatte 2008 en delegation för att öka intresset för högskoleutbildningar inom matematik, naturvetenskap, teknik och informations- och kommunikationsteknologi (Utbildningsdepartementet, 2008; SOU 2010:28). Delegationen har ett särskilt uppdrag att öka andelen flickor/kvinnor inom dessa utbildningar.

Trots att intresset för naturvetenskapliga och tekniska utbildningar har minskat, så visar resultaten från ROSE-projektet (The Relevance of Science Education) att ungdomar finner många områden inom naturvetenskap och teknik intressanta, men att undervisningen i skolans naturvetenskapliga ämnen inte lyckas fånga detta intresse (Schreiner & Sjöberg, 2005). Även resultaten från den senaste TIMSS-studien (Trends in International Mathematics and Science Study) pekar på att de svenska eleverna i årskurs 8 har mindre positiva attityder till de naturvetenskapliga ämnena 2007 jämfört med 1995 (Skolverket, 2008a). Resultaten säger däremot inte något om hur attityderna har förändrats för flickor respektive pojkar i olika prestationsgrupper, t.ex. hög- och lågpresterande. Brotman and Moore (2008) har i sin sammanställning av forskning inom området flickor och fysik konstaterat att det överhuvudtaget inte finns mycket skrivet om sambandet mellan kön och andra variabler som t.ex. prestationsgrupp.

Syftet med denna artikel är att med hjälp av TIMSS-undersökningarna från 1995 och 2007 beskriva hur attityderna till skolämnena biologi, fysik och kemi hos svenska hög- och lågpresterande flickor och pojkar i årskurs 8 har förändrats från 1995 till 2007.

ATTITYDER TILL NATURVETENSKAP

Attityder definieras vanligtvis som en predisposition att vara positiv eller negativ till något och attityder består enligt Nieswandt (2005) både av affektiva och kognitiva komponenter som påverkar varandra i en fortlöpande process som i slutändan leder till ett visst beteende. Barmby, Kind och Jones (2008) har en liknande syn på vad attityder är. De definierar attityder som "*the feelings that a person has about an object, based on his or her knowledge and belief about that object*" (s. 1076). Faktorer som påverkar attityder till de naturvetenskapliga ämnena är t.ex. syn på läraren, föräldrars och kamraters attityder, resultat i naturvetenskapliga ämnena, hur intressant man uppfattar ämnet samt självförtroende i ämnet (Osborne, Simon & Collins, 2003; Kind, Jones & Barmby, 2007). I en longitudinell studie i USA där förändringar av elevers attityder till naturvetenskap i klasserna 7–11 undersöktes, visade resultaten att det som påverkade attityden till naturvetenskap mest var självförtroende i ämnet (George, 2000).

Det finns flera svårigheter med vad som egentligen mäts i attitydundersökningar. Att mäta attityden till naturvetenskap i allmänhet är inte detsamma som att mäta attityden till de naturvetenskapliga skolämnena. Elever kan ha en positiv attityd till naturvetenskap i allmänhet, men ändå vara negativa till de naturvetenskapliga skolämnena (se t.ex. Osborne et al., 2003). Kind et al. (2007) har utvecklat separata attitydmätningar för lärande av naturvetenskap i skolan; praktiskt arbete i naturvetenskap; naturvetenskap utanför skolan; naturvetenskapens betydelse; självuppfattning i naturvetenskap samt deltagande i naturvetenskap i framtiden.

Brotman och Moore (2006) sammanfattar resultaten från ett flertal studier om flickors och pojkars attityder till naturvetenskap i skolan. De fann att studierna visar att flickor är mindre positiva till naturvetenskap än pojkar och att deras intresse för naturvetenskap avtar med ålder i högre grad än pojkars. Flickors uppfattning om sin egen kompetens i dessa ämnen är lägre än pojkars och flickor föredrar i högre grad att läsa biologi medan pojkarna föredrar fysik och kemi. Flickor upplever oftare än pojkar att naturvetenskap är svårt och ointressant samt att det är associerat med en oattraktiv livsstil. Vidare ser både flickor och pojkar fysik som ett ämne mer för pojkar och biologi som ett ämne mer för flickor. Slutligen så konstaterar de att flickor också har färre erfarenheter med anknytning till naturvetenskap utanför skolan än pojkar och det gäller framförallt erfarenheter med anknytning till fysik.

Det finns ett par studier som redovisar hur flickors och pojkars attityder till naturvetenskapliga ämnen har förändrats över tid. Både flickor och pojkar i åldern 11–14 år i Storbritannien var mindre positiva till de naturvetenskapliga ämnen 1997/98 än 1987/88 (Breakwell & Robertsson, 2001). Vid båda undersökningstillfällena var dock pojkarna mer positiva än flickorna. Resultaten visar också att när det gäller skillnader i attityder mellan flickor och pojkar så hade det endast skett små förändringar. Dawson (2000) jämförde hur attityden till de naturvetenskapliga ämnena förändrades från 1980 till 1997 hos elever i årskurs 7 i södra Australien. Inga stora förändringar konstaterades men den allmänna attityden till naturvetenskap var något mindre positiv 1997 än vad den var 1980. De förändringar som noterades var att flickornas attityd till biologi var något mindre positiv men oförändrad till fysik. Pojkarna däremot hade 1997 en positivare attityd till fysik jämfört med 1980.

TIMSS 1995 och 2007

TIMSS organiseras av IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Syftet med studierna är att beskriva och jämföra elevers prestationer och attityder till ämnesområdena matematik och naturvetenskap; att försöka förklara skillnader i prestationer mot bakgrund av elevernas situation och attityder samt att mäta förändring i resultat över tid.

I TIMSS används prov för att mäta elevernas teoretiska kunskaper och enkäter för att samla in bakgrundsfakta. Enkäter finns för skolledare, lärare och elever. De prov och enkäter som används konstrueras utifrån ett antal faktorer som t.ex. att de kunskaper och färdigheter som ska prövas ska finnas med i de deltagande ländernas läro- och kursplaner, att uppgifterna ska vara lämpliga för ingående årskurser, att uppgifterna och enkäterna ska vara lämpliga för bedömning i storskaliga internationella undersökningar och att provet även ska vara balanserat och täcka olika ämnen och kognitiva områden. Elevenkäten har till syfte att samla information om vilka faktorer som kan tänkas påverka elevernas resultat. Utifrån tidigare forskning och IEA-studier identifierades följande karaktäristika som skall finnas med i enkäterna: demografiska fakta, hem- och familjeförhållanden, attityder och förväntningar, aktiviteter utanför skolan, uppfattningar om skola och klassrum (Martin & Kelly, 1996). I enkäten fick eleverna ta ställning till ett antal påståenden och till varje påstående fanns fyra svarsalternativ från instämmer absolut till instämmer absolut inte, en s.k. Likertskala. De allra flesta påståendena var formulerade så att om eleven svarar ”instämmer absolut” innebär det en positiv attityd.

År 1995 deltog Sverige med elever från årskurs 6 och 7 i den internationella jämförelsen och med elever från årskurs 8 i en nationell del av TIMSS (Skolverket 1996). År 2007 deltog elever i årskurs 4 och 8 (Skolverket, 2008a). Skolorna och klasserna valdes så att man fick ett representativt urval av elever. År 1995 valdes 116 skolor ut och varje skola deltog med en klass från årskurs 8. I TIMSS 2007 deltog 159 skolor i undersökningen och från varje skola valdes två klasser från årskurs 8 ut. Urvalet är gjort så att resultaten ska kunna generaliseras till hela populationen av elever. I tabell 1 redovisas antal elever i årskurs 8 1995 och 2007.

Tabell 1. Antal flickor och pojkar i årskurs 9 som deltog i TIMSS 1995 och 2007.

	1995	2007
Flickor	968	2151
Pojkar	976	2309
Totalt	1944	4460

METOD

De data som används i denna studie har laddats ned från TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College. I datafilerna finns variabler som mäter både attityder och kunskaper hos eleverna och varje elev har ett resultat i matematik och ett i naturvetenskap. De metodologiska frågorna som uppkommer utifrån syftet är: 1) Vilken resultatvariabel ska väljas som ett mått på elevens kunskap? 2) Hur ska prestationsgrupperna "hög" och "låg" definieras? 3) Hur ska påståendena som mäter attityd väljas ut?

Val av resultatvariabel

För att definiera låg- och högpresterande elever väljs en resultatvariabel från kunskapsprovet. Som ett mått på elevens kunskapsnivå kommer resultatet i matematik att användas. Det finns två skäl till detta. Det första skälet är att höga betyg och resultat i matematik har ett bra prognosvärde för studieframgång och av betydelse för att kunna bedriva fortsatta studier i naturvetenskap och teknik både på gymnasie- och universitetsnivå.

Stenhag (2010) visar i en studie av elever i årskurs 9 att matematikbetyget fungerar som indikator på generell studieframgång bättre än betyg i andra ämnen. Högt matematikbetyg visar på framgång i både naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga ämnen. Även för framgång på naturvetenskapliga utbildningar som ingenjörsprogram så har betyg i matematik och fysik störst betydelse för studenters prestationer (Cliffordson & Berndtson, 2007). Det andra skälet är att svenska elever läser matematikämnet på ett mer likartat sätt jämfört med de naturvetenskapliga ämnena. I matematik är de olika momenten oavsett lärobok fördelade relativt lika över årskurserna medan det i naturvetenskap kan skilja beroende på hur skolan valt att organisera undervisningen. På vårterminen i årskurs 8 har eleverna således mer likartade erfarenheter i de moment som har behandlats i matematik jämfört med naturvetenskap.

Definition av låg- och högpresterande

Vid internationella jämförelser av elevernas kunskaper i matematik och naturvetenskap har både 5 och 10 procents gränser använts för att definiera låg- och högpresterande elever (Skolverket; 1996, Beaton et al., 1996a, b). Utifrån deltagarantalen från studien 1995 innebär en gruppstorlek på 10 procent 96 flickor och 98 pojkar vilket ger säkrare data jämfört med om prestationsgrupperna hade varit 5 procent högst resp. lägst presterande. Detta motiverar valet av 10 procents gräns som definition på prestationsgrupp.

Val av attitydfrågor

När elevernas attityder mäts i TIMSS så ses attityder som en förutsättning för lärande och som ett resultat av undervisning (Skolverket, 2008a). Attityderna mäts genom att eleverna får ta ställning till ett antal påståenden om skolämnena matematik och naturvetenskap. Påståenden handlar om självförtroende i, inställning till och värdering av ämnena. Påståendena som har använts i de tre TIMSS-studierna har varierat både till antal och formulering.

I den här undersökningen tolkar vi begreppet attityd till naturvetenskapliga ämnen i likhet med Barmby et al.(2008) som den inställning en person har till något baserat på hans eller hennes kunskaper om och känslor för detta. Vi är intresserade av elevernas attityder till skolämnena biologi, fysik och kemi.

I elevenkäterna finns ett antal påståenden om biologi, fysik och kemi. Påståendena är inte exakt desamma 1995 och 2007 utan varierar något till antal och utformning. För att kunna göra jämförelser så måste eleverna ha tagit ställning till samma eller liknande påståenden. I enkäterna 1995 och 2007 finns sex påstående som uppfyller detta kriterium. Utifrån syftet att mäta förändringar av attityder till de naturvetenskapliga skolämnena så väljs fyra påståenden (tabell 2). Det innebär

Tabell 2. Påståenden om biologi, fysik och kemi från elevenkäterna i TIMSS 1995 och 2007. I parentes anges vilket nummer påståendet hade i enkäten.

Påstående 1995	Påstående 2007
Det brukar gå bra för mig i biologi/ kemi/fysik. (17b och 17d)	Det brukar gå bra för mig i biologi, fysik, kemi. (12a, 20a och 24a)
Hur mycket tycker du om biologi/ kemi/fysik? (21 b och 21d)	Jag tycker om biologi, fysik, kemi. (12h, 20h och 24h)
Jag tycker om att lära mig biologi, fysik, kemi. (29i, 33i och 41a)	Jag tycker om att lära mig biologi, fysik, kemi. (12d, 20d och 24d)
Biologi, Fysik, Kemi är tråkigt. (29b, 33b och 41b)	Biologi, Fysik, Kemi är tråkigt. (12g, 20g och 24g)

att av de påståenden som har samma eller liknande formulering så väljer vi att inte ta med de som handlar om framtida studier och yrke.

En skillnad mellan åren är att 1995 så skiljde man inte mellan kemi och fysik för två av påståendena. Det gäller de två första påståendena i tabell 2. Anledningen till detta är att i den internationella enkäten så användes begreppet "physical science, chemistry/physics" och det översattes till kemi/fysik. Det andra påståendet har inte en exakt lika formulering de båda åren. I resultatredovisningen används formuleringen från 2007. Ytterligare en skillnad mellan åren är placeringen av påståendena. I enkäten 1995 kommer de två första påståendena tidigare i enkäten och de två sista längre bak i enkäten. I tabell 2 anges i parentes under respektive påstående vilket nummer påståendet hade i enkäterna.

Eleverna fick till varje påstående välja mellan fyra svarsalternativ. År 1995 var svarsalternativ till påståendena 1, 3 och 4 "instämmer absolut", "instämmer", "instämmer inte" och "instämmer absolut inte". Till påstående 2 var svarsalternativen "tycker absolut inte om", "ogillar", "gillar" och "tycker mycket om". I elevenkäten 2007 hade samtliga av de utvalda påståendena svarsalternativen "instämmer helt och hållet", "instämmer", "instämmer inte" och "instämmer inte alls"

För att få en så tydlig bild som möjligt av om eleven har en positiv eller negativ attityd har svarskategorierna dikotomiserats. De två kategorier som visar en positiv attityd har slagits ihop till kategorin "instämmer" och de två kategorierna som visar en negativ attityd till kategorin "instämmer inte". Svaren till påstående 2 år 1995 tolkas så att om eleverna har angivit att de "tycker mycket om" eller "gillar" ett ämne så innebär det att de "instämmer" med påståendet "jag tycker om ämnet".

I enkäterna så uppmanas eleven att endast ta ställning till de påståenden som gäller de ämnen de för närvarande läser men i Sverige finns inga valbara kurser i naturvetenskap utan samtliga elever läser samma kurser i alla tre ämnena biologi, fysik och kemi.

Bortfall

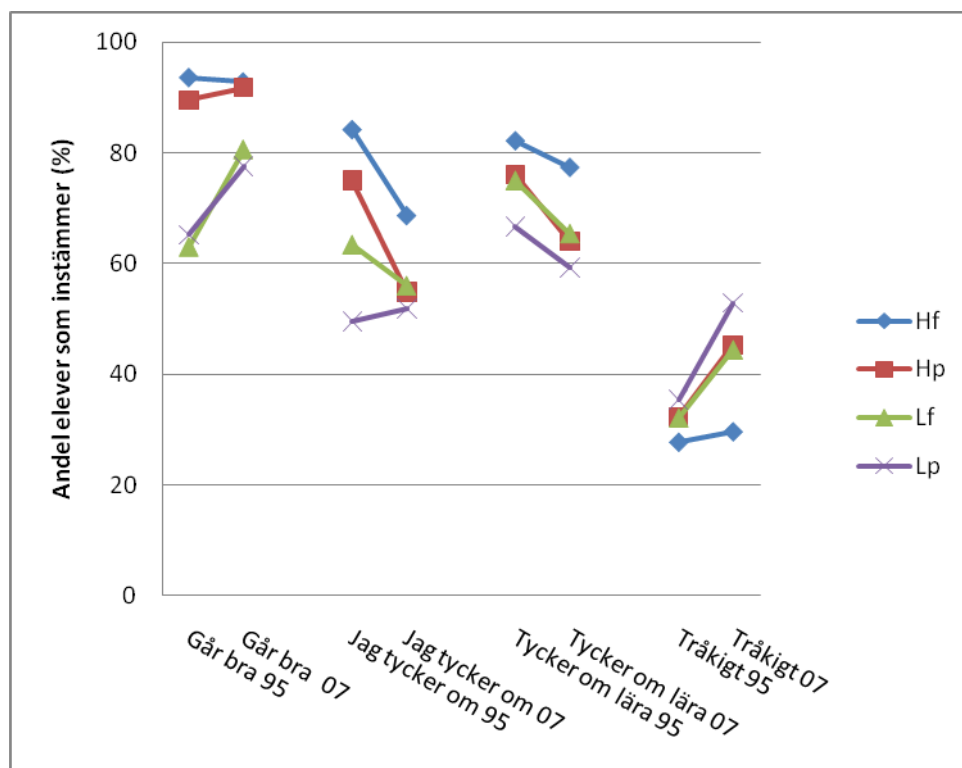
Analysen visar att bortfallet är högre för de lågpresterande eleverna för båda åren och för samtliga påståenden. Bortfallet för de lågpresterande eleverna varierar 1995 mellan 4,7 procent och 25,4 procent. För de högpresterande eleverna varierar bortfallet mellan 1 procent och 7,8 procent. År 2007 varierade bortfallet för de lågpresterande mellan 15,2 procent och 26,5 procent och för de högpresterande mellan 5,2 procent och 7,9 procent. Bortfallet kan till viss del förklaras med påståendenas placering i enkäten. De två första påståendena var 1995 placerade betydligt tidigare i

enkäten jämfört med de två sista. År 2007 var samtliga fyra påståenden placerade på samma ställe i enkäten för respektive ämne. För båda åren var ordningsföljden mellan ämnen så att påståenden om biologi kom först och därefter kemi och sist fysik. Det visar sig också att bortfallet för båda åren är högst i fysik.

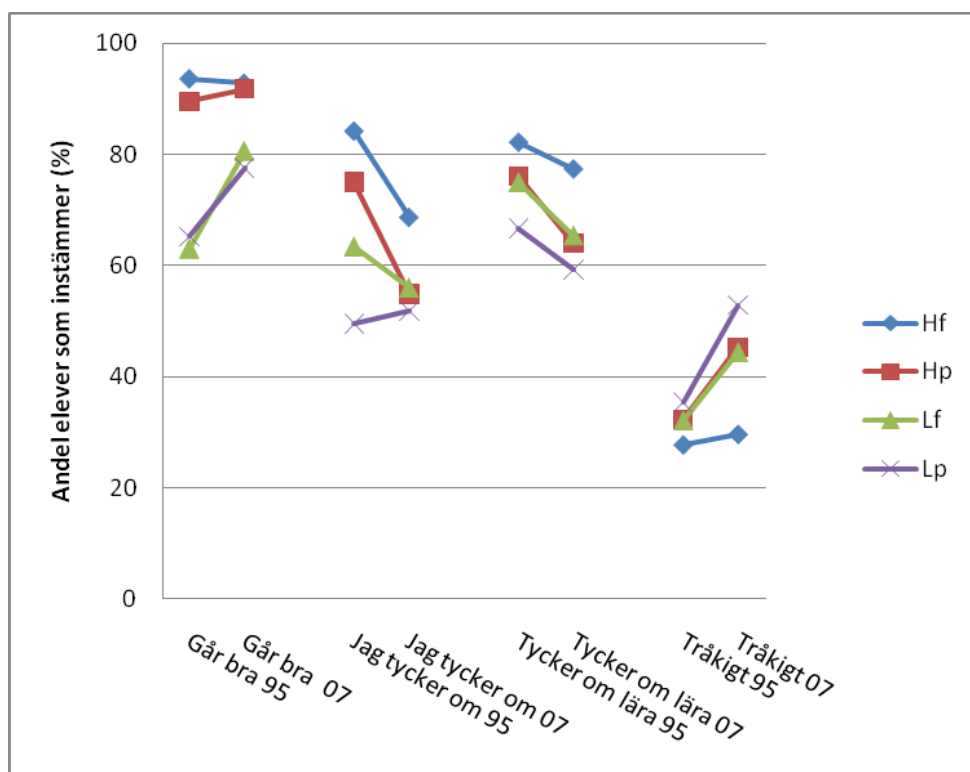
RESULTAT

Figur 1-3 visar andelen hög- och lågpresterande flickor och pojkar som instämmer i påståendena: 1. Det brukar gå bra för mig i biologi (fysik, kemi); 2. Jag tycker om biologi, fysik, kemi; 3. Jag tycker om att lära mig biologi (fysik, kemi); 4. Biologi (fysik, kemi) är tråkigt. I figurerna har frågorna förkortats enligt följande: 1. Går bra; 2. Jag tycker om; 3. Tycker om att lära; 4. Tråkigt. I figurerna används förkortningarna Hf för högpresterande flickor, Hp för högpresterande pojkar, Lf för lågpresterande flickor och Lp för lågpresterande pojkar. Siffervärden för andelen elever för de olika svarsalternativen, konfidensintervall och signifikanta värden anges i bilaga 1.

Figur 1 visar resultaten för biologi. Det har skett en tydlig förändring från 1995 till 2007 för påståendet "Det brukar gå bra för mig i biologi". För de lågpresterande eleverna har andelen som instämmer ökat medan den i stort sett är oförändrad för de högpresterande eleverna. Ökningen är 17,6 procentenheter för de lågpresterande flickorna och 12,3 procentenheter för de lågpresterande pojkarna. Figuren visar även att de högpresterande eleverna har en mindre positiv attityd till biologi 2007 jämfört med 1995. Andelen som instämmer i påståendet "Jag tycker om biologi" har minskat med 20,1 procentenheter för de högpresterande pojkarna och 15,5 procentenheter för de högpresterande flickorna. Andelen elever som instämmer i påståendet "Biologi är tråkigt" har



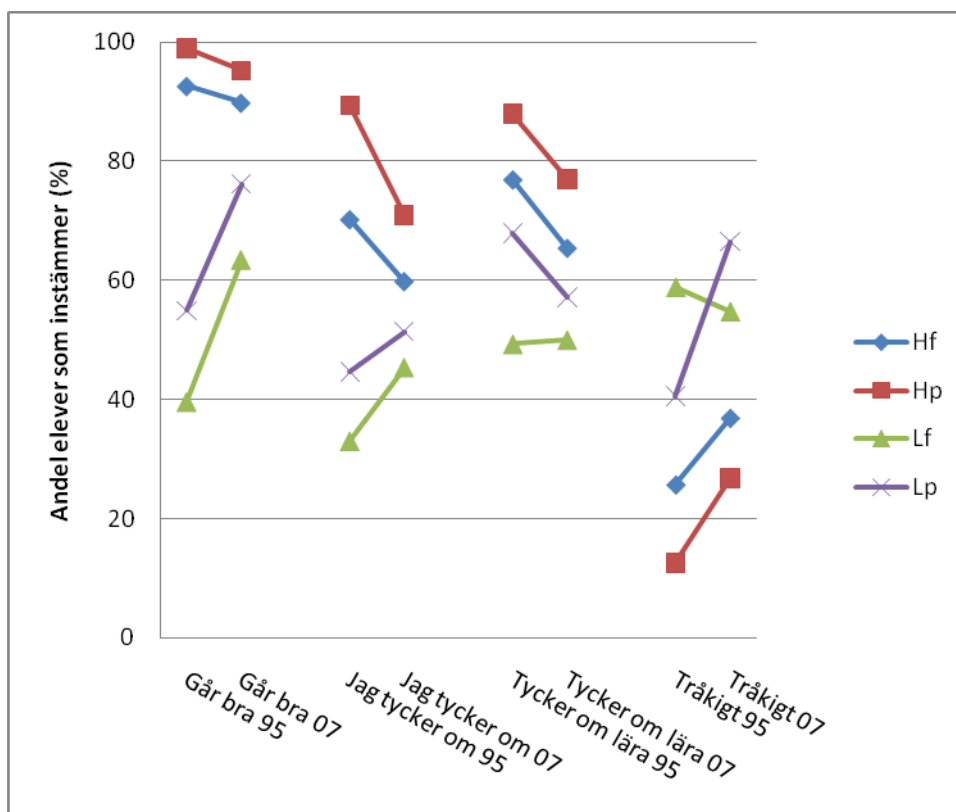
Figur 1. Andelen flickor och pojkar i olika prestationsgrupper som instämmer med påståendena om biologi 1995 och 2007.



Figur 2. Andelen flickor och pojkar i olika prestationsgrupper som instämmer med påståendena om fysik 1995 och 2007.

ökat för samtliga grupper utom för de högpresterande flickorna. Det är också noterbart att för tre av påståenden (Jag tycker om, Tycker om att lära, Tråkigt) är andelen som instämmer ungefär densamma för de högpresterande pojkarna som för de lågpresterande flickorna för år 2007. År 1995 gillade högpresterande pojkarna biologi i högre grad än de lågpresterande flickorna. För tre av fyra påståenden har skillnaderna mellan den grupp som är mest positiv och den som är minst positiv minskat. Det påstående som inte visar detta mönster är "Biologi är tråkigt". Till synes motsägande resultat visas för de lågpresterande pojkarna. Andelen som instämmer i påståendet "Jag tycker om biologi" har ökat samtidigt som andelen som instämmer i påståendet "Biologi är tråkigt" också har ökat.

För fysik visar resultatet (se figur 2) att en större andel av de lågpresterande eleverna, precis som i biologi, anser att det går bra för dem 2007 jämfört med 1995. Ökningen är ungefär 20 procentenheter för både flickor och pojkar (18,7 procentenheter för flickorna och 20,1 för pojkarna). En kraftig minskning av andelen som instämmer i påståendet "Jag tycker om fysik" kan man se för de högpresterande eleverna och då särskilt för pojkarna. Minskningen är för pojkarna 21,1 och för flickorna 13,5 procentenheter. För påståendet "Fysik är tråkigt" är det ingen större förändring för flickorna medan andelen som instämmer har ökat för pojkarna i båda prestationsgrupperna (8,9 procentenheter för högpresterande och 10,4 för lågpresterande). För samtliga påståenden har differensen mellan den grupp som är mest positiv och den som är minst positiv minskat från 1995 till 2007. Precis som för biologi är svaren för de lågpresterande pojkarna till påståendena "Jag tycker om fysik" och "Fysik är tråkigt" till synes motsägande. Det har skett en ökning för båda påståendena.



Figur 3. Andelen flickor och pojkar i olika prestationsgrupper, som instämmer med påståendena om kemi 1995 och 2007.

Figur 3 visar resultaten för kemi. Precis som för biologi och fysik har andelen som instämmer i påståendet "Det går bra för mig i kemi" ökat kraftigt för de lågpresterande eleverna (23,9 procentenheter för flickorna och 21,3 för pojkarna). En skillnad mellan låg- och högpresterande elever kan ses för påståendet "Jag tycker om kemi" där andelen som instämmer har ökat för de lågpresterande och minskat för de högpresterande. Minskningen är störst, 18,4 procentenheter, för de högpresterande pojkarna. Skillnaderna mellan den grupp som är mest positiv och den som är minst positiv har minskat från 1995 till 2007. Resultatet för frågorna "Jag tycker om kemi" och "Kemi är tråkigt" visar på samma sätt som för biologi och fysik ett till synes motsägande resultat med en ökning för båda påståendena.

Sammanfattning och jämförelse mellan ämnena

Både de högpresterande pojkarna och de högpresterande flickorna är mindre positiva till samtliga tre ämnen 2007 jämfört med 1995. Förändringen är störst för de högpresterande pojkarna. Noterbart är att det i kemi skett en fördubbling av andelen pojkar som tycker att ämnet är tråkigt.

Gruppen lågpresterande elever tycker att det går bättre för dem 2007 i alla tre ämnena jämfört med 1995. De största förändringarna gäller för de lågpresterande flickorna i kemi och fysik.

I fysik och kemi har skillnaderna mellan den grupp som är mest positiv och den som är minst positiv minskat från 1995 till 2007 och det gäller för samtliga påståenden. I biologi har skillnaderna minskat för tre av de fyra påståendena.

Resultaten för de lågpresterande pojkarna är för samtliga ämnen till synes motsägande då andelen som instämmer i båda påståendena ”Jag tycker om biologi/fysik/kemi” och ”Biologi/fysik/kemi är tråkigt” har ökat.

De högpresterande flickorna är mest positiva till biologi medan de högpresterande pojkarna är mest positiva till fysik och kemi. Detta gäller för båda åren.

DISKUSSION

Att tolka resultatet från denna studie måste göras med försiktighet. En kritisk aspekt är att de elever som deltar kanske inte är motiverade att besvara kunskapsfrågorna seriöst eftersom resultaten inte påverkar deras betyg (Wise & DeMars, 2003). Det skulle kunna innebära att de elever, som i den här studien har definierats som låg- respektive högpresterande inte är desamma som de skulle vara, om betyg eller andra provresultat hade använts. Eklöf (2006) visar dock att motivationen hos de svenska elever som deltog i TIMSS 2003 överlag var god och att eleverna var välmotiverade och ville göra sitt bästa. För två påståenden i enkäten var det 1995 ingen uppdelning mellan fysik och kemi vilket är en brist när förändringen av elevernas attityder till dessa ämnen diskuteras. Det kan naturligtvis också diskuteras om man hade fått andra resultat om frågorna hade formulerats på annat sätt. Resultaten ska tolkas mot denna bakgrund.

I undersökningen har framkommit att elevernas attityder till biologi, fysik och kemi har förändrats vad gäller vissa aspekter, men att det övergripande mönstret i attityderna består. För båda åren är de högpresterande flickorna mest positiva till biologi och de högpresterande pojkarna mest positiva till fysik och kemi. De förändringar som undersökningen visar är att de lågpresterande eleverna anser att det går bättre för dem i biologi, fysik och kemi år 2007 jämfört med 1995. Det har emellertid överlag skett en minskning av andelen elever som har en positiv attityd till skolämnen biologi, fysik och kemi, och det gäller framför allt för de högpresterande eleverna och för pojkarna. Skillnaderna mellan den grupp som är mest positiv och den som är minst positiv har alltså minskat. Resultaten visar också en viss motsägelse när det gäller förändringen av andelen elever som instämmer i påståendet att ”Jag tycker om biologi/fysik/kemi” och påståendet ”Biologi/fysik/kemi är tråkigt”. En förklaring kan vara att påståendena har olika formulering. I det första påståendet är det klart att det är elevens egna åsikter om ämnen som mäts medan det andra påståendet handlar om ämnet i sig.

Vad kan då vara möjliga förklaringar till ovan beskrivna förändringar? I en rapport från Skolverket (2009) konstateras att flera skolreformer genomfördes vid 1990-talets början. Kommunerna övertog huvudmannaskapet för skolan och inom kommunerna skedde ytterligare decentralisering till skolorna. Nya statliga styrdokument trädde i kraft. Dessa syftade till professionellt ansvarstagande och lämnade stort utrymme för lärarens egna tolkningar av hur undervisningen lämpligast bör genomföras. Även betygssystemet har förändrats. Möjligheten för elever och föräldrar att välja skola utökades och antalet friskolor växte. I en rapport från Skolverket (2008b) konstateras att arbetet i mindre grupper har blivit vanligare, att lärarna lämnar över mer ansvar till eleverna för planeringen av undervisningen och att lärarna gav färre läxor 2003 jämfört med 1995. Sammantaget så innebär de förändringar som skett i skolan sedan i början av 1990-talet att eleverna i mindre utsträckning får ta del av lärarens kompetens (Skolverket, 2009). Dessa faktorer skulle kunna vara orsaker till att de högpresterande eleverna blivit mindre stimulerade och därmed fått en mindre positiv attityd till de naturvetenskapliga ämnena. Kan dessa faktorer också kopplas till resultatet att de lågpresterande eleverna anser att de går bättre för dem 2007 jämfört med 1995 och att det är mindre skillnader mellan olika prestationsgrupper? Ytterligare en aspekt, som kan bidra till att förklara varför de lågpresterande anser att det går bättre för dem i både matematik och naturvetenskap i TIMSS är att de lågpresterandes resultat har försämrats mindre än de högpresterandes (Skolverket, 2008a).

Resultatet från den här studien visar att det övergripande mönstret, att pojkar har en positivare attityd till fysik och flickor till biologi kvarstår. Olika faktorer nämns för att förklara detta mönster: flickor och pojkar behandlas olika i klassrummet (She, 1999); läroböckerna riktar sig mer till pojkar än till flickor när det gäller fysik och kemi (Elgar, 2004; Benckert & Staberg, 1988), flickorna har lägre självförtroende i fysik (Andre, Whighman, Hendrickson & Chambers, 1999), föräldrar har olika förväntningar på flickor och pojkar (Andre et al., 1999).

En tydlig förändring från 1995 till 2007 är att de högpresterande pojkarna har en mindre positiv attityd till samtliga ämnen men tydligast till fysik. Det resultatet är intressant att diskutera utifrån begreppet "antipluggkultur" (efter engelskans uncool to work) som redovisas av flera forskare både nationellt och internationellt (Wernersson, 2010; Jackson & Dempster, 2009). Att arbeta hårt i skolan ses som oförenligt med en "cool" maskulinitet. Som pojke får man lyckas och prestera bra men det ska ske utan ansträngning (Holm, 2008; Jackson & Dempster, 2009). Begreppet antipluggkultur kopplades ursprungligen ihop med arbetarklasspojkar i England men idag finns det beskrivet även för andra grupper av pojkar (Wernersson, 2010). Kan förändringen av de högpresterande pojkarnas attityder vara en spegling av "antipluggkulturen"?

Ytterligare en förklaring kan sökas i ungdomars konstruktion av sin identitet, vem vill de vara och vem vill de bli? (Brickhouse, Lowery, & Schultz, 2000; Schreiner, 2006, Sfard & Prusak, 2005). Schreiner & Sjöberg (2005) frågar varför ungdomar, och då framförallt flickor, idag inte vill arbeta inom området naturvetenskap och teknik trots att de anser att ämnena är viktiga för samhället. Ett tänkbart svar är att flickor inte verkar vilja ha den identitet som följer med att vara ingenjör eller forskare. De identifierar sig i större utsträckning med yrkesroller som är kopplade till kreativitet och som har med människor att göra och de ser tydligen inte forskare och ingenjörer som sådana yrken. Pekar resultaten från den här studien på att även pojkars attityder till naturvetenskap har förändrats så att de i mindre utsträckning identifierar sig med yrken som är kopplade till naturvetenskap och teknik?

Den sammanfattande bilden att gapet har minskat mellan hög- och lågpresterande elever kan bero på flera av de faktorer som nämnts ovan, förändringar i skolan såsom mer individualisering och färre läxor men också på förändringar i samhället som har påverkat ungdomars identitetsskapande. Utifrån dessa resultat vore det intressant att gå vidare för att se vilken betydelse dessa olika faktorer kan ha. En möjlighet vore att undersöka hur lärarna uppfattar att undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena och elevernas attityder till dessa förändrats under tidsperioden.

Ett varmt tack till fil. dr Eva Silfver, Umeå universitet, för läsning och kloka kommentarer.

BILAGA 1

Tabell 3. Andelen högpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om biologi 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Högpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i biologi	93,6 (0,89-0,99)	89,5 (0,83-0,96)	0,306	92,8 (0,90-0,96)	91,8 (0,88-0,95)	0,688
Jag tycker om biologi	84,2 (0,77-0,92)	75,0 (0,66-0,84)	0,114	68,7 (0,63-0,75)	54,9 (0,49-0,61)	0,002 **
Jag tycker om att lära mig biologi	82,2 (0,74-0,90)	76,1 (0,67-0,85)	0,309	77,4 (0,72-0,83)	64,0 (0,58-0,70)	0,001 **
Biologi är tråkigt	27,8 (0,19-0,37)	32,3 (0,23-0,42)	0,509	29,7 (0,24-0,36)	45,3 (0,39-0,51)	0,000 ***

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabell 4. Andelen lågpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om biologi 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Lågpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i biologi	63,0 (0,53-0,73)	65,2 (0,56-0,75)	0,759	80,6 (0,75-0,85)	77,5 (0,72-0,83)	0,428
Jag tycker om biologi	63,4 (0,54-0,73)	49,5 (0,39-0,60)	0,056	56,0 (0,49-0,63)	51,8 (0,45-0,58)	0,384
Jag tycker om att lära mig biologi	75,0 (0,66-0,84)	66,7 (0,59-0,79)	0,235	65,4 (0,72-0,59)	59,3 (0,53-0,66)	0,189
Biologi är tråkigt	32,1 (0,22-0,43)	35,4 (0,25-0,46)	0,081	44,4 (0,38-0,51)	52,9 (0,48-0,59)	0,079

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabell 5. Andelen högpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om fysik 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Högpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i fysik	92,6 (0,87-0,98)	99,0 (0,97-1,00)	0,028 *	91,8 (0,88-0,95)	94,2 (0,91-0,97)	0,298
Jag tycker om fysik	70,2 (0,61-0,79)	89,4 (0,83-0,95)	0,001 **	56,7 (0,50-0,63)	68,3 (0,62-0,74)	0,009 **
Jag tycker om att lära mig fysik	63,6 (0,53-0,73)	90,0 (0,83-0,98)	0,000 ***	61,7 (0,55-0,68)	74,2 (0,68-0,80)	0,004 **
Fysik är tråkigt	38,6 (0,28-0,49)	22,2 (0,14-0,31)	0,017 *	37,5 (0,31-0,44)	31,1 (0,25-0,37)	0,144

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabell 6. Andelen lågpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om fysik 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Lågpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i fysik	39,6 (0,30-0,50)	54,9 (0,45-0,65)	0,038 *	58,3 (0,51-0,65)	75,0 (0,69-0,81)	0,000 ***
Jag tycker om fysik	33,0 (0,23-0,43)	44,6 (0,34-0,55)	0,107	29,5 (0,23-0,36)	47,9 (0,41-0,55)	0,000 ***
Jag tycker om att lära mig fysik	36,6 (0,25-0,44)	52,6 (0,44-0,64)	0,051	36,1 (0,29-0,43)	52,1 (0,45-0,59)	0,002 **
Fysik är tråkigt	62,9 (0,52-0,74)	55,4 (0,44-0,67)	0,363	63,3 (0,56-0,70)	65,8 (0,59-0,73)	0,610

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabell 7. Andelen högpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om kemi 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Högpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i kemi	92,6 (0,87-0,98)	99,0 (0,97-1,00)	0,028 *	89,8 (0,86-0,94)	95,2 (0,93-0,98)	0,024 *
Jag tycker om kemi	70,2 (0,61-0,79)	89,4 (0,83-0,96)	0,001 **	59,8 (0,54-0,66)	71,0 (0,65-0,77)	0,010 *
Jag tycker om att lära mig kemi	76,9 (0,68-0,86)	87,9 (0,81-0,95)	0,052	65,4 (0,59-0,72)	77,0 (0,72-0,82)	0,005 **
Kemi är tråkigt	25,6 (0,17-0,35)	12,5 (0,06-0,19)	0,024 *	36,8 (0,31-0,43)	26,8 (0,21-0,32)	0,019 *

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tabell 8. Andelen lågpresterande pojkar och flickor som instämmer i påståenden om kemi 1995 och 2007 i procent samt inom parentes anges 95% konfidensintervall.

Lågpresterande	1995			2007		
	Flickor	Pojkar	p-värde	Flickor	Pojkar	p-värde
Det brukar gå bra för mig i kemi	39,6 (0,30-0,50)	54,9 (0,45-0,65)	0,038 *	63,5 (0,57-0,70)	76,2 (0,71-0,82)	0,004 **
Jag tycker om kemi	33,0 (0,23-0,43)	44,6 (0,34-0,55)	0,107	45,4 (0,39-0,52)	51,4 (0,45-0,58)	0,219
Jag tycker om att lära mig kemi	49,3 (0,38-0,61)	67,9 (0,58-0,78)	0,020 *	50,0 (0,43-0,57)	57,1 (0,50-0,64)	0,142
Kemi är tråkigt	58,9 (0,48-0,70)	40,5 (0,29-0,52)	0,026 *	54,8 (0,48-0,62)	66,5 (0,60-0,73)	0,014 *

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

REFERENSER

- Andre, T., Whigham, M., Hendrickson, A., & Chambers, S. (1999). Competency beliefs, positive affect and gender stereotypes of elementary students and their parents about science versus other subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 719-747.
- Barmby, P., Kind, P., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30 (8), 1075-1093.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, LV. S., Gonzales, E. J., Smith, T. A., & Kelly, D. L. (1996a). *Mathematics Achievement in the Middle School Years. IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, LV. S., Gonzales, E. J., Smith, T. A., & Kelly, D. L. (1996b). *Science Achievement in the Middle School Years. IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Center for Study Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Benckert, S., & Staberg, E-M. (1988). *Riktar sig läroböckerna i NO-ämnen mer till pojkar än till flickor? - granskning av några läroböcker i naturorienterande ämnen*. Stockholm: SÖ
- Breakwell, G. M. & Robertson, T. (2001). The gender gap in science attitudes, parental and peer influences: Changes between 1987-88 and 1997-98. *Public Understanding of Science*, 10 (1), 71-82.
- Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- Brotman, J., & Moore, F. (2008). Girls and Science: A review of Four Themes in the Science Education Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002.
- Cliffordson, Christina & Berndtsson, Åsa (2007). *Samband mellan betyg i gymnasieskolan och prestationer i högskolan*. Stockholm: Högskoleverket.
- Dawson, C. (2000). Upper primary boys' and girls' interest in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22(6), 557-570.
- Elgar, A.G. (2004). Science textbooks for lower secondary schools in Brunei: Issues of gender equity. *International Journal of Science Education*, 26(7), 875-894.
- Eklöf, H. (2006). *Motivational beliefs in the TIMSS 2003 context: Theory, measurement and relation to test performance*. Umeå universitet, Institutionen för betendevetenskapliga mätningar.
- EU, (2004). *Europe needs more scientists! Brussels: European Commission, Directorate-General for Research, High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe*. http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf.
- George, R. (2000). Measuring Change in Students' Attitudes Toward Science Over Time: An Application of Latent Variable Growth Modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 9(3), 213-225.
- Holm, A.-S. (2008). *Relationer i skolan. en studie av feminiteter och maskuliniteter i år 9*. Göteborg: Göteborgs universitet, Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Jackson, C. & Dempster, S. (2009). 'I sat back on my computer...with a bottle of whisky next to me': constructing 'cool' masculinity through 'effortless' achievement in secondary and higher education. *Journal of Gender Studies*, 18(4), 341-356.
- Kind, P., Jones, K. & Barmby, P. (2007). Developing Attitudes towards Science Measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893.
- Martin, M. O. & Kelly, D. L. (1996). *TIMSS Technical Report, Volume I: Design and Development*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Nieswandt, M. (2005). Attitudes toward science: A review of the field. In S. Alsop, (ed.) *Beyond Cartesian dualism: encountering affect in the teaching and learning of science*. (pp. 41-52). Dordrecht: Springer.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Schreiner & Sjöberg (2005). Et meningsfullt naturfag for dagens ungdom. *Nordina*, 2, 18-35.

- Schreiner (2006). *Exploring a rose-garden. Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. Doktorsavhandling. University of Oslo, Faculty of Education.
- Sfard, A. & Prusak, A. (2005). Telling Identities: In Search of an Analytic Tool for Investigating Learning as a Culturally Shaped Activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14-22
- She, H. (1999). Students' knowledge construction in small groups in the seventh grade biology laboratory: Verbal communication and physical engagement. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1051-1066.
- Skolverket (1996). *TIMSS. Svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Rapport nr 114. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2008a). *TIMSS 2007 -huvudrapport Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Rapport 323. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2008b). *Vad händer i no-undervisningen?. En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterande ämnen i svensk grundskola 1992–2008*. <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2121>
- Skolverket (2009). *Vad påverkar resultaten i svensk grundskola? Kunskapsöversikt om betydelsen av olika faktorer*. Stockholm: Skolverket.
- SOU 2010:28. *Vändpunkt Sverige– ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT*. Stockholm: Fritzes.
- Stenhag, S. 2010. *Betyget i matematik. Vad ger grundskolans matematikbetyg för information?* Acta Universitatis Upsaliensis. *Studia didactica Upsaliensia* 3. Uppsala.
- Utbildningsdepartementet (2008). Teknikdelegation. Dir. 2008:96.
- Wernersson, I. (2010). *Könsskillnader i skolprestationer – idéer om orsaker* (SOU 2010:51). Stockholm: Fritzes
- Wise, S. L., & DeMars, C. E. (2003). *Examinee motivation in low-stakes assessment: Problems and potential solutions*. Paper presented at the annual meeting of the American Association of Higher Education Assessment Conference, Seattle, WA.

Carl Angell har doktorgrad i realfagsdidaktikk. Han har undervist i fysikk og matematikk i den videregående skolen i mange år. Siden 1988 har han vært ansatt på Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt på Universitetet i Oslo der han har drevet etter- og videreutdanning for lærere og vært engasjert i en rekke forskningsprosjekter i fysikkdidaktikk. Han har vært sterkt engasjert både nasjonalt og internasjonalt i TIMSS for fysikkspesialister i 1995 og nå TIMSS Advanced.

Svein Lie har doktorgrad i kjernefysikk. Han har i mange år undervist i fysikk og matematikk i videregående skole, og har siden 1990 vært ansatt ved ILS på Universitetet i Oslo, der han er professor i naturfagdidaktikk ved enheten EKVA (Enhet for kvantitative utdanningsanalyser). Han har i mange år arbeidet med målinger av elevenes kunnskaper og holdninger og har spilt sentrale roller i de store undersøkelsene PISA, TIMSS og TIMSS Advanced både nasjonalt og internasjonalt.

Anubha Rohatgi har master grad i fysikk samt en bachelor grad i Education og har undervist i fysikk, kjemi og matematikk i den videregående skolen. Siden 2006 har hun vært ansatt ved Enhet for kvantitative utdanningsanalyser ved ILS på Universitetet i Oslo og har arbeidet med TIMSS Advanced og Osloprøven i naturfag.

CARL ANGELL

Universitetet i Oslo
carl.angell@fys.uio.no

SVEIN LIE

Universitetet i Oslo
svein.lie@ils.uio.no

ANUBHA ROHATGI

Universitetet i Oslo
anubha.rohatgi@ils.uio.no

TIMSS Advanced 2008: Fall i fysikk-kompetanse i Norge og Sverige

Abstract

TIMSS Advanced 2008 is an international comparative study, and deals with examining student achievement in mathematics and physics in the final year at upper secondary school. The theme of this article is to look at how Norwegian and Swedish students performed in physics in 2008 compared to the study conducted in 1995. The results from the TIMSS Advanced study provide an unambiguous picture. There is a significant decline in the performance in physics since the previous study in 1995 for both Norwegian and Swedish students. One important reason is related to the generally low level of results in science and mathematics at all levels in schools as shown by the downward trend for students in lower grades. The decline in physics performance can thus be explained by the fact that students with significantly weaker skills than before in mathematics and science come into upper secondary school. Lack of knowledge of basic arithmetic and algebra seems to be a contributing factor for this downwards trend in physics at upper secondary school level.

INNLEDNING

TIMSS Advanced 2008 (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal sammenliknende studie i regi av den internasjonale organisasjonen International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), og den handler om matematikk og fysikk i det siste året i videregående skole (Mullis, Martin, Robitaille, & Foy, 2009). Prosjektets mål og perspektiver er beskrevet i et eget rammeverk (Garden et al., 2006). Studien er en oppfølging av

en tilsvarende TIMSS-undersøkelse som ble gjennomført i 1995, og de internasjonale resultatene herfra ble rapportert i Mullis et al. (1998).

Det var ni land som deltok i fysikkdelen av TIMSS Advanced i 2008: Armenia, Iran, Italia, Libanon, Nederland, Norge, Russland, Slovenia og Sverige. Deltakerlandene er forskjellige både når det gjelder elevens alder og andelen av årskullet som tar fysikk. I denne artikkelen vil vi studere norske resultater (se Lie, Angell, & Rohatgi, 2010) og gi en mer detaljert sammenlikning med Sverige (se Skolverket, 2009) som også deltok i TIMSS 1995. Det viktigste er altså at vi kan sammenlikne norske og svenske resultater med resultatene fra 1995. De norske og svenske resultatene fra 1995 er rapportert i henholdsvis Angell, Kjærnsli, & Lie (1999) og Skolverket (1998). Denne sammenlikningen kan vi gjøre fordi en rekke oppgaver har vært holdt hemmelig slik at de har kunnet bli brukt igjen i identisk form.

Når vi bruker begrepet fysikk-kompetanse (og i tittelen "fall i fysikk-kompetanse"), mener vi den kompetansen vi kan måle med data fra TIMSS Advanced. En kan selvsagt si at å ha god kompetanse i fysikk må bety mer enn å kunne løse oppgaver gitt i TIMSS. Dolin (2002) har foreslått at en kompetansebeskrivelse i fysikk må inneholde noe om at elevene skal kunne utøve fysikkfaglig tankegang, resonnere fysikkfaglig, planlegge og utføre eksperimenter, analysere modeller, arbeide med forskjellige representasjoner av fysiske fenomener, kunne kommunisere om fysikk, kunne kritisk vurdere fysikkens arbeider og resultater og kunne vurdere fysikkens verdinormer. Vi kan selvsagt ikke måle alle disse aspektene i en skriftlig test. Men for å svare på oppgaver i TIMSS Advanced må elevene være kjent med temaene som blir testet, og de må kunne bruke ulike kognitive ferdigheter. De må ha *kjennskap* til grunnleggende begreper og symboler, de må kunne *anvende* sin kunnskap til å løse problemer, og de må kunne *resonner*e og argumentere når de løser oppgaver.

Temaet for denne artikkelen er altså å beskrive elevenes *fysikk-kompetanse* slik den er målt i TIMSS Advanced 2008, samt å sammenlikne med resultatene fra 1995 og belyse noen faktorer som synes å ha sammenheng med endringen i prestasjoner. Og resultatene fra TIMSS Advanced gir et utvetydig bilde: Fysikk-kompetansen hos norske og svenske elever har hatt en betydelig nedgang i perioden fra 1995 til 2008. Hovedspørsmålet i denne artikkelen er derfor: Hvordan kan denne nedgangen forklares?

METODE

Elevene i utvalget i TIMSS Advanced representerer hele populasjonen av fysikkelever. I Norge vil det si alle elever som tok kurset 3FY i våren 2008, og i Sverige var det de elevene som fulgte Fysik B. Elevene ble trukket ut på en slik måte at alle i populasjonen hadde en viss kjent sannsynlighet for å bli utvalgt. Denne sannsynligheten var ikke nødvendigvis den samme for alle, og ved beregninger må elevene tillegges ulik vekt for å oppnå en god representativitet. I Norge deltok 101 skoler med 1642 elever. I Sverige var det 121 skoler med 2291 elever.

I fysikktesten ble det brukt fire forskjellige oppgavehefter med kombinasjoner av til sammen 73 oppgaver, 44 flervalgsoppgaver og 29 åpne oppgaver. En rekke trendoppgaver har som nevnt gjort det mulig å sammenlikne resultatene i 2008 med resultatene i 1995. I testen for fysikkspesialistene ble det regnet ut skårverdier ved hjelp av en IRT-modell (Item Response Theory), en metode som tillater at ikke alle elevene har fått de samme oppgavene. Skårverdiene er da regnet ut på bakgrunn av de oppgavene elevene har fått, og hvilke de har besvart riktig. På denne måten fikk hver elev tilegnet en internasjonalt standardisert skår. Det internasjonale gjennomsnittet for 1995-undersøkelsen ble satt til 500 poeng og standardavviket til 100 poeng. Ved hjelp av resultatene på de felles trendoppgavene er så 2008-dataene standardisert *langs den samme skalaen*. Det innebærer at prestasjonsmålene kan sammenliknes direkte. Framgang og tilbakegang framstår så enkelt som differansen mellom de to gjennomsnittsverdiene.

For å kunne "rette" de åpne oppgavene ble det utviklet en kodeguide for registrering av elevsvar i alle land. Kriteriene for de ulike kodene måtte være presise for å sikre høy overensstemmelse blant de som rettet. Et av målene med TIMSS Advanced er å få innsikt i elevers kunnskap om og forståelse av viktige begreper innen sentrale områder i matematikk og fysikk. For å få innsikt i hvordan elevene har tenkt, hvilke løsningsstrategier de har brukt, og eventuelle alternative forestillinger var det viktig at oppgavene ikke bare ble kodet for riktig/galt. For å ivareta den diagnostiske informasjonen som elevenes svar gir, ble det brukt et tosifret kodesystem for hver oppgave. Den norske prosjektgruppen i TIMSS 1995 bidro i utgangspunktet sterkt til å utvikle dette systemet (Angell, 1996; Angell, Kjærnsli, & Lie, 2000; Lie, Taylor, & Harmon, 1996). Det første sifferet forteller hvor mange poeng svaret er "verdt", eller graden av riktighet. Det andre sifferet referer til typer av svar, for eksempel hvilke tanker elevene synes å ha om et begrep, hvilke metoder de har brukt i løsningen, eller hvilke karakteristiske feil de har gjort.

For å belyse noen av de bakgrunnsfaktorene som kan ha betydning for elevprestasjoner i fysikk, ble det utviklet spørreskjemaer til både elever, lærere og skoleledere (TIMSSQuestionnaires, 2009).

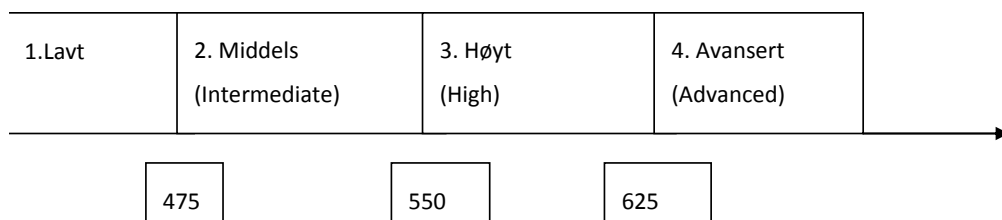
I en studie som TIMSS Advanced er det svært viktig at dataene er av høy kvalitet. En omfattende kvalitetskontroll har funnet sted, alle trinn i kvalitetssikringen er behørig beskrevet, og omfang og betydningen av dem analysert og rapportert. Det er publisert en internasjonal teknisk rapport som dokumenterer alt dette i detalj (Arora, Foy, Martin, & Mullis, 2009).

HOVEDRESULTATER I FYSIKK

Norge befinner seg blant de landene som har oppnådd de høyeste gjennomsnittsskårene. Bare nederlandske elever skårer signifikant høyere enn norske elever. Nederland framstår imidlertid med et mer "elitistisk" utvalg av elever når det gjelder fysikk i videregående skole (3,4 prosent av årskullet). Svenske elever representerer derimot et større elevutvalg enn de andre landene (11 prosent av årskullet), og de skårer omtrent som det "skalerte" gjennomsnittet. I Norge utgjør fysikk-kelevene 6,8 prosent av årskullet.

Kompetansenivåer

Den internasjonale skalaen for prestasjoner på fysikkprøven er, som nevnt, standardisert slik at gjennomsnittet internasjonalt i 1995 er 500 poeng og standardavviket 100 poeng. Tre nivågrenser, såkalte *international benchmarks*, er satt langs denne skalaen med intervaller på 75 poeng, nemlig ved 475, 550 og 625 poeng. Det deler elevene inn i fire intervaller eller "nivåer". Figur 1 illustrerer de tre nivågrensene og de tilhørende fire nivåene.



Figur 1. Nivåer og nivågrenser for fysikk-kompetanse i TIMSS Advanced

Fordelingen av elever på hvert av disse nivåene i et land er en fin måte å diskutere den samlede fysikk-kompetansen på. For å gjøre dette vil vi først definere hver av disse nivågrensene. Det innebærer at man ved hjelp av oppgavenes krav til kompetanse og hvilke elever som klarer å besvare disse oppgavene, kan beskrive hva som kjennetegner elever som når en bestemt nivågrense. Ved å analysere dette i detalj og sette bestemte kriterier for hva som menes med å "mestre" en bestemt

oppgave, har man oppnådd at skalaen ikke bare er en normbasert skala, men knyttet til, eller ”forankret” til beskrevet kompetanse ved tre nivågrenser (se også Kelly, 1999; Mullis, et al., 2009). For eksempel er høyt nivå beskrevet som følger:

Elevene kan anvende lover i mekanikk, bevarelse av energi, samt om energioverganger til å løse problemer som involverer vertikal sirkelbevegelse, sammenpressing av fjær, snorstramming og støt. De kan anvende Ohms og Joules lover til å løse enkle problemer, og de kan identifisere egenskaper ved bevegelser til ladde partikler i elektriske og magnetiske felt. Elevene kan også anvende kunnskap om relative størrelser av et atom og dets atomkjerne, og de kan løse problemer som involverer halveringstid for en radioaktiv isotop. De kan også anvende grunnleggende kunnskap om varmekapasitet og relatere ulike typer av elektromagnetisk stråling til temperaturen til legemet strålingen kommer fra, og de kan demonstrere en forståelse for fenomenet lydbølger.

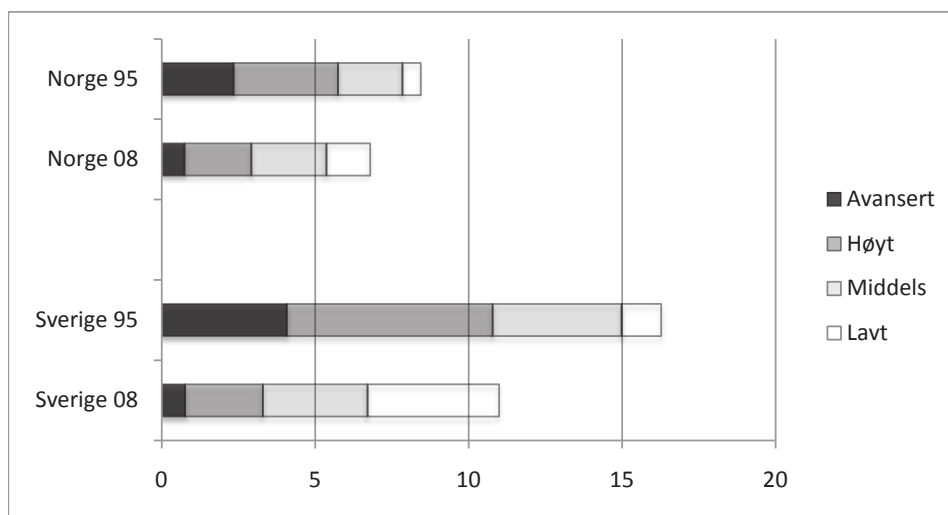
Alle kompetansemålene finnes i original formulering på engelsk i Mullis et al. (2009) og på norsk i Lie et al. (2010).

Sammenlikninger med TIMSS 1995

Et sentralt tema i denne artikkelen er: Hvordan presterer norske og svenske fysikkelever nå i forhold til i 1995? Som vi ser av tabell 1, er det en kraftig tilbakegang i prestasjoner i Norge og Sverige kombinert med en nedgang i andelen av årskullet som har valgt fysikk. I begge landene er ”fysikkspesialistene” altså blitt færre, og de framstår også med betydelig dårligere kompetanse.

Tabell 1 Trend-data for Sverige og Norge

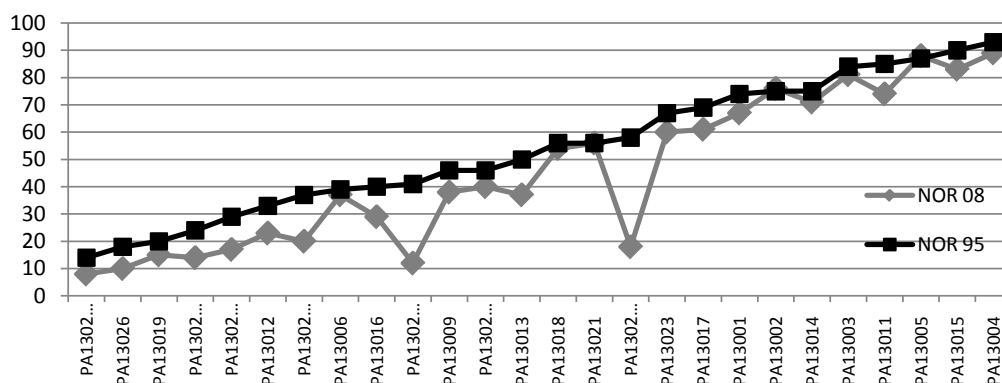
	Andel av årskullet i 1995	Andel av årskullet i 2008	Gjennomsn. skår 1995	Gjennomsn. skår 2008	Endring (standardfeil)
Norge	8,4 %	6,8 %	581	534	- 47 (7)
Sverige	16 %	11 %	578	497	- 81 (7)



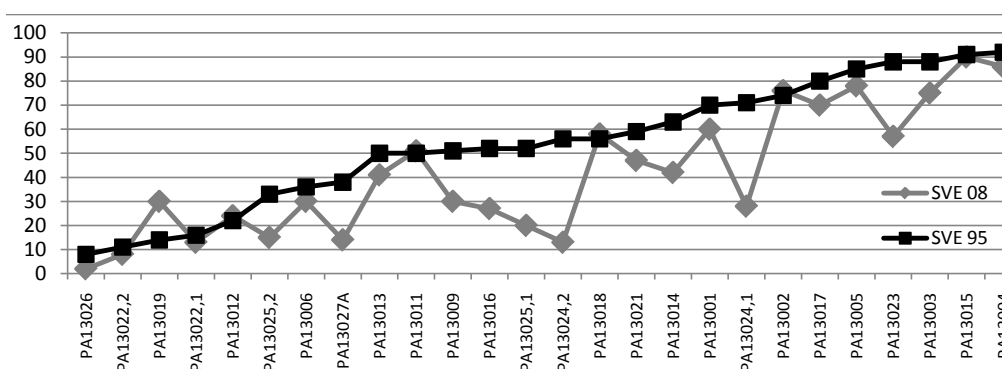
Figur 2 Prosentfordeling på kompetansenivåer for årskullet for Norge og Sverige i 1995 og 2008 (Feilmarginer for hvert nivå er av størrelsesorden 0,1-0,5 prosentpoeng.)

Figur 2 illustrerer situasjonen for hele elevkullet i de to landene. Og vi ser også på denne måten at situasjonen har endret seg dramatisk til det verre i begge landene, uansett hvilket nivå vi er opptatt av. Her vil vi spesielt peke på at andelen av årskullet i Norge på *Avansert* nivå i fysikk har gått ned fra 2,4 til 0,7 %. Og videre er andelen på minst Høyt nivå (*Avansert* og *Høyt* nivå til sammen) omtrent halvert. I Sverige har utviklingen vært enda verre. Der har andelen av årskullet på *Avansert* nivå i fysikk gått ned fra 4 til 0,8 %, og andelen på minst *Høyt* nivå har sunket til omtrent tredelen.

Når det gjelder hver enkelt oppgave, ser vi av figurene 3 og 4 at det har vært en nedgang for så godt som hver eneste oppgave fra 1995 til 2008 når det gjelder andel riktige svar i Norge og Sverige. Noen få av trendoppgavene viste seg å ikke fungere tilfredsstillende, og de er ikke med her eller i beregningen av fysikkskåren. Topoengsoppgaver er framstilt som to oppgaver, én for prosentandelen som klarte det første poenget, og én for andelen som *tillegg* fikk det andre poenget.



Figur 3 Prosent riktige svar i Norge for hver av oppgavene som forekom både i 1995 og i 2008. Oppgavene er sortert etter fallende vanskegrad i 1995. (Feilmarginer både i 1995 og i 2008 er omkring 5 prosentpoeng.)



Figur 4 Prosent riktige svar i Sverige for hver av oppgavene som forekom både i 1995 og i 2008. Oppgavene er sortert etter fallende vanskegrad i 1995. (Feilmarginer både i 1995 og i 2008 er omkring 5 prosentpoeng.)

Det mest påfallende vi kan slutte fra disse to figurene, er at det dreier seg om en *generell* nedgang i kompetanse, og at eventuell ulik vektlegging av fagstoff eller oppgavetyper vanskelig kan være en forklaring. Nedgangen på ett område synes *ikke* å være oppveid ved framgang på et annet. Vi synes derfor å stå overfor en nødvendig erkjennelse av at norske og svenske "fysikkspesialister" i tillegg til å ha blitt færre har blitt generelt sett betydelig svakere faglig. Det dreier seg om en nedgang på omtrent et halvt standardavvik for Norges vedkommende og enda mer for Sveriges.

I Norge er det særlig én oppgave som skiller seg ut ved at elevene svarer veldig mye dårligere i 2008 enn i 1995, og i Sverige er det to slike oppgaver. Begge disse oppgavene er åpne og gir maksimalt 2 poeng. De framkommer derfor i figurene som "to" oppgaver, én for prosentandelen som klarte det første poenget, og én for andelen som *i tillegg* fikk det andre poenget. Den ene oppgaven er felles for de to landene og handler om fotoelektrisk effekt (PA13025,1 og 2). Den andre handler om krefter på en ladd partikkel i et elektrisk felt (PA13024,1 og 2). Begge krever at elevene kan "oversette" det beskrevne fysiske fenomenet til matematiske uttrykk og regne med disse uttrykkene.

Kjønnsforskjeller i fysikkprestasjoner

Tabell 2 Jenteandel og kjønnsforskjeller i testskår (i guttenes favør) samt andel av årskullet for hvert kjønn

	Andel jenter	Differanse i testskår (Standardfeil)	Andel av årskullet for jenter	Andel av årskullet for gutter
Norge	29 %	25 (6)	3,9 %	9,7 %
Sverige	35 %	9 (6)	7,7 %	14 %

Tabell 2 inneholder noen nøkkeltall for en sammenlikning av kjønnsforskjeller mellom Norge og Sverige. Her er prestasjonsforskjellene mellom kjønn vist sammen med både jenteandelen i prosent og andelen av årskullet som tar fysikk for hvert kjønn for seg. Som det framgår av tabell 2, framstår Sverige på begge måter med en bedre kjønnsbalanse enn Norge. I Norge er bare 29 % av fysikkelevne jenter, noe som svarer til 3,9 % av årskullet av jenter, mens andelen for guttene er 9,7 %. Det er altså godt over dobbelt så mange gutter som jenter som velger 3FY i Norge, og i tillegg skårer guttene gjennomsnittlig bedre enn jentene. Det betyr for eksempel at av alle norske elever på avansert nivå er bare omtrent 15 % av dem jenter. De virkelige fysikkspesialistene på høyt nivå er altså en svært maskulin elevgruppe. Det ligger åpenbart mange utfordringer her når det gjelder en bedre kjønnsbalanse i videre studier og yrker.

Vi ser også fra tabell 2 at selv om kjønnsbalansen er bedre i Sverige enn i Norge, er det også der en betydelig større andel av årskullet av gutter som tar fysikk enn av jenter som tar fysikk. Imidlertid er gjennomsnittlig testskår for gutter og jenter omtrent like i Sverige (forskjellen på 9 poeng i guttenes favør er ikke signifikant). Også når vi ser på forskjellen mellom jenter og gutter på de ulike kompetansenivåene, finner vi forholdsvis små forskjeller. Riktignok er andelen av jenter på lavt nivå litt større enn andelen av gutter, og andelen av gutter på avansert nivå er større enn andelen av jenter (8,8 % mot 5,0 %).

Når det gjelder nedgangen fra 1995 til 2008, så vi at den var 47 poeng for alle elevene i Norge og 81 poeng i Sverige. I Norge har begge kjønn en signifikant tilbakegang, men jentenes tilbakegang er betydelig mindre enn guttenes, henholdsvis 36 og 50 poeng. Den svenske tilbakegangen på hele

81 poeng viser et liknende bilde: Jentene går tilbake med 60 poeng mot guttenes 90 poeng. Det er altså guttene som i størst grad har "skylda" for den sterke tilbakegangen i begge disse landene. Men kjønnsforskjellene i prestasjoner har altså dermed gått sterkt ned, i vårt land fra 51 til 24 poeng og i Sverige fra 49 til 9 poeng. Riktignok har det vært et mål å jevne ut kjønnsforskjeller i prestasjoner, men at dette skulle skje ved at guttene har fått så mye dårligere skår, er unektelig også et betydelig "skår" i gleden.

HVA HAR SKJEDD?

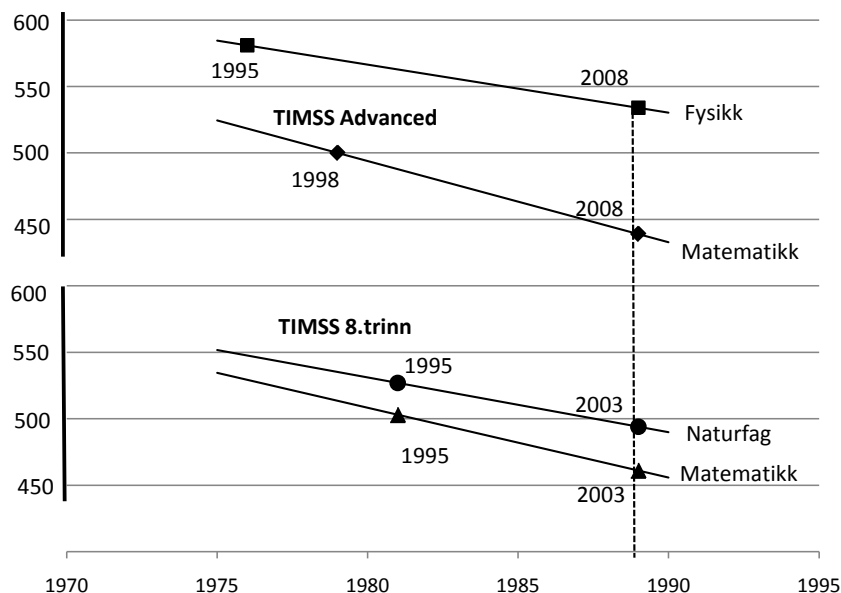
Vi har vist at norske og svenske elever svarer vesentlig dårligere på fysikktesten i TIMSS Advanced enn de gjorde i TIMSS 1995. Det gjelder på testen som helhet, og det gjelder på enkeltoppgaver. I 1995 framsto fysikkfaget i begge landene nærmest som nasjonale "flaggskip". Norske og svenske elever skåret best av alle landene som deltok. Det store spørsmålet nå er selvsagt: Hva har skjedd? Som det framgår av figur 2, er det ikke slik at nedgangen særlig gjelder en bestemt nivågruppe, for eksempel de svakeste elevene. I begge land er det dominerende bildet at elevgruppen som helhet har fått lavere kompetanse, men at spredningen mellom elevene er omtrent som før. På ett punkt har vi imidlertid beskrevet en selektiv effekt, nemlig at det særlig er guttene som har stått for den sterkeste nedgangen. En slik endring av kjønnsforskjeller i jentenes favør er imidlertid en generell tendens i alle fag i grunnskolen i denne perioden (Hægeland & Kirkebøen, 2006). Betydningen av elevenes hjemmebakgrunn (minoritetsbakgrunn og sosio-økonomiske forhold) har også endret seg noe, men disse små endringene utgjør liten forklaringskraft når det gjelder de svekkete resultatene.

Nedadgående trender i både fysikk og matematikk

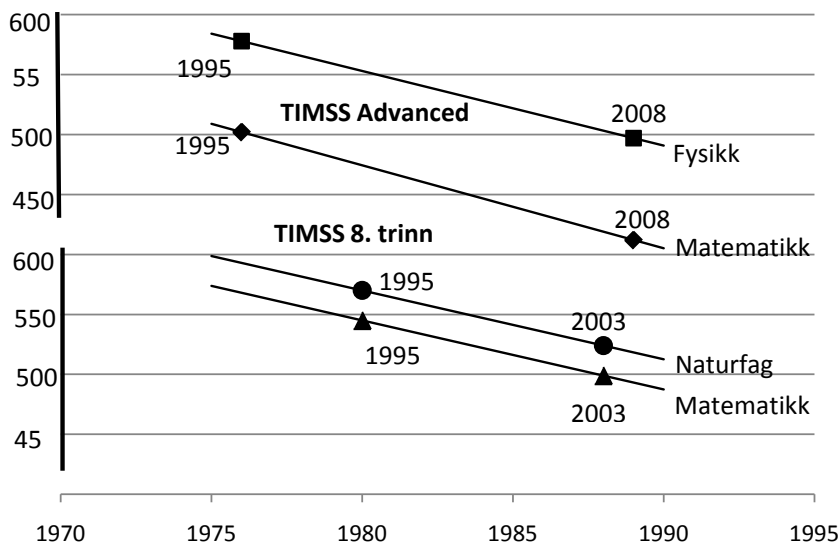
En måte å se nedgangen på er å gå noen år tilbake, til 2003, og la oss først se på norske resultater. I 2003 gikk "våre" fysikkelever på 8. trinn i grunnskolen, og noen av disse elevene deltok i TIMSS 2003 i naturfag og matematikk, de aller fleste som representanter for årskullet som er født i 1989. Figur 5 presenterer en måte å knytte disse undersøkelsene visuelt sammen på. Gjennomsnittsverdier for hver studie, TIMSS Advanced (fysikk og matematikk) og TIMSS 8. trinn (naturfag og matematikk) er framstilt som funksjon av fødselsåret med sin egen skala. Norge deltok riktignok ikke i TIMSS 1995 i matematikk, men undersøkelsen ble gjennomført i 1998 med nøyaktig de samme instrumentene. Målestokken er lik for alle undersøkelsene, idet avstanden mellom hver vannrette strek på figuren er 50 poeng, altså omtrent lik et halvt standardavvik.

Fra figur 5 kan vi se en meget tydelig nedadgående tendens i begge studiene i både matematikk og fysikk/naturfag. Når det gjelder naturfag, er det selvfølgelig viktig at fysikk, som måles i TIMSS Advanced, bare utgjør en del av naturfaget som er målt i TIMSS på 8. trinn. Men likevel framstår nedgangen i fysikk i TIMSS Advanced nærmest som en naturlig konsekvens av de svake resultatene som er målt for elever som er født rundt 1990 i forhold til de som er født rundt 1985 eller tidligere. Med en såpass svak bakgrunn i naturfag og matematikk fra grunnskolen, er det i utgangspunktet ikke annet å vente enn at denne svakheten skal gjøre seg gjeldende også på høyere nivå. Så langt synes det som om tilbakegangen i fysikk-kompetanse i hovedsak kan forklares med de betydelig svakere kunnskapene elevene kommer til videregående skole med.

Figur 6 viser akkurat de samme trendene for Sverige som vi så for Norge i figur 5, bare enda mer dramatisk. De svenske elevene på 8. trinn er imidlertid ett år eldre enn de norske på tilsvarende trinn. For TIMSS 1995 måtte vi her bruke svenske data spesielt rapportert for en eldre populasjon enn den som ble brukt ved hovedrapporteringen (se Appendiks D i Beaton et al., 1996). Derfor har vi heller ikke tegnet inn en vertikal strek som i figuren for Norge. Men selv om årskullene ikke er nøyaktig de samme i Norge og Sverige, er bildet det samme: En markant tilbakegang i TIMSS for 8. trinn kan langt på vei forklare de svake resultatene i TIMSS Advanced.



Figur 5 Trender for **norske** resultater fra TIMSS Advanced (fysikk og matematikk) og TIMSS 8. trinn (naturfag og matematikk). Årstallet for hver undersøkelse er angitt. Hver studie har sin egen skala, men målestokken er den samme, idet avstanden mellom hver vannrette linje er på 50 poeng, som svarer omtrent til et halvt internasjonalt standardavvik. Gjennomsnittlige skårverdier er framstilt som funksjon av fødselsår for årskullene som er undersøkt. Trender er visualisert som rette linjer for en enkel sammenlikning. Årskullet født 1989 er markert med en vertikal stiplest strek.



Figur 6 Trender for **svenske** resultater i to undersøkelser, TIMSS Advanced (fysikk og matematikk) og TIMSS 8. trinn (naturfag og matematikk). Årstallet for hver undersøkelse er angitt. Hver studie har sin egen skala, men målestokken er den samme, idet avstanden mellom hver vannrette linje er på 50 poeng, som svarer omtrent til et halvt internasjonalt standardavvik. Gjennomsnittlige skårverdier er framstilt som funksjon av fødselsår for årskullene som er undersøkt. Trender er visualisert som rette linjer for en enkel sammenlikning.

Vi ser også at nedgangen i matematikk i TIMSS Advanced er enda mer markant enn i fysikk i begge land. I Sverige var den gjennomsnittelige matematikkskåren 502 i 1995, mens den var sunket til 412 i 2008. Det er en forskjell på hele 89 poeng. I Norge er matematikkskåren i 1998 estimert til 500, og i 2008 finner vi at nedgangen har vært på 61 poeng, og trendlinjen for matematikk er brattere enn for fysikk (se også Grønmo, Onstad, & Pedersen, 2010). Men det er flere faktorer som kan ha betydning. I de neste avsnittene ser vi på noen av dem.

Søkelys på matematiske forutsetninger

Forholdet mellom fysikk og matematikk har vært, og er, et stadig tilbakevendende tema i fysikkdidaktikk. Flere har påpekt at mange elever har problemer med å se sammenhengen mellom matematikken de holder på med i matematikktimene, og den matematikken de faktisk bruker i fysikken (f.eks. Taber, 2006). Øystein Guttersrud (2008) diskuterer også problemer elever har med å se sammenhengen mellom en matematisk likning og dens fysiske tolkning. Elever har ofte ikke tenkt på at en formel i fysikk som $s = vt$ formelt sett er akkurat den samme likningen som $y = ax$, som de er vant med fra matematikken. Noe av det samme påpeker Bagno, Berger, & Eylon (2008) som har undersøkt forståelsen av formler i fysikk hos israelske elever i videregående skole. De fant at elevene hadde vage beskrivelser av komponentene i en formel, at de hadde problemer med å spesifisere under hvilke betingelser formelen gjaldt, og at de i liten grad kunne manipulere enheter i en formel. På den annen side er det i de senere år også vært rettet mye oppmerksomhet mot begrepet "conceptual physics" (se f. eks. Hestenes, 1987; Hewitt, 2006; Mazur, 1997), der en har vært opptatt av at man må ha en grunnleggende kvalitativ forståelse for begreper i fysikk, og ikke bare kunne regne mekanisk med en rekke formler.

For å se nærmere på dette har vi kategorisert alle fysikkoppgavene i TIMSS Advanced som følger:

E: Ett trinns anvendelse/resonnering (for eksempel sette tall rett i en formel)

G: Tolke graf (tegne/ tolke grafiske framstillinger)

K: Kjennskap (kjenne grunnleggende begreper og symboler)

M: Manipulasjon, regneferdigheter og algebra (for eksempel kunne beskrive et fysisk system med flere likninger og løse likningssettet)

R: Resonnering/anvendelse uten algebra (gjennomføre kvalitative resonnementer)



Figur 7 Svarprosent på ulike kategorier oppgaver.

Figur 7 viser gjennomsnittlig svarprosent for Nederland, Norge og Sverige for hver av disse kategoriene. Det er som det framgår av figuren, oppgaver som krever ett-trinns resonnement (E), graftolkning (G) eller kjennskap (K) som fremstår som lettest for elevene. Det framgår også at på

oppgaver som krever manipulering med formler, skårer elevene i Norge og Sverige spesielt lavt i forhold til Nederland, som altså var det landet som skåret høyest på hele testen.

Men også når det gjelder tallregning med brøker, synes elevene å svikte selv på helt enkle beregninger. Vi har også sett på resultatene fra 1995, og der finner vi ikke det samme mønsteret. Faktisk er kategorien *M: Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* det området som svenske elever skårer forholdsvis best på i 1995. Uten tvil er de svekkete kunnskapene i matematikk en medvirkende årsak til de svake resultatene i fysikk. Som nevnt viste matematikkundersøkelsen i TIMSS Advanced en betydelig nedgang for både Sverige og Norge.

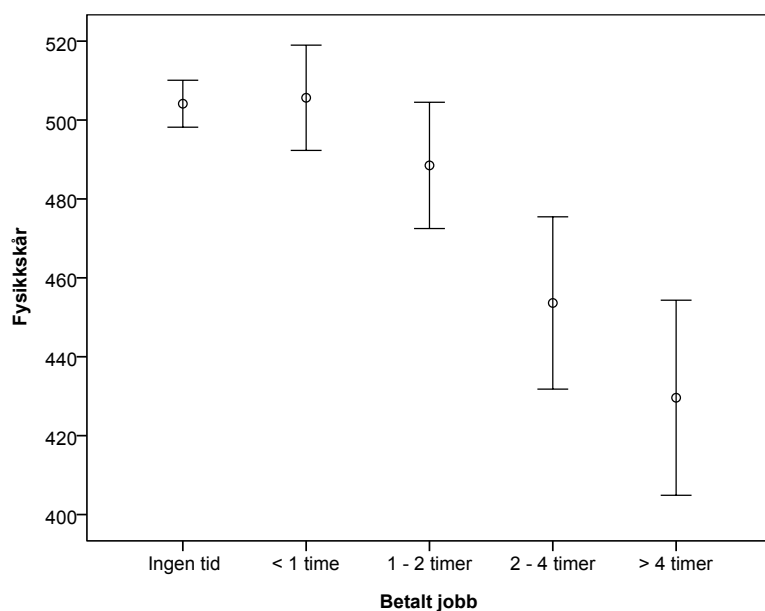
Norsk matematikkråd har gjennom mange år kartlagt grunnleggende matematisk kunnskap hos studenter som har begynt på matematikk-krevende studier i Norge. Disse undersøkelsene viser en meget stor tilbakegang. I 1984 var gjennomsnittlig andel rett svar på testen deres 73%, mens den i 2007 var sunket til 47 % (Rasch-Halvorsen & Johnsbråten, 2007). Resultatet blir noe bedre hvis vi bare tar med de studentene som har tre år med matematikk fra videregående skole. I 2007 var da gjennomsnittlig andel rette svar 55 %. Men det er viktig å være klar over at *alle* oppgavene i testen som ble gitt, tilhører pensum i grunnskolen. Det er med andre ord flere indikasjoner på at matematikkunnskapene til norske elever langt fra er gode nok.

Det svenske Skolverket påpeker også i sin rapport om TIMSS Advanced at den store nedgangen i prestasjoner har betydelig sammenheng med elevens evner til å håndtere matematikken i fysikken (Skolverket, 2010). Det er med andre ord grunn til å frykte at svake ferdigheter i aritmetikk og algebra fortsatt vil utgjøre et stort problem for fysikkfaget i våre to land.

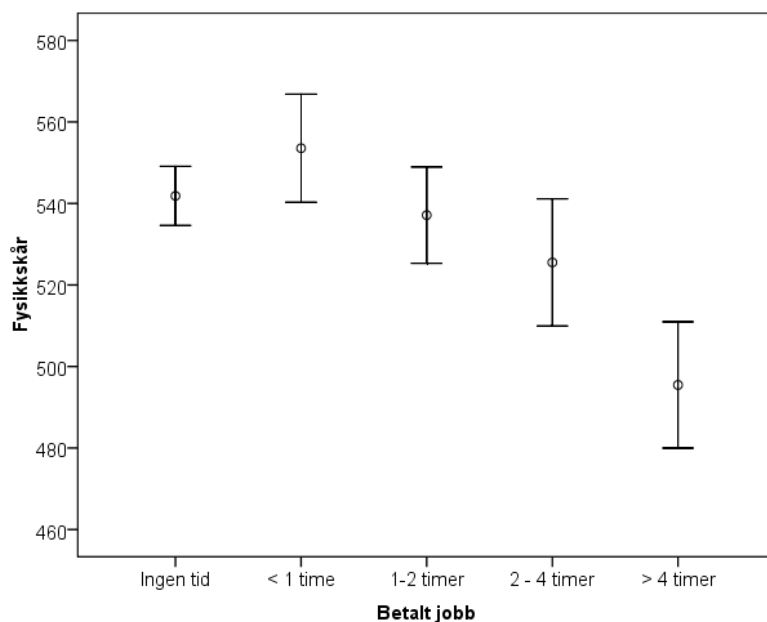
Elevenes tidsbruk utenom skolen

Hvilken virkning har elevenes bruk av tid utenom skolen på elevenes resultater? I elevspørreskjemaet er det listet opp seks aktiviteter, og elevene skulle angi daglig tidsbruk utenom skolen på en vanlig dag. Vi skal ikke gå inn på hver av disse aktivitetene her, men trekke fram ett forhold som synes å ha særlig sammenheng med prestasjoner både i Sverige og Norge. Det er tid brukt på betalt jobb, og sammenhengen er vist i figur 8 for Sverige og figur 9 for Norge i form av gjennomsnittlig skår med konfidensintervaller for hver tidskategori. De to diagrammene viser at høyt tidsforbruk henger sammen med en dårligere fysikkskår i begge landene. Men de viser også at inntil én times tidsbruk *ikke* henger sammen med en slik nedgang, det er til og med tegn på det motsatte for norske elevers del. Selv om vi formelt sett ikke kan si at vi her har avslørt en enkel årsak og virkning, er sammenhengen likevel så markert at det kan være grunn til en advarsel.

I denne sammenheng vil vi også framheve at fysikkelevne langt fra framstår som noen skolenerder. Det de rapporterer, vitner om en gruppe ungdommer med et bredt spekter av interesser. Baksiden av dette er imidlertid at det ikke er mye av deres tid igjen til å gjøre lekser, altså skolearbeid hjemme. Ifølge elevenes egen rapportering bruker norske fysikkelever noe over 1,5 timer per uke til fysikklekser. De svenske elevene bruker omtrent én time per uke. I begge land rapporterer jentene betydelig mer tid til lekser enn guttene. Både de norske og svenske elevene rapporterer også omtrent én time per dag i gjennomsnitt til alt skolearbeid hjemme, altså i alle fag til sammen. Tilsvarende spørsmål til elevene ble stilt også i 1995, og den gangen rapporterte de norske fysikkelevne i gjennomsnitt noe over to timers leksearbeid per dag, og de svenske elevene omtrent to timer per dag. Det er vel naturlig at en halvering av hjemmearbeidet peker seg ut som én av flere mulige årsaker til den kraftige nedgangen i fysikkunnskaper i perioden.



Figur 8 Sammenhengen mellom fysikkskår og elevenes daglige tid brukt på betalt jobb i Sverige. Konfidensintervallene (95 %) for gjennomsnittene er vist som vertikale streker.



Figur 9 Sammenhengen mellom fysikkskår og elevenes daglige tid brukt på betalt jobb i Norge. Konfidensintervallene (95 %) for gjennomsnittene er vist som vertikale streker.

KOMMENTARER OG KONKLUSJONER

I denne artikkelen har vi diskutert noen viktige grunner til den store nedgangen som er målt i fysikktesten i TIMSS Advanced 2008 for Norge og Sverige. Vi har pekt på en klar nedadgående tendens for elever på lavere årstrinn, og med en så svak bakgrunn fra grunnskolen, er det i utgangspunktet naturlig at denne svakheten skal gjøre seg gjeldende også på høyere nivå. Videre synes også størrelsen av denne nedgangen i grunnskolen å være av omtrent samme omfang som den nedgangen vi har registrert i TIMSS Advanced. Følgelig synes det som om tilbakegangen i fysikk-kompetanse i hovedsak *kan* forklares med de betydelig svakere kunnskapene elevene kommer til videregående skole med. Og det gjelder særlig grunnskoleelevenes svekkete kompetansenivå i matematikk. Manglende kunnskaper i grunnleggende aritmetikk og algebra peker seg ut som en viktig årsak til nedgangen i fysikkkunnskaper på videregående skole, slik disse er målt i TIMSS Advanced.

Det er imidlertid tegn til at den markante nedgangen er i ferd med å stoppe opp fra og med elever født rundt 1990, i alle fall for Norges del. TIMSS 2007 for 4. trinn i Norge viser klart "tegn til bedring", og spesielt god er bedringen i matematikk, der framgangen er på hele 22 poeng (Grønmo & Onstad, 2009). Men også i naturfag har det vært en framgang fra 2003 til 2007 på 10 poeng på 4. trinn. På 8. trinn var det imidlertid en fortsatt nedgang i naturfag på 7 poeng, mens det var en framgang på 8 poeng i matematikk. Det er altså noen lyspunkter som må tas i betraktning når det gjelder utsikter for utviklingen de nærmeste årene. Tilsvarende lyspunkter er imidlertid ikke å finne i våre data fra TIMSS Advanced, men det kunne vi ut fra ovenstående resonnement heller ikke forvente. "Vårt" årskull presterte slett ikke bra i TIMSS 2003. I Sverige er det ikke samme tendens til framgang i grunnskolen. Sverige har ikke deltatt i TIMSS på 4. trinn, men på 8. trinn har nedgangen fortsatt. I naturfag var nedgangen fra 2003 til 2007 på 13 poeng, og i matematikk var den 8 poeng.

Hvis vi ser på de store linjene fra 1995 til 2008 i *norsk* skolefysikk, vil vi si at i hovedsak har det vært små endringer. Vi fikk riktignok en ny læreplan i forbindelse med læreplanreformen i 1994 (R94). Læreplanen i fysikk ble implementert i 1998-1999 slik at de norske elevene som var med i TIMSS i 1995 fulgte læreplanen fra før reformen, mens de som var med 2008 var det siste kullet som fulgte læreplanen fra R94. Endringene i læreplanen for fysikk i R94 var imidlertid nesten bare kosmetiske når det gjelder faglig innhold. Videre vil vi si at det i grove trekk er de "samme" lærerne, og at de er godt utdannet og har lang erfaring som fysikklærere. Det er også de "samme" elevene i den forstand at det er omtrent et like stort utvalg av årskullet (litt mindre) som tok 3FY i 2008 som i 1995. Disse elevene gjør det gjennomgående godt i alle skolefag, og de er i stor grad fornøyd med fysikkfaget, selv om de oppfatter det som både vanskelig og arbeidskrevende (Angell, Henriksen, & Isnes, 2003; Lie & Angell, 1990). Det er, så vidt vi kan se, ingenting som tyder på at elevutvalget som tar 3FY, har endret seg vesentlig fra 1995 til 2008 i så måte. Dette støttes også av Utdanningsdirektoratet (2010) som påpeker at 3MX- og 3FY-elevene hadde mye bedre karakterer i norsk hovedmål og sidemål, både i standpunkt og til eksamen, enn de øvrige elevene som gikk ut av videregående skole på studieforberedende program i 2008. For eksempel var gjennomsnittskarakteren til eksamen i norsk hovedmål 3,2 for alle elever, mens den var 3,8 for 3FY-elevene. Med andre ord, når det gjelder faget selv, lærerne og elevutvalget, er det vanskelig å peke på noen faktorer som skulle kunne forklare en så kraftig nedgang i prestasjoner som TIMSS Advanced viser.

I Sverige er det litt annerledes. I 1995 hadde de et sammenholdt kurs i fysikk med tilhørende obligatorisk matematikk. Dette var i 2008 delt opp i flere kurs (også matematikk) med avsluttende prøver lenge før gjennomføringen av TIMSS Advanced. En kan derfor si at de svenske elevene i 1995 var bedre forberedt til TIMSS-testen enn elevene var i 2008.

Når det gjelder fysikkfaget, er det imidlertid ikke så lett å forstå at litt svake kunnskaper i naturfag i grunnskolen kan bety så mye for læring i fysikk. På mange måter utgjør fysikkfaget på videregående skole (og den svenske gymnasieskolan) et toårig kurs som i stor grad bygges opp fra grunnen

som et konsistent kunnskapsområde med begreper, definisjoner og fysiske lover. Og dette området framstår med en felles epistemologisk status for hvordan disse begrepene og lovene er framkommet og hvilken status de har. Manglende grunnlag når det gjelder blomster og dyr, stjerner og planeter, berggrunn og breer, ja til og med syrer og baser, synes ikke nødvendigvis å være mye til hinder for god læring i fysikk.

I boka "Fysikk i fritt fall?" (Lie, et al., 2010) har vi pekt på at det foregår mye av det vi vil kalle tradisjonell fysikkundervisning, altså at læreren i stor grad gjennomgår stoff for hele klassen, og at elevene jobber med oppgaver under veiledning av læreren. Vi har også vist at det å jobbe hver for seg med oppgaver og det at lekser blir gjennomgått, har positiv sammenheng med prestasjoner. Men det vi også har vist, er at disse elevene hadde et svakere grunnlag fra grunnskolen enn fysikkenelevne hadde i 1995. Vi kan derfor forestille oss at disse elevene nødvendigvis trenger mye individuell trening for å mestre den regningen og algebraen som er nødvendig for å løse tradisjonelle fysikkoppgaver. Slik grundig trening fikk mange elever tidligere gjennom matematikkundervisningen både i grunnskolen og i videregående skole. Men dette har også en annen side. Vi tror at den (kanskje) helt nødvendige fokuseringen på individuell trening på grunn av svakt grunnlag, kan ha tatt tid fra mer fordypning i fysikkfagets mange aspekter. Vi tenker her på mer tid til kvalitativ drøfting av fenomener, tid til å sette faget inn i en historisk, samfunnsmessig og til og med filosofisk sammenheng. FUN-undersøkelsen (Angell, et al., 2003) viste at elever ønsket seg mer av det som ble kalt kvalitativ fysikk (fysikk uten bruk av matematikk). Det er ikke bare regnetrening som skal til for å lære og forstå fysikk. Det er også viktig "å kunne snakke fysikk" som et ledd i forståelse av fysiske fenomener og begreper (Enghag, Gustafsson, & Jonsson, 2007; Mortimer & Scott, 2003). Vi tror det er viktig at en i undervisningen framhever både kvantitative og kvalitative aspekter som grunnlag for god forståelse i fysikk.

TIMSS Advanced gir, som nevnt, et utvetydig bilde av en nedgang i norske og svenske elevers kompetanse i fysikk i perioden fra 1995 til 2008. Det synes som denne nedgangen i noen grad kan knyttes til læreplanendringer i Sverige, men i liten grad i Norge. Det svake matematiske og naturfaglige grunnlaget elevene kommer til fysikkfaget med både i Norge og Sverige, betyr imidlertid mye. Som vi har påvist, takler norske og svenske elever i liten grad kvantitativ behandling av grunnleggende fysiske begreper. Og det er alvorlig, i og med at den kvantitative forståelsen av fysikkbegreper er (sammen med kvalitativ forståelse) helt sentral for elevenes utvikling av kompetanse i fysikk.

REFERANSER

- Angell, C. (1996). *Elevers fysikkforståelse. En studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS*. Unpublished Dr.scient thesis, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Angell, C., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2003). "Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!". Fysikkfaget i norsk utdanning: Innhold - oppfatninger - valg. In D. Jorde & B. Bungum (Eds.), *Naturfagdidaktikk. Perspektiver Forskning Utvikling*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Angell, C., Kjærnsli, M., & Lie, S. (1999). *Hva i all verden skjer i realfagene i videregående skole?* Oslo: Universitetsforlaget.
- Angell, C., Kjærnsli, M., & Lie, S. (2000). Exploring students' responses on free-response science items in TIMSS. In D. Shorrocks-Taylor & E. W. Jenkins (Eds.), *Learning from others. International comparisons in education* (pp. 159 - 188). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Arora, A., Foy, P., Martin, M. O., & Mullis, I. V. S. (2009). *TIMSS Advanced 2008. Technical Report*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center. Boston College.
- Bagno, E., Berger, H., & Eylon, B. S. (2008). Meeting the challenge of students' understanding of formulae in high-school physics: a learning tool. *Physics Education*, 43(1), 75-82.

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A., & Kelly, D. L. (1996). *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center. Boston College.
- Dolin, J. (2002). *Fysikfaget i forandring*. ("School physics in a process of change"). Roskilde University, Denmark Roskilde
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G. (2007). From Everyday Life Experiences to Physics. Understanding Occurring in Small Group Work with Context Rich Problems During Introductory Physics Work at University. *Research in Science Education*, 37, 449-467.
- Garden, R. A., Lie, S., Robitaille, D. F., Angell, C., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., et al. (2006). TIMSS Advanced 2008. Assesment Framework Available from http://timss.bc.edu/PDF/TIMSS_Advanced_AF.pdf
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., & Pedersen, I. F. (2010). *Matematikk i motvind. TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub.
- Guttersrud, Ø. (2008). *Mathematical Modelling in Upper Secondary Physics Education. Defining, Assessing and Improving Physics Students' Mathematical Modelling Competency*. Unpublished Ph.D thesis, University of Oslo, Department of Physics, Oslo.
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55(5), 440 - 454.
- Hewitt, P. G. (2006). *Conceptual Physics* (10th ed.). San Francisco: Pearson/Addison Wesley.
- Hægeland, T., & Kirkeboen, L. J. (2006). Skoleresultater 2006. En kartlegging av karakterer fra grunn- og videregående skoler i Norge. Statistisk sentralbyrå. Retrieved 24.09.2010, 2010, from http://www.ssb.no/emner/04/02/notat_200729/notat_200729.pdf
- Kelly, D. L. (1999). *Interpreting the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) achievement scales using scale anchoring*. Boston College, Boston.
- Lie, S., & Angell, A. (1990). *Fysikk i videregående skole: Hvem velger faget, og hvorfor?* Oslo: Universitetet i Oslo.
- Lie, S., Angell, A., & Rohatgi, A. (2010). *Fysikk i fritt fall?* Oslo: Unipub.
- Lie, S., Taylor, A., & Harmon, M. (1996). Scoring Techniques and Criteria. In M. O. Martin & D. Kelly (Eds.), *Third International Mathematics and Science Study, Tecnical Report, Volume 1 Design and Development*: Boston College.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: a User's manual*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead - Philadelphia: Open University Press.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Beaton, A. E., Gonzalez, E. J., Kelly, D., & Smith, T. A. (1998). *Mathematics and Science Achievement in the Final Year of Secondary School. IEA's third international mathematics and science study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Center for the study of testing, evaluation, and educational policy, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Robitaille, D. F., & Foy, P. (2009). *TIMSS Advanced 2008. International Report. Findings from IEA's Study of Achievement in Advanced Mathematics and Physics in the Final Year of Secondary School*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center. Boston College.
- Rasch-Halvorsen, A., & Johnsråten, H. (2007). *Norsk matematikkråds undersøkelse høsten 2007*. Notodden: Høgskolen i Telemark.
- Skolverket. (1998). *TIMSS. Kunnskaper i matematikk och naturvetenskap hos svenska elever i gymnasieskolans avgångsklasser*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2009). TIMSS Advanced 2008. Svenska gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i ett internationellt perspektiv. Retrieved 01.04, 2010, from <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2291>

- Skolverket. (2010). Svenska elevers kunskaper i TIMSS Advanced 2008 och 1995. En djupanalys av hur eleverna i gymnasieskolan förstår centrala begrepp inom fysiken. Retrieved 17.03, 2010, from <http://www.skolverket.se/>
- Taber, K. S. (2006). Conceptual integration: a demarcation criterion for science education? *Physics Education*, 41(4), 286-287.
- TIMSSQuestionnaires. (2009). TIMSS Advanced 2008 Contextual Questionnaires. Retrieved 26.04, 2010, from http://timss.bc.edu/timss_advanced/context.html
- Utdanningsdirektoratet. (2010). *Personlig korrespondanse*.

Erik Knain er professor i realfagdidaktikk og forskningsleder ved SLL. Han har arbeidet med ulike prosjekter med språkbruk i naturfag som tema, fra ideologier i lærebøker (doktoravhandling) til tekstutvikling i wiki i tverrfaglige prosjekter. Han er prosjektleder for "Elever som forskere i naturfag" som inngår i Norges forskningsråds program PraksisFoU. Målet med prosjektet er å utvikle utforskende arbeidsmåter i skolen. Han har hovedfag i astronomi.

ERIK KNAIN

Universitetet for miljø- og biovitenskap
Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT)
Seksjon for læring og lærerutdanning (SLL)
erik.knain@umb.no

Hvordan åpne for vitenskapshistorie i naturfagundervisning?

Abstract

How to represent the nature of science in an authentic way so that the argumentative aspect of science inquiry is not lost is investigated in terms of representations of the history of science. By comparing representations of the development of the Big Bang theory, successive shifts from Big Bang as an established fact to the processes of establishing this fact points to dilemmas and choices involved in teaching the nature of science. Texts from school textbooks, from a historian of science (Helge Kragh) and from a science sociologist (Bruno Latour) are discussed in order to point to key steps from product to process. Three levels of depth in tracing the historical development of a scientific fact are inferred.

INNLEDNING

At elever i skolen skal lære om naturvitenskap som prosess, ikke bare som sluttprodukt, er et vedvarende tema i naturfagdidaktikk. Også Forskerspiren i LK06 åpner med denne distinksjonen mellom naturvitenskap som prosess og produkt (Utdanningsdirektoratet, 2006). Omtrent like lenge er det reist kritikk mot at naturvitenskap som prosess blir misrepresentert i skolen (Hodson, 1996). I norsk sammenheng fant Knain (2001) at lærebøker i naturfag formidler et individentsentret syn på naturvitenskap som prosess. Matthews (1994) skiller mellom et minimumssyn på vitenskapshistoriens rolle, og et maksimumssyn. I det første tilfellet knyttes vitenskapshistoriske poenger til fagstoff (for eksempel historiske poenger om Newton når $F=ma$ er tema), mens i det andre tilfellet blir undervisning strukturert slik at prosessen kommer i førersetet. I denne artikkelen skal vi gå nærmere inn på dette spørsmålet: Hvordan kan undervisningen utvides fra en minimumsvariant i retning av en maksimumsvariant? På hvilken måte endres framstillingen når prosessen åpnes i stadig større detalj? I dette ligger et dilemma ved at jo mer vekt det legges på prosess slik at denne blir mer autentisk og i tråd med hvordan forskning faktisk foregår, jo mer utydelig blir veien fram til et faktum. Samtidig, hvis en i ettertid peker på de tydeligste trådene fram til et faktum, kan vitenskapshistorien framstå som sterkt forenklet inntil det misvisende, hvor den argumenterende siden av prosessen blir særlig skadelidende (Driver, Newton, & Osborne, 2000).

I denne artikkelen skal vi undersøke dette forholdet mellom ferdig etablert kunnskap og prosessen med å bygge kunnskap ved å gå inn i ett bestemt faktum, og ulike framstillinger om hvordan dette faktumet ble til. Det faglige temaet er teorien om "Det store smellet", eller "The Big Bang". Vi starter med to eksempler fra to lærebøker på 8. trinn. Her skal vi følge overgangen fra et produktfokus til starten på et prosessfokus. Vi skal så øke forstørrelsen på prosessen to ganger gjennom tekster fra vitenskapshistorikeren Helge Kragh. Deretter tar vi opp momenter fra vitenskapssoziologen Bruno Latour som representerer i denne framstillingen den sterkeste forstørrelsen ved å gå inn i forskernes prosesser med å bygge kunnskap uten å ha fasit i hånd. Vi skal tilslutt føye disse perspektivene sammen og peke på sentrale utviklingstrekk i framstillingen og mulige grep i undervisningen.

"BIG BANG" I LÆREBØKER FOR GRUNNSKOLEN: FRA PRODUKT TIL PROSESS

Vi skal starte med eksempler fra to lærebøker for 8. trinn. Eksempelene er valgt som uttrykk for en framstilling med utgangspunkt i produktet aspektet, og en framstilling med utgangspunkt i prosess aspektet. Den ene er knyttet til L97 læreplanen, "Tellus" (Ekeland, Johansen, Rygh, & Strand, 1997). Den andre er fra LK06, "Trigger" (Finstad, Kolderup, & Jørgensen, 2006). Disse to framstillingene kan også tjene som en innføring i Big Bang kosmologien.

Universets utvikling

Det store smellet

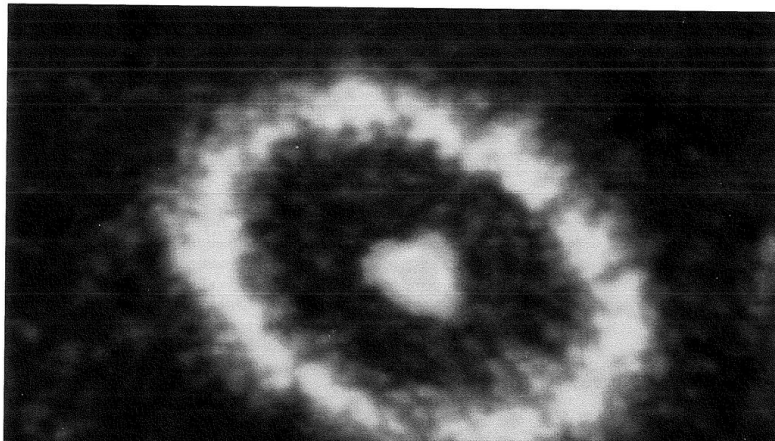
Vi har brukt mye av dette kapitlet til å fortelle deg hvor Sola og Jorda hører hjemme i universet. Men hvordan ble universet til, og når skjedde det? I dag mener astronomene at universet ble til ved en eksplosjon for 15–20 milliarder år siden.

Hvordan vet vi at universet ble til ved en eksplosjon?

Når astronomene studerer de fjerne galaksene, ser de at de flytter seg fra

hverandre. Jo lenger ut i universet vi titter, jo større fart har galaksene bort fra oss. Hvis vi kunne «spole» universet tilbake, ville galaksene bevege seg mot hverandre. Til slutt ville de samles i ett punkt. Dette tyder på at alt stoff som finnes i verdensrommet, en gang var samlet i en liten kule med ufattelig høy tetthet og temperatur! For 15–20 milliarder år siden eksploderte denne kula og ble til vårt univers. Denne eksplosjonen kalles *det store smellet*, eller *Big Bang*.

I 1965 oppdaget astronomene at hele verdensrommet er fylt av en svak stråling som er usynlig for øynene våre, men som kan oppfanges av radioteleskoper. Vi kan sammenlikne det de hadde oppdaget, med å finne restene etter et bål: Astronomene hadde funnet "glørene" etter den store eksplosjonen!



Figur 1. Framstilling av Big Bang kosmologien med vekt på naturvitenskap som produkt. (Bildet har egentlig ikke noe med Big Bang å gjøre.) Ekeland, P. R., Johansen, O.-I., Rygh, O., & Strand, S. B. (1997, 165).

I utdraget vist i figur 1 finner vi essensen av Big Bang kosmologien: Universet startet som en eksplosjon, og siden har galaksene beveget seg bort fra hverandre. Jo lengre unna de er, jo raskere beveger de seg.

I denne læreboka har forfatterne valgt å fokusere på den etablerte kunnskapen. Da boka ble utgitt var denne framstillingen faglig riktig. I det neste eksemplet skal vi se at universets alder nå har blitt adskillig mer presist bestemt. Hva kan vi lære om naturvitenskap som virksomhet hvis vi nærmer oss prosessene som gjorde at astronomene ble enige om at det er faktisk slik det forholder seg? For å få svar på det skal vi undersøke hva som menes med at astronomene "ser" at universet ekspanderer når de studerer galaksene. "Ser" fungerer som en metafor i denne framstillingen, og legger samtidig til rette for at et individualsentrert syn blir forsterket og elevene tar "ser" bokstavelig: Astronomen kan rette teleskopet mot himmelen, og se at galaksene flyr bort fra hverandre. Hvis det etableres et inntrykk av at kunnskap er noe som uten videre direkte "ses" i laboratoriet, har vi kommet til utfordringer som følger med å la vitenskapshistorien vise tydelig veien til faktum. Et annet poeng er at Big Bang framstår som en logisk konsekvens av universets ekspansjon. Big Bang blir på en måte en konsekvens av hvordan "Naturen" er. Dette poenget følges opp gjennom Bruno Latour senere i denne artikkelen.

Et annet signal om at det i denne teksten handler om kunnskapsproduktet, er den underforståtte konsensus som ligger i at astronomene omtales som enhetlig gruppe. Astronomene mener..., astronomene ser... Når vitenskapshistorien pakkes sammen så vidt tett, framstår universets ekspansjon som en logisk konsekvens av Big Bang, som tilgjengelig for direkte observasjon.

I det andre teksteksemplet er vinklingen noe annerledes, her er vitenskapshistorien mer framme:

Ideen om det store smellet

Hvor gigantisk universet virkelig er, forstod man ikke før på 1920-tallet, da astronomer fikk teleskoper som var gode nok til å undersøke andre galakser enn Melkeveien. De oppdaget også at alle galaksene i universet beveger seg vekk fra hverandre. Det gav opphav til ideen om at det hele startet i ett punkt og deretter utvidet seg etter et storsmell, et «big bang». I 1965 fikk denne ideen støtte av en annen viktig oppdagelse.

Bakgrunnsstrålingen

Ifølge big bang-teorien skulle det fremdeles være mulig å måle spor av strålingen som oppstod i det store smellet. I 1965 hadde man ennå ikke klart å måle slik stråling da to amerikanske forskere en dag testet en diger antenne. Antennen skulle gjøre det enklere å holde kontakt med satellitter rundt jorda, men til sin overraskelse oppdaget forskerne i tillegg en jevn støy av mikrobølger uansett hvor de rettet antennen. Det virket ikke som om bølgene kom fra noe bestemt sted. Mikrobølgene måtte komme fra hele universet. Oppdagelsen overbeviste mange astronomer om at universet virkelig startet med et kjempesmell, og at denne bakgrunnsstrålingen er en nedkjølt rest av strålingen som oppstod under eksplosjonen.

Big bang

Selv om man fremdeles ikke vet hva som utløste big bang, mener forskerne å ha god greie på hvordan selve eksplosjonen gikk for seg. I løpet av en brøkdels av et sekund vokste universet fram fra et punkt mindre enn et proton til en kule på størrelse med en appelsin. Deretter eksploderte kula samtidig som det ble dannet masse (materie) og stråling. Energien i bakgrunnsstrålingen i dag viser at det hele må ha startet for ca. 13,7 milliarder år siden.

Hvis alle hendelser i universets historie ble presset sammen til ett år, ville jorda blitt dannet i august, og vi mennesker ville ikke ha vært her i mer enn ca. en halv time

Figur 2. Framstilling av Big Bang kosmologien med vekt på naturvitenskap som prosess. Finstad, H. S., Kolderup, J., & Jørgensen, E. C. (2006, 292).

Denne framstillingen starter med det vitenskapshistoriske. Det som kommer fram her, er en utvikling fra 1920 til 1965. I denne teksten er også de sentrale observasjonene nevnt, og observasjon og slutning er ikke uløselig knyttet sammen. Astronomer får ideer fra observasjoner, som siden bekreftes av nye observasjoner. Astronomene er ikke en ensartet gruppe lenger; ”mange astronomer” ble ”overbevist”. I dette er det antydninger som kan følges opp videre: Hvordan blir forskere overbevist? Hvorfor ble ikke astronomene overbevist før i 1965?

BIG BANG I VITENSKAPSHISTORIEN

I fortsettelsen skal vi gå inn i større detalj i to ulike framstillinger av utviklingen av Big Bang kosmologien, i ulik detaljgrad. Den ene framstillingen er fra boken ”Quantum Generations” av Helge Kragh (1999). Her blir kosmologiens utvikling viet et kapittel. Deretter skal vi gå nærmere inn på en episode i en bok som i sin helhet er viet samme tema, ”Cosmology & Controversy”, også skrevet av Helge Kragh (1996). At disse tekstene er skrevet av samme forfatter men i ulike detaljgrad gjør at vi kan få øye på et ”zoom” aspekt ved vitenskapshistorien. I begge tilfeller er det denne forfatterens perspektiv vi ser dette gjennom.

Går vi videre inn i vitenskapshistorien, vil vi se at Big Bang som faktum

1. Utviklet seg i flere etapper
2. Utviklingen gikk ikke i rett linje
3. Det fantes konkurrerende forklaringer på samme observasjoner.

Hvilke utviklingstrekk er det snakk om? I tabell 1 følger utviklingslinjen slik vi finner den dekket i ett kapittel i Quantum Generations (Kragh, 1999).

Med oppdagelsen av den kosmiske bakgrunnsstrålingen var Big Bang stadig som teori. Nye målinger av bakgrunnsstrålingen og fjerne galakser har gjort at de grunnleggende variablene, som universets alder, ekspansjonsforløp og fordeling av ulike typer masse er kjent. Vi lever i dag i et univers som er 13.7 milliarder år gammelt, som ekspanderer stadig raskere pga en ”mørk energi”, som sammen med ”mørk materie” utgjør 96% av alt som finns. Universet har ikke blitt et mindre mysterium!

”Steady State” teorien ble lansert i 1948 som en konkurrerende teori til Big Bang teorien. Den bygget på et postulat om at universet overalt var det samme, og ikke endret seg over tid. Nye atomer oppstod av ingenting og erstattet materie som ble tynnet ut som følge av ekspansjonen. Teorien ble forlatt av forskersamfunnet i 1960 på grunn av radioobservasjoner som viste at det var flere radio-kilder i det tidlige universet enn i dag. Dette ble tolket som et brudd på et av de sentrale postulatene i teorien: at universet er likt over alt og til alle tider. Steady State nevnes også som alternativ til Big Bang i læreboken Trigger (s. 296) omtalt i nåtid. Tatt i betraktning at teorien også er forlatt av dens opphavsmenn burde den vært omtalt i fortid.

Fra den konsensus som gjør Big Bang kosmologien til et faktum, kan en peke på en utviklingstråd bakover (hvordan astronomene fant ut at naturen er slik), og hva som er forstyrrelser, eller det Kragh kaller ”sosiologiske faktorer”. For å forklare hvorfor en grunnleggende riktig teori ble mer eller mindre glemt i en tiårsperiode (fra 1955 til oppdagelsen av bakgrunnsstrålingen i 1965) trekker Kragh fram at teorien var skrevet langt på vei i kjernefysikkens språkdrakt, noe som kunne gjøre den fremmedartet for astronomer. På midten av 50-tallet kom nye konkurrerende forskningsfronter med utviklingen av transistoren og nye store astronomiske observatorier. På den tiden var det også en viss dalende interesse for generell relativitetsteori, som var en hjørnestein i kosmologien. Kragh nevner også personlige faktorer som opplagt har mye å si i et lite forskermiljø, som at Gamov hadde en tendens til å miste interessen for nye teorier etter at deres første friskhet var falmet. Det var også kjent at han slet med et alkoholproblem.

Tabell 1. De viktigste milepælene i utviklingen av Big Bang kosmologien i henhold til kapitlet viet kosmologi i *Quantum Generations* (Kragh, 1999).

1917	Albert Einstein publiserer sin generelle relativitetsteori, som knytter gravitasjon til en egenskap ved selve rommet (krumming). Denne egenskapen henger sammen med massefordelingen i verdensrommet. Kort sagt: Sola påvirker rommet omkring seg, som påvirker banen til planetene. Planetene går så rett fram som de kan, men på grunn av rommets krumming blir de ellipsebaner. Einsteins ligninger åpnet for en matematisk beskrivelse av universets struktur i form av krumming av rommet.
1922	Alexander Friedmann gir en matematisk beskrivelse av et univers som ekspanderer, Georges Lemaître kom til samme konklusjon i 1927.
1930	Konsensus om at universet ekspanderer etablert etter Hubbles empiriske studier av galakser.
1931	Lemâtres introduserer ideen om et "uratom" som via radioaktive prosesser blir til dagens grunnstoffer.
1938	Kjernefysikk entrer kosmologien: Carl Friedrich Von Weizsäcker forsøker å forstå universets utvikling gjennom kjernefysiske prosesser. Hypotese om at universet startet med atomets tetthet og med temperatur 200 milliarder grader.
1942	Konklusjon i konferanserapport fra den 8. Washington konferansen i teoretisk fysikk: "the elements originated in a process of explosive character, which took place at "the beginning of time" and resulted in the present expansion of the universe" (Kragh, 1999, p. 351).
1946	Kjernefysikk og relativitetsteori kobles sammen: Kjernespalting i ekspanderende univers.
1948	Det tidlige universet oppfattes av amerikanerne George Gamow og Herman Alpher som å bestå av stråling. "Resten" av denne strålingen forutsies i dag å ha temperaturen 5K (268 kuldegrader).
1953	Klassisk Big Bang kosmologi fullt utviklet.
1965	Arno Penzias og Robert Wilson hadde "støy" i en antenne som de ikke fikk bort. Den kom alle steder fra og tilsvarte en temperatur på 3.3 K (270 kuldegrader). Astronomer kjente igjen dette som "ekkoet" av Big Bang.

Framgangen i kunnskap er imidlertid tydelig. Når en ser tilbake på historien, kan en si, jo, det er gode grunner til å akseptere Big Bang kosmologien. Kosmologien framstår som en suksesshistorie om vitenskapelig framgang. Stadig bedre observasjoner har ført til stadig bedre match mellom observasjon og teori. Teorien kan forklare stadig mer.

Ser en nærmere etter i *Quantum Generations*, er det likevel tydelig at framskrittet ikke går jevnt, men ofte i rykk og napp. Arbeidene til Friedman og Lemaître ble glemt, likeledes forsvant interessen for Big Bang teorien over en tiårsperiode. Når en riktig teori ikke vinner fram, forklares det av Kragh gjennom sosiologiske faktorer, mens de internvitenskapelige faktorene fører framover mot etablert kunnskap (det er slik det faktisk er). Noe av det interessante er at hvis vi går nærmere

inn på vitenskapshistorien der hvor Kragh vier en bok til temaet, blir det flere farger og nyanser omkring den rasjonelle, røde tråden. Tråden består av flere tråder når en ser etter, noen kommer til og blir borte, noen møtes og andre deler seg.

For eksempel, mye av forarbeidet med å finne hastigheten på galaksene som grunnlag for å konkludere med at de fjerner seg fra oss med en hastighet som er proporsjonal med avstanden ble gjort av en annen astronom tidligere. Og, det var flere typer sammenhenger som kunne passet med dataene enn slutningen Hubble trakk i en tidlig fase, som innebar at hastigheten bort fra oss øker lineært med avstanden. Dessuten: Hubble snakket om "tilsynelatende" hastigheter, han vegret seg for å konkludere med at galaksene beveget seg bort fra oss eller at universet ekspanderte.

Det er riktig å knytte oppdagelsen av det ekspanderende univers til Hubble, men det er mer sammensatt. Kragh (1999) skriver i "Quantum Generations" s. 349 at "It was only in 1930, after Edwin Hubble had established that the galaxies fly apart with a velocity proportional to their distance..." så blir dette mer komplekst når han skriver om det i mer detalj. Kragh (1996) konkluderer i boka "Cosmology & Controversy":

With the «discovery» of the works of Lemaître and Friedmann in 1930, cosmology experienced a paradigmatic shift. It was only now that Hubble's discovery was transformed to become, i.e., interpreted to be, a discovery of the expanding universe. In a formal hypothetical sense, the expansion of the universe can be traced to Friedmann's work of 1922, and in an observational sense it was supported by Hubble's measurements of 1929. It may even be argued that the expansion had been there all the time since 1917, hidden in Einstein's equations. In any case, it was only with the fusion of theory and observation, as it took place in 1930, that the expanding universe became a reality in the social sense, as a notion widely accepted by the scientific community (Kragh 1996, 32-33).

Vi ser her at samme forfatter (Kragh) har ulik detaljgrad med hensyn til om Hubble's resultater blir knyttet til hans person, eller som i det siste sitatet, blir knyttet til et større forskersamfunn. Det er et forskersamfunn som kommer fram til at det ekspanderende universet er en realitet; dette er Naturen. Vi ser dermed et vesentlig skifte fra framstillingen i læreboken Tellus til Kraghs framstilling om dette. Naturen er ikke årsak til konsensus slik den var i Tellus, men konsekvensen av konsensus.

Et annet eksempel på at kunnskapsutvikling ikke følger fra direkte observasjon er oppdagelsen av bakgrunnstrålingen i 1965. Oppdagelsen av bakgrunnsstrålingen var en avgjørende støtte for Big Bang teorien. Men astronomer hadde vært på sporet av den allerede i 1948, da de målte energier på et molekyl i verdensrommet, men denne empirien ble ikke satt i sammenheng med teorien.

Framfor alt ser en at erkjennelsen kom gradvis, ved at arbeider som ble glemt, ble tatt fram igjen, og tolket på nye måter. Big Bang kosmologien ble til gjennom at biter i et puslespill ble satt sammen i en kollektiv anstrengelse av en gruppe astronomer. Framfor alt viser den kollektive dimensjonen seg ved at det spiller ingen rolle hvor riktig en påstand er, hvis ingen tar den opp og fører den videre.

BRUNO LATOURS PERSPEKTIV

Gjennom Kragh har vi fokusert nærmere på vitenskapshistorien i to trinn; gjennom en framstilling i ett kapittel, dernest gjennom en hel bok viet emnet. I nærbildet begynner vi å komme inn på den levende forskningen, fra dag til dag, konteksten hvor faktaene skruses sammen blir mer framtreddende. Det er Bruno Latours anliggende (Latour, 1987), å beskrive naturvitenskap mens faktaene lages, "in action."

Bruno Latour har et interessant skille mellom Ready-made-science og Science-in-the making; dvs. etablert kunnskap og prosessen med å etablere denne kunnskapen. I Latours framstilling handler naturvitenskap som prosess om å lage "svarte bokser", som er fakta og innretninger som kan flyttes omkring og brukes i ulike situasjoner. En bilmotor er en svart boks når den fungerer, det er bare å vri om nøkkelen og så gjør den det den er laget for. Samtidig krever bilmotoren et apparat omkring seg for å fungere, bensinstasjoner og verksteder for å nevne noe. Dette er del av den svarte boksen.

Naturvitere framstår på ulike måter i Ready-made-science og Science-in-the-making. Mens kunnskapen utvikles og påstander er kontroversielle, er naturvitere "relativister"; naturen er utkommet av kontroversen. Etter at kontroversen er avsluttet, er naturvitere realister, og naturen er grunnen til at kontroversen fikk sin løsning. Det vil si; mens kontroversen pågikk, kunne ikke astronomene si at det er slik og slik fordi naturen er slik, fordi hva naturen er, er nøyaktig det som blir diskutert! Først etterpå kan en si hva som var naturen, og hva som var andre "sosiologiske forklaringer", det vil si grunner til at en feil teori vant fram en tid, eller den riktige ble glemt eller oversett. Latour skiller ikke mellom "natur" og "sosiologiske" forklaringer for å forstå hvordan forskere arbeider. Også hva som er "sosiologiske forklaringer" er tydelig først i etterkant. For Latour er ikke historien egentlig kilde til innsikt i naturvitenskapelige prosesser; han søker å forstå dem mens de skjer, "in action". Latour markerer på den måten enden på veien mot maksimumsversjonen av prosessdimensjonen. Dette er også hovedforskjellen mellom læreboken Tellus og Kraghs bokframstilling som vi har sett. Naturen går fra å være årsak til konsensus til å være resultatet av konsensus.

Latour tar til orde for en metode som ikke forutsetter noe om naturen, eller samfunnet for den del. Den løper omtrent slik (Latour, 1987, p. 15): Start med en læreboksetning, sett den i anførselstegn og lag en snakkeboble av den som peker mot munnen til noen. Til denne snakkende personen tilføyes en annen person som den første snakker til. Plasser dem i en spesifikk situasjon, et sted og en tid, plasser utstyr, maskiner og kolleger omkring dem. Når diskusjonene blir intense, se hvor de ulike personene går og hvilke ressurser de henter for å overbevise kollegene, studer så hvordan de som blir overbevist slutter å diskutere, hvordan personer, situasjoner, steder begynner å bli borte. Til slutt er vi der vi startet, med et sitat uten anførselstegn. Latour viser hvordan fakta blir til ved å gå motsatt vei av det Kragh gjør. Når Latour starter med fakta, er det bare for å nøste tilbake til situasjonen, der det hele startet. Derfra begynner han å granske hvordan forskerne arbeider seg fram til konsensus.

I sin framstilling presenterer Latour en skeptiker som utfordrer kunnskapspåstander, og en talsperson som forklarer, eller leder skeptikeren til å tolke, eller "se" hvordan data fører til konklusjon. Når talspersonen er overbevisende er talspersonen objektiv, hun eller han snakker som representanter for fagfeltet, eller i hvertfall på vegne av laboratoriet. Talspersonen er objektiv når han eller hun ikke kan skilles fra det hun representerer. Hvis beviskjeden (assosiasjonene av ressurser som knyttes til fakta) bryter sammen, blir talspersonen subjektiv og snakker bare på vegne av seg selv.

La oss si at en skeptiker ikke tror på at universet ekspanderer. Han eller hun må da gå inn i de sentrale artiklene og utfordre dem. Men ikke bare de sentrale artiklene, også artiklene som står i referanselista; de allierte som står bak det forfatteren har trukket inn. Skeptikeren må trenge bak teksten og utfordre de sentrale dataene: Viser egentlig Hubbles diagram at hver galakse beveger seg alle bort fra alle andre? Teksten som diagrammet er plassert i er skrudd sammen slik at andre alternativer faller bort; leseren ledes til å se det samme som forfatteren. Men hvis skeptikeren ikke gir seg der heller? Sett at hun ikke stoler på disse dataene? Hun måtte da begi seg inn i instituttene hvor figuren ble laget, og møtt en astronom som viste en PC skjerm med et signal fra teleskopet. Astronomen sier "Ser du?" Men skeptikeren ser ikke annet enn en samling punkter på skjermen; astronomen forklarer at en spektrograf viser galaksens spekter. "Men hvordan vet du det?" spør skeptikeren. Astronomen, som begynner å bli utålmodig, ber en tekniker forklare

hvordan spektrografen virker. Hva hvis skeptikeren ikke gir seg nå heller? Skal hun bygge sitt eget observatorium? Da vil hun trenge å bygge sterke allianser, mellom forskere, og hun trenger sterke allianser utenfor observatoriet for å bygge et observatorium som kan levere inskripsjoner hun kan bruke. Det er dette som er "teknoscience", for hver aktive forsker i observatoriet (bortsett fra at de i praksis sitter på kontoret og observerer over internett) er det mange flere utenfor observatoriet for å sikre arbeidsro og tilstrekkelig ressurser inne i observatoriet. Målet er at skeptikeren begynner "å se": Når faktumet er etablert, har teksten (for naturviterens praksis) blitt gjennomsliktig; det naturvitenskapelige fenomenet framstår som direkte tilgjengelig.

Ett av de avgjørende instrumentene bak Hubbles diagram er spektrografen. Den sprer lyset fra galaksene som kommer gjennom teleskopet ut til et spektrum hvor en kan se alle regnbuens farger. I dette spektret studerer astronomene linjer som viser tilstanden til stoffer der lyset ble sendt ut. Den som utfordrer Hubbles tolkning vil før eller senere bli ledet til dette instrumentet etter å ha utfordret artiklene. Hele prosessen med å utfordre innebærer å åpne svarte bokser som har vært forsøkt lukket. Selve spektroskopet er en svart boks så lenge alle er enige om at det fungerer og ingen betviler at det gir spektra som kan analyseres og som kan brukes til å argumentere for det ekspanderende univers. Hvis ikke skeptikeren nøyer seg med å utfordre tekstene, må instrumenter og deres inskripsjoner i neste tur utfordres. Eksemplet med Big Bang teorien viser at i laboratoriet (eller observatoriet) ser vi ikke naturen slik den er; vi ser komplisert utstyr og inskripsjoner. Latour definerer instrument som en innretning som lager tegn som brukes i argumentasjon. På veien fra instrumentet oppstår kaskader av inskripsjoner når tegnene fra instrumentet blir omformet gjennom en tolkningsprosess hvor forskerne starter bevegelsen fra snakkeboble til faktum; slik begynner forskerne "å se".

Latour har en forståelse av vitenskapshistorie og natur som framstår som mer egnet som forklaringsmodell når en kontrovers pågår. Vi kan forstå bedre hvordan naturvitenskapen, eller teknoscience, fungerer når det ikke er klart hvem som har vunnet; vi får bedre innsikt i hva det kreves å utfordre kunnskap, hvilke strategier forskerne har for å utfordre hverandre og for å bringe kontrollen til en avslutning i form av konsensus.

Fra prosess til "svart boks" i naturvitenskapens språk

Det naturvitenskapelige språket har også sine bokser, selv om disse oppleves som gjennomsliktige for en leser som kan knytte sammen deler til helhet på tvers av ulike representasjoner. Det naturvitenskapelige språket er en spesialisering av hverdagspråket som speiler de spesialiserte hensiktene og funksjonene som naturvitenskapen har i samfunnet. Dette gjør at det fagspråket blir vanskelig tilgjengelig for elever. I Hallidays funksjonelle språksyn (Halliday, 1993) er dette en utvikling hvor prosesser (setninger med verb) blir pakket sammen til "ting", substantiv. For eksemplet kan setningen

"Fjerne galakser flytter seg fra hverandre" pakkes sammen til uttrykket "ekspansjon".

Et annet eksempel:

"Alt stoff var samlet i en liten kule med ufattelig høy tetthet og temperatur"
kan pakkes sammen til "Det store smellet".

Dette er en språklig ressurs som er viktig fordi

- Det blir mulig å destillere mening fra det konkrete til det abstrakte.
- Prosessene kan inngå i relasjoner mellom begreper og gis ulike kvaliteter, i eksempelet overfor så kan nominaliseringen "temperatur" gis kvaliteten "ufattelig høy". Slike kjeder av modifikatorer kan bli ganske lange i naturvitenskapelige tekster!

Davis Baird (2004) har et perspektiv på vitenskapelige instrumenter som står nær Latour. Han vektlegger at instrumenter rommer, eller bærer kunnskap ved at de kan framvise et fenomen på

en pålitelig måte, selv om instrumentets funksjon ikke er forstått eller er omdiskutert. Teknologien er i dette bildet et selvstendig kunnskapsdomene (også poengtert av andre forskere på teknologiens historie, som Staudenmaier (1985)). Kunnskapsutvikling skjer både gjennom å bygge bokser i språket, og i form av teknologi.

De kunnskapsbyggende prosessene i naturvitenskapen innebærer dermed å bygge bokser som både språklige og tekniske verktøy. De møtes i instrumentet, i dette tilfellet spektrografen, som kan bidra til teoribygging (språklige bokser) gjennom argumentasjon når den selv fungerer som svart boks.

ULIKE NIVÅER PÅ NATURVITENSKAPEN SOM PROSESS I UNDERVISNINGEN

Utviklingstrekkene i de ulike framstillingene diskutert over kan oppsummeres slik: I læreboken Tellus er universets ekspansjon tilgjengelig for direkte observasjon, og Big Bang følger logisk av det. Dette er ikke en kritikk av framstillingen all den tid teksten ikke forsøker å synliggjøre naturvitenskap som prosess. I læreboken Trigger, som er knyttet til LK06 læreplanen, pekes det på et tidsspenn fra ideen om Big Bang til det kom empirisk støtte som overbeviste mange astronomer. I Kraghs kapittelframstilling kommer et antall sentrale personer til syne, og utviklingen følger ikke en rett linje. I Kraghs bokframstilling av Big Bang teorien blir forskersamfunnet som argumentasjonsfellesskap tydelig, og et vendepunkt kommer når naturen går fra å være årsak til konsensus til å bli resultatet av konsensus. Å forstå naturvitenskapelige prosesser uten fasit i hand (naturen er resultatet av konsensus) har vært Latours anliggende.

Denne artikkelen er en utforskning av hvordan fokus på naturvitenskapen som prosess kan arte seg og hvilke ansatser som kan brukes. Det er imidlertid ikke hensikten her å foreslå konkrete undervisningsopplegg. Noe vil likevel sies.

Det synes klart at lærer og elever er avhengig av ulike kilder for å bruke vitenskapshistorie i undervisningen. Et didaktisk valg er da hvor vekten skal ligge mellom læreren som formidler og som tilrettelegger og veileder i forhold til elevenes egen utforskning av et emne. En mulighet er at læreren setter elevene på sporet av stoff om enkeltforskere som det arbeides med i grupper, og så settes bildet sammen i plenum. Nedenfor pekes på noen grep som kan fungere dramaturgisk for å gå dypere i prosessdimensjonen i et tema.

Et utgangspunkt for å trekke inn prosessdimensjonen er å gjøre elevene oppmerksomme på at det er en prosess som ligger bak etablering av fakta. Et første steg kan dermed være å sammenligne framstillingen i to læreboktekster som vist i figur 1 og figur 2. Læreren kan peke på uttrykk som fungerer som svarte bokser. Disse kan dernest brukes til å pirke i framstillingen i form av kritiske spørsmål til tekstene:

Hva menes med at astronomene "ser"? (Hvordan det tok astronomene tid å sette sammen dataene til å bli et bilde av et univers i ekspansjon, og deretter å utvikle en modell for "Det store smellet")

Var det alle astronomer som "så"? (Læreren kan finne litteratur på Steady State teorien)
Hvordan kommer forskerne fram til et faktum, hvordan begynner forskere å "se"? (Forskere, tolker, spekulerer, bruker metaforer, forklarer, presenterer, omformer osv. i et forskerfellesskap. De ser ikke fakta direkte).

KONKLUSJON OG IMPLIKASJONER

Det er flere nivåer eller styrkegrader i å åpne for prosessiden bak et faktum, avhengig av hvor mye en fokuserer på steder, personer eller tidsintervaller. Ulike foki kan beskrives som:

1. Vise at en teori har utviklet seg over en periode på flere tiår med noen av de sentrale navnene: Einstein, Lemaître, Friedman, Hubble, Gamow; at mange forskere som forskerfellesskap stod bak.
2. Vise hvordan teorien har utviklet seg over tid: Ikke en rett fram bevegelse, resultater blir glemt og tatt fram igjen, konkurrenter kommer og går, flere brikker faller på plass. Det er ikke direkte sammenheng mellom motstridende data og endringer i teoriverket, utviklingen kan skje i sprang (Kuhn, 1996).
3. Vise hvordan forskere jobber mens kontroversen pågår; hvordan de bygger fakta "svarte bokser"; språklig og instrumentelt.

Hvis det faglige fokuset er det sentrale, vil det være 1 og 2 som kanskje blir viktig. I et allmenndannende perspektiv, hvor det handler om å forstå "teknoscience" blir 3 viktigere. Det viktigste dilemmaet er hva som skal være førende; prosessen eller den ferdig etablerte kunnskapen. Når måten forskerne arbeider på fokuseres uten at en vet hva som blir utfallet, må den etablerte kunnskapen komme i bakgrunnen, hvis den blir tydelig går vi fra 3. til 2. eller 1. i punktene over.

Latours fokus på "science-in-action" åpner muligheter for at noen av normene og rollene i utforskende arbeidsmåter kan gjenskapes i klasserommet. Vi så ovenfor at et helt sentralt aspekt når talspersonen skulle overbevise skeptikeren, var at skeptikeren måtte "se" det samme som talspersonen: Lysstriper måtte ses som spektra fra galakser, og striper i disse igjen måtte ses som uttrykk for universets ekspansjon. Å "se" dette gir seg ikke selv; data taler ikke for seg. Det samme foregår i naturvitenskapelige artikler da med tekstlige representasjoner: Leseren ledes gjennom teksten til å komme til samme konklusjon som forfatterne; andre måter å tolke tegnene i teksten på blir argumentert mot. Som en del av sosialisering inn en spesialisert faglig diskurs, lærer elevene å se verden på nye måter gjennom begrepsdanning og en ny måte å bruke språk på. Å lære å se skjer samtidig med at de lærer naturfagets spesialiserte språk (Jewitt, 2006). En mulighet er å gi rollen som "talperson" og "skeptiker" til elever når de skal dele og drøfte empiriske resultater med hverandre.

I naturfag lærer elevene implisitte syn på hvordan kunnskap blir til. Når forskningsprosesser blir sterkt komprimert i lærebokas framstilling kan de formidle en type "direkte rapportering" som også synes å være typisk for elevenes eksperimentelle arbeid, med lite rom for refleksjon. (af Geijerstam, 2006; Tiberghien, Veillard, Le Maréchal, Buty, & Millar, 2001). Knain (2001) fant et bilde av naturvitenskapelige prosesser som individsentrerte i lærebøker. Det er individer som gjør oppdagelser gjennom eksperimentelt arbeid. Behovet for å tolke og argumentere over empiriske data underkommuniseres. Slike framstillinger er ikke egentlig uriktige. Men de er framstilt for et bestemt formål; når en prosess som strekker seg over flere tiår skal presenteres over kanskje en halv side og det skal være klart hvordan akkurat dette faktumet ble oppdaget, må noe framheves og noe velges bort. Det er da lett å miste at data kan være omstridte, uklare og kan tolkes på flere måter "in action". Dette er et perspektiv som er viktig for å skjønne kontroverser elevene møter i verden utenfor skolen, og er dermed viktig for elevenes allmenndannelse (Kolstø, 2008).

Denne artikkelen har pekt på hvordan veien videre fra en minimumsvariant av naturvitenskapens prosessdimensjon kan utvides i forhold til ett bestemt case. Hensikten har ikke vært å peke på generelle trekk ved naturvitenskapelige metoder, det er omdiskutert i fagdidaktisk litteratur i hvilken grad en kan snakke om en generell naturvitenskapelig metode. I alle tilfeller kan den viktigste verdien i elevenes utbytte ligge i å gå inn i konkrete faglige utviklingsforløp slik at den idemessige utviklingen, den enkelte forskerens bidrag og betydning av kontroverser og argumentasjon i et forskersamfunn kan tre fram.

SLUTTNOTE

Denne studien er del av prosjektet "Elever som forskere i naturfag" (ElevForsk) finansiert av Norges forskningsråd gjennom programmet Praksisrettet FoU for barnehage, grunnsopplæring og lærerutdanning (PraksisFoU).

LITTERATUR

- af Geijerstam, Å. (2006). *Att skriva i naturorientande ämnen i skolan*. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. Studia Linguistica Upsaliensia, 3.
- Baird, D. (2004). *Thing knowledge. A Philosophy of Scientific Instruments*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Ekeland, P. R., Johansen, O.-I., Rygh, O., & Strand, S. B. (1997). *Tellus 8. Natur- og miljøfag for ungdomstrinnet*. Oslo: Aschehoug.
- Finstad, H. S., Kolderup, J., & Jørgensen, E. C. (2006). *Trigger 8*. Oslo: Damm.
- Halliday, M. A. K. (1993). On the Language of Physical Science. In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing science. Literacy and Discursive Power* (pp. 54-68). London & Washington D. C.: The Falmer Press.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Jewitt, C. (2006). *Technology, Literacy, Learning. A multimodal Approach*. London & New York: Routledge.
- Knain, E. (2001). Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(3), 319-329.
- Kolstø, S. D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Science & Education*, 17, 977-997.
- Kragh, H. (1996). *Cosmology and Controversy. The Historical Development of Two Theories of the Universe*. Princeton: Princeton University Press.
- Kragh, H. (1999). *Quantum Generations. A History of Physics in the Twentieth Century*. Princeton: Princeton University Press.
- Kuhn, T. S. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Latour, B. (1987). *Science in Action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Matthews (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York and London: Routledge.
- Staudenmaier, J. M. (1985). *Technology's Storyteller*. London & Cambridge: The Society for the History of Technology & The MIT Press.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.-F., Buty, C., & Millar, R. (2001). An Analysis of Labwork Tasks Used in Science Teaching at Upper Secondary School and University Levels in Several European Countries. *Science Education*, 85, 483-508.
- Utdanningsdirektoratet (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet*. Oslo.

Karolina Broman is a PhD student in science education research at Umeå University. She works at teacher education and in her thesis project context-based chemistry is studied.

Margareta Ekborg is associate professor at School of Education at Malmö University. Her research interest is socio-scientific issues with a special focus on environmental education.

Dan Johnels is professor in organic chemistry at Umeå University. His research interest is the chemistry of modified fullerenes.

KAROLINA BROMAN

Department of Science and Mathematics Education, Umeå University, Sweden
karolina.broman@matnv.umu.se

MARGARETA EKBORG

School of Education, Malmö University, Sweden
margareta.ekborg@mah.se

DAN JOHNELS

Department of Chemistry, Umeå University, Sweden
dan.johnels@chem.umu.se

Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools

Abstract

Explanations for a decline in the number of students studying chemistry at advanced level all over the world have been sought for quite some time. Many students do not find chemistry relevant and meaningful and there have been difficulties in developing school chemistry courses that engage students sufficiently and tempt them to further studies in the field. In this study, Swedish upper secondary school students ($N_s=372$) and their teachers ($N_t=18$) answered a questionnaire on their experiences of the content and the working methods of their chemistry course. They were also given the opportunity to express ideas on how to make chemistry courses more interesting and meaningful. The results point out some subject areas as both easy and interesting, e.g. atomic structure; while other areas are hard to understand but still interesting, e.g. biochemistry. The students find chemistry lessons teacher-centred, something they appreciate. When teachers and students gave suggestions on how to improve the relevance of chemistry education at upper secondary level, more laboratory work and connections to everyday life were the most common proposals. But on the whole, these students seem quite satisfied with their chemistry courses.

BACKGROUND

In many countries, as in Sweden, there has been a decline in the number of students studying chemistry at the university level. Many studies have tried to explain why students, when leaving upper secondary school, are not interested in taking chemistry at the tertiary level. The low interest has, of course, not only one cause but is attributed to a number of different reasons. Twenty-five

countries from all over the world have in a project presented their educational systems focusing on chemistry education (Risch, 2010). Even though some countries have successful educational systems according to international tests like PISA and TIMSS (e.g. Finland and Singapore), most of the 25 countries report on students with negative opinions about chemistry. One of the conclusions drawn from the project is that countries with successful educational systems seem to have competent teachers who want to work as teachers (Risch, 2010). The importance of teachers is also emphasized by many other researchers (e.g. Osborne & Dillon, 2008).

The relevance of chemistry

Unfortunately, science and especially chemistry courses are often felt to be irrelevant to students' everyday life (Aikenhead, 2006; Bennett, Gräsel, Parchmann, & Waddington, 2005; Bulte, Westbrook, de Jong, & Pilot, 2006; Gilbert, 2006; Hofstein & Kesner, 2006; Millar, 2006; van Aalsvoort, 2004a, 2004b). Aikenhead (2006) argues that science content included in school courses seldom is applicable in everyday life, and most students have problems finding the science content meaningful even though the context in itself might be relevant. The lack of relevance in chemistry has been studied from many different starting points. van Aalsvoort (2004a; 2004b) has analysed chemistry education from two different theoretical perspectives, activity theory and logical positivism, and shows that the former has a potential to connect knowledge with practice which makes chemistry more functional, multi-perspective and situated. From these results he has written a chemical education textbook with the activity theory as starting point and claims that it solves the problem of lack of relevance. In another effort to make chemistry studies more relevant, context-based chemistry courses have been developed (Bennett & Lubben, 2006; Bulte et al., 2006; Gilbert, 2006; Hofstein & Kesner, 2006; Parchmann et al., 2006).

The difficulty of chemistry

Besides the problem of relevance, there is a belief that science is very difficult to study (Bennett et al., 2005; Bulte et al., 2006), and there is also an apparent curriculum overload in science courses (Bennett et al., 2005; Gilbert, 2006). The overload problem seems to be an issue for both conventional and more context-based courses (Bennett et al., 2005). In order to understand why students find science difficult, research projects have tried to reveal the main obstacles. Misconceptions and problems with models and modelling are often mentioned as important impediments for students (de Jong & Taber, 2007; Gilbert & Treagust, 2009). Concerning models, many different areas within chemistry have been studied and problems with visualization of models have been established (de Jong & Taber, 2007; Gilbert, Reiner, & Nakhleh, 2008). It is a challenge for students to move between the different levels used to visualize models, the 'triplet levels' defined by Johnston (i.e. macro, sub-micro and representational levels). Gilbert and Treagust (2009) discuss these triplet levels, and they show the problems students have in understanding the relationship between the levels: i.e. difficulties in moving between the three levels; misconceptions particularly with regard to the sub-micro level; no connection to the observable macro level; and to understand the complex rules used at the representational level. Drechsler (2007) describes students' and teachers' difficulties with models in the specific area of acids and bases. He claims that teachers often do not emphasize the different models (e.g. Lowry-Brønsted model and Lewis model) to describe acids and bases, and this mix of models makes it complicated for students to understand the chemistry content. The textbook is an important source of content knowledge, and it is essential for textbooks to clearly explain the different models, not giving a too simplified or over-generalized picture (Aikenhead, 2006; Drechsler, 2007; Nelson, 2006). Models, modelling and visualization are fundamental and a competent chemist must be able to move freely between these levels of representation.

Interest in chemistry

For these reasons, many countries are experiencing problems of engaging students in advanced study of natural science, especially chemistry and physics. Schreiner and Sjøberg (2007) refer to

several studies which identify subject interest as a key criterion, and even though students' abilities are important, high-achievers do not choose to study science further at the university level. Students in Western countries seem to show less interest in school science than students from less economically-developed countries (Schreiner & Sjøberg, 2007). In a research project on Swedish ROSE-data, secondary students' opinions about the science content and their science lessons were investigated (Jidesjö, Oscarsson, Karlsson, & Strömdahl, 2009). They found students' interest to be partly gender-dependent, but claim that students in late secondary school in general want to learn about areas like health, diseases and space. Areas more directly associated with chemistry, for instance response options like 'atoms and molecules', are marked as one of the least interesting by students in the ROSE-study (Jidesjö et al., 2009; Schreiner, 2006). There is, of course, a question of interpretation regarding what students define as school chemistry; health can obviously be perceived as chemistry. We can therefore conclude that there is still a need to investigate in more detail students' opinions about chemistry, first of all we have to learn about what students classify as chemistry and thereafter we have to discuss what can be done to improve the current situation with just a few students studying chemistry at tertiary level.

AIM AND RESEARCH QUESTIONS

The aim was to investigate opinions about chemistry held by students and their teachers at the Natural Science Programme after completing their compulsory chemistry courses. This paper addresses the questions:

- *Which areas of chemistry do upper secondary school students find difficult or easy, interesting or not interesting?*
- *How do students apprehend the working methods during their chemistry lessons, and what recommendations do students and teachers suggest for making chemistry in upper secondary school more meaningful and interesting?*

It is important to point out that the students' thoughts about the different areas are not explicitly related to their achievements.

SAMPLE AND SAMPLE SIZE

The Swedish upper secondary school

This study is carried out in the Swedish upper secondary school which consists of 17 national programmes. Chemistry is studied primarily by students at the Natural Science and the Technology Programmes. According to statistics from the Swedish National Agency for Education about 11,5 percent of a class cohort studied the Natural Science Programme and 5 percent the Technology Programme in the 2009/2010 school year (Swedish National Agency for Education, 2010). Age groups in Sweden at upper secondary school is currently about 130 000 students (Swedish National Agency for Education, 2010). The Swedish upper secondary school has a course-based curriculum; students have some compulsory courses and others are optional. Within chemistry, there are three chemistry courses; Chemistry A, B and an extension course. Depending on programme, different courses are compulsory or optional. At present, about half of the students who take the A-course also take the B-course and only a fraction of the students take the extension course (Swedish National Agency for Education, 2010).

Selection and data acquisition

A questionnaire was completed by $N_s=372$ upper secondary students ($N_s=163$ female and $N_s=206$ male) and their $N_t=18$ chemistry teachers at the Natural Science Programme. A translation of the student and teacher questionnaires are available in Appendix A and B. The students, aged 18-19 years, had just finished their compulsory A- and B-chemistry courses. The selection of respondents was not entirely random since the questionnaire was sent to interested chemistry teachers

who participated voluntarily. Teachers were selected from contacts through the Swedish Chemical Society, and the questionnaire was distributed to eight schools in five towns in different parts of Sweden. All teachers contacted volunteered and all students who were present at the lesson, when the questionnaire was filled out, took part in the study. Students and teachers completed the questionnaire anonymously.

METHOD

The questionnaire

Both students and teachers were asked similar questions about their opinions on chemistry. From the syllabi for the A- and the B-course in chemistry (Swedish National Agency for Education, 2000) ten different headings – in this article named areas – were chosen as response options (i.e. atomic structure, chemical bonding, chemical calculations & stoichiometry, chemical equilibrium, organic chemistry, biochemistry, acids & bases, energy/enthalpy, oxidation & reduction, and chemical analysis). The areas were chosen based on the syllabi and from the content presented in different chemistry textbooks (Lüning, Nordlund, Norrby, & Peterson, 2009; Pilström et al., 2007). The chemistry content in these textbooks is similar to content studied in other countries (Risch, 2010).

In the first part of the questionnaire, the students were asked which three areas they found easy or difficult, and most interesting or least interesting. Teachers were asked questions about what they considered easy or difficult to teach and their opinions of students' views about the different areas. The teachers were also given an opportunity to explain their thoughts about their students' views.

The second part of the student questionnaire consisted of questions about working methods in the classroom; student-centred approaches (e.g. 'students do laboratory work' or 'teacher and students discuss together') and more structured teacher-directed approaches (e.g. 'teacher talks and asks questions' or 'teacher is demonstrating something'). These questions considering working methods were copied from the latest Swedish national evaluation for compulsory school for possible future comparisons (Swedish National Agency for Education, 2004). The students' experiences about how they best learn chemistry were compared to how often the different working methods were used. The teachers were not asked about the working methods in their questionnaire.

At the end of the questionnaire, both students and teachers were given an open question about how chemistry education could improve and become more meaningful and interesting.

Data analysis

The empirical data were gathered; percentages were calculated and analyzed with SPSS 18.0. Since students and teachers were instructed to select three areas out of ten as easy, difficult and more or less interesting respectively, the sum of percent within each category is 300. As a consequence of some students only marking two areas instead of three, the sum in three of the categories (difficult, most interesting and least interesting) falls below 300.

RESULTS

Students' view of different areas in chemistry

The most obvious result is that 82% of the students in this study identified 'atomic structure' as easy when asked to choose three easy areas in chemistry out of the ten selected areas. 'Acids & bases' and 'chemical calculations & stoichiometry' were likewise considered moderately easy (42% and 36% respectively). On the other hand, 'analytical chemistry', 'energy/enthalpy' and 'biochemistry' were considered difficult (44%, 41% and 40% respectively). The areas marked as easy or difficult

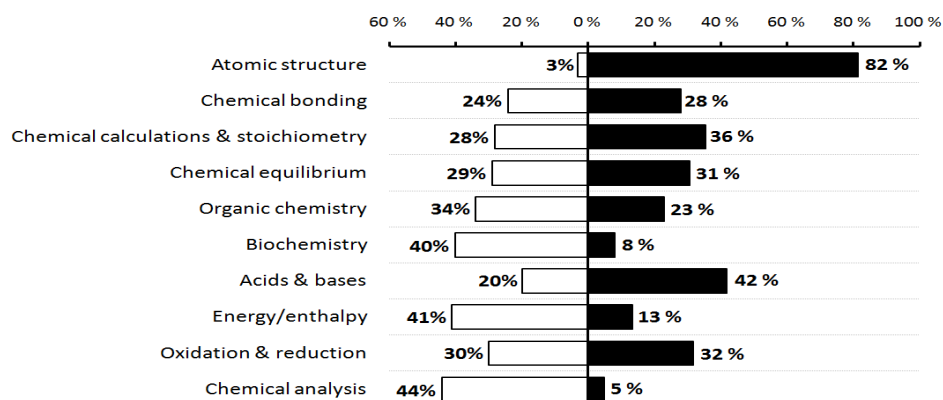


Figure 1. Students' ($N_s=372$) answers in percent indicating the three areas they found easiest and most difficult respectively. Areas identified as easy are marked black and difficult areas are marked white.

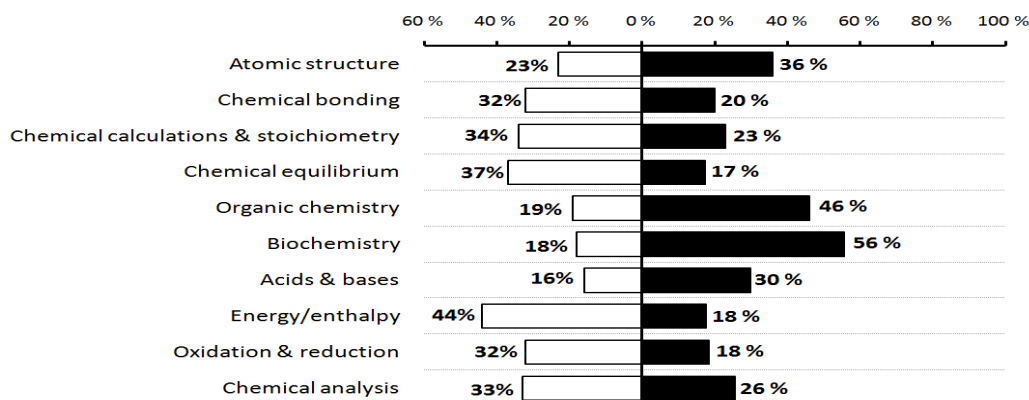


Figure 2. Students' ($N_s=372$) answers in percent indicating the three areas they found most and least interesting respectively. Areas identified as most interesting are marked black and least interesting areas are marked white.

are presented in figure 1. When discussing interesting areas, the students stated 'biochemistry' and 'organic chemistry' as most interesting (56% and 46% respectively) and 'energy/enthalpy' as least interesting (44%). The students' interests in the areas are presented in figure 2. There were minor gender differences in students' view of the different areas and therefore no detailed results are presented. Crosstabulation of the aforementioned areas show small differences between boys and girls (range between 45 and 55%) with one exception, the opinion that biochemistry is a difficult area, where 61% are boys and 39% are girls.

Teachers' view of different areas in chemistry

The students' teachers ($N_t=18$) were asked which areas they themselves found easy or difficult to teach, and the result was almost unanimous. Most teachers ($N_t=14$) found it easy to teach 'atomic structure', 'chemical calculations & stoichiometry' and 'oxidation & reduction' because these areas have many simple and clear rules to follow. The teachers thought it was difficult to teach 'bioche-

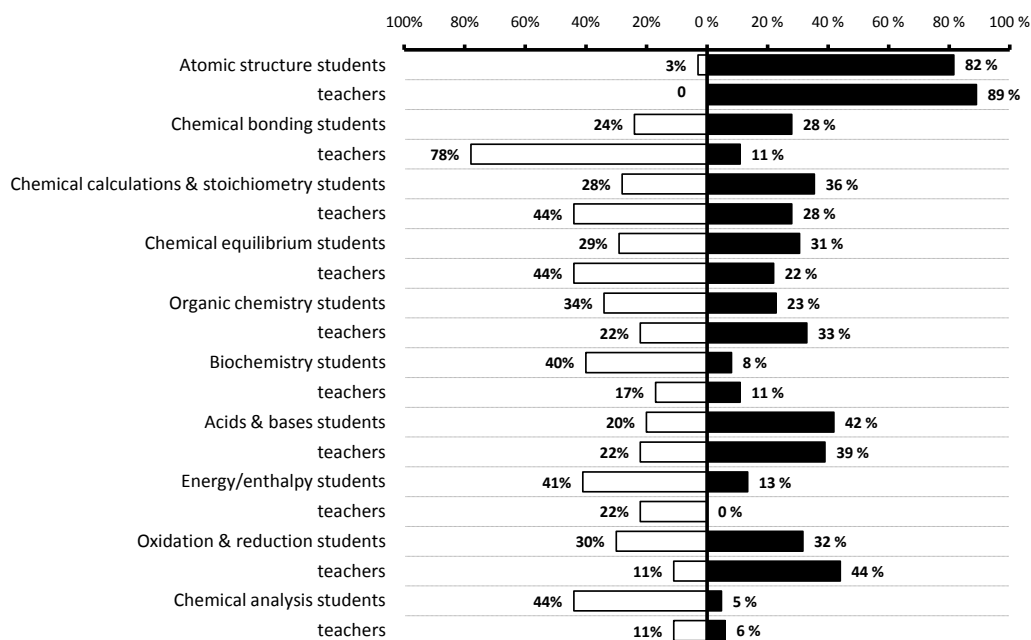


Figure 3. Students' ($N_s=372$) view of different areas in chemistry compared to their teachers' ($N_t=18$) ideas about how their students experience chemistry. Areas identified as easy are marked black and difficult are marked white.

mistry' and 'chemical bonding' since these areas were vast and abstract. They were clear about what their students found easy (i.e. 'atomic structure') because of the aforementioned simple and clear rules, but were not as aware of the students' difficulties. The students' view of chemistry areas compared to their teachers thoughts about their students' opinions are presented in figure 3. The teachers thought students found 'chemical bonding' hard; an area students in fact considered quite easy. In addition, the teachers were not aware of areas students found difficult ('biochemistry' and 'chemical analysis').

Students' view of their chemistry lessons

Working methods in chemistry classrooms were examined in the student questionnaire to try to get a picture of their chemistry lessons. The results reveal very teacher-centred lessons. Almost all students (93%) report their teacher talking and asking questions in every lesson. But students are in general satisfied with this; 85% think they learn chemistry well or very well when the teacher conducts lessons in this way. The same percentage of students think they learn chemistry well or very well when discussing chemistry both with classmates and the teacher, but this working method is used more seldom. Laboratory work is on average done once every two weeks, and 76% of the students think they learn chemistry well or very well by doing experimental work. The method students found least effective was to work on their own, but still 67% thought they learn chemistry well or very well when they work with assignments individually.

Finally, both students and their teachers were requested to make suggestions on how to make chemistry more meaningful and interesting, and answers were given without any response options. More than 65% ($N_s=243$) of the students and all of the 18 teachers responded to this question. Both groups gave the same recommendations; first of all, they wanted more laboratory and practi-

cal work, and secondly, both students and teachers suggested that chemistry education should be more closely connected to everyday life situations. Many students also emphasized the importance of teacher's competence and teachers stated a need for more classroom time.

DISCUSSION

Atomic structure is easy

Atomic structure is one of the most scrutinized chemistry concepts, often identified as a threshold concept fundamental for mastering further understanding (de Jong & Taber, 2007; Francisco, Nakhleh, Nurrenbern, & Miller, 2002; Niaz, Aguilera, Maza, & Liendo, 2002; Park & Light, 2009). Therefore, it is remarkably that 82% of the students found 'atomic structure' easy to understand. Their teachers were fully aware of their students' apprehension and mentioned distinct rules as an explanation for this student view. According to the Swedish ROSE-study, teachers' are still selecting the area as the most important to teach even though students in this study find it easy (Oscarsson, Jidesjö, Karlsson, & Strömdahl, 2009).

Park and Light (2009) have studied the concept of atomic structure and maintain that one problem with previous research has been in focusing on students' difficulties, while not providing advice to teachers how to proceed and solve these difficulties. de Jong and Taber (2007) have discussed recurrent conceptual difficulties that students have regarding atomic structure, both the shell model and the orbital model. One possible explanation for this contradictory result, that the students find the area easy, could be that Swedish upper secondary students seldom study the orbital model. The textbooks used by the students in this study do not treat the orbital model at any length, in one it is just mentioned in a footnote, possibly not even read by the students (Lüning et al., 2009). In this way, many students might not have heard of more than the shell model, which is considered easier to understand. Atomic theory is in the curriculum presented in a descriptive manner, something van Aalsvoort (2004b) associates with chemistry education's connection to logical positivism. Logical positivism influences chemistry education and causes, according to van Aalsvoort, chemistry's lack of relevance. Niaz et al. (2002) claim problems with the focus of factual knowledge and show that students need to think, argue, reflect and discuss the content to develop understanding of the atomic structure. Of course, no conclusions can be drawn from this questionnaire about how teachers have presented the area of atomic structure, but Nelson (2006) and van Aalsvoort (2004b) note the textbooks' apparent influences on teaching.

There might also be a problem for students with the concept of models in general, since it is not always obvious that the description of atomic structure is a model. Drechsler (2007) points out this clarity problem: models are often presented in an introductory chapter of a textbook and thereafter students are considered to "know about" and use models. Even though teachers are aware of this problem, they do not know how to relate to different models in a teaching situation. The importance of competent teachers emphasized by Osborne and Dillon (2008) and Risch (2010) must not be neglected, especially in teacher education.

Atomic structure is interesting

Atomic structure is apprehended easy by these students, as well as interesting. The area is stated third most interesting after biochemistry and organic chemistry. Students finding atomic structure interesting contradicts Swedish results from the ROSE-study where 'atoms and molecules' are presented as one of the most uninteresting parts in science (Jidesjö et al., 2009). One explanation might be that the ROSE-study is undertaken with 15-year-olds in secondary school and this study is focusing on older students at the Natural Science Programme. Since atomic structure is one of the first areas dealt with in the chemistry course and the atom is a concept in constant use throughout chemistry, students probably understand its significance.

Biochemistry is interesting and difficult

It is also notable that one area in chemistry is very interesting but at the same time difficult to learn; biochemistry. Biochemistry has many connections to the human body and health, very interesting topics for many students (Jidesjö et al., 2009; Schreiner, 2006). On the other hand, biochemistry is often considered to be a broad area with high level of detail, where much text must be read and only a few general rules are to follow. The teachers in this study agree and claim biochemistry to be a comprehensive and abstract area. Another problem in biochemistry might also be modelling and the shift between macro, sub-micro and representational/symbolic levels. Chemical phenomena are often presented in textbooks at the symbolic level, although they are explained at the, not observable, sub-micro level. Students have problems linking and relating these macro-micro-levels, and therefore Meijer, Bulte and Pilot (2009) have suggested new levels in between; the meso levels. The aim is to help students understand the relation between macroscopic phenomena and microscopic representations by using intermediate meso levels. Meijer, Bulte and Pilot have inquired into student's capacity to see structure-property-relationships in organic and biochemistry, and studying subjects related to everyday life such as gluten-free bread and bullet-proof vests. They illustrate students' problems with the scale, ranging from 10^{-1} m (macro) to 10^{-8} m (micro) in the discussion of gluten-free bread.

It is important, however, to be aware of the restrictions in drawing conclusions from a questionnaire result and to bear in mind that students in this study only gave responses to the areas as headings; their understanding has not been examined. It is not possible to know how students and teachers interpreted the questions and headings, nor is it feasible to measure individual students' level of difficulty or interest compared to each other. In spite of this, the results can pave the way for subsequent qualitative studies where students' opinions of and knowledge in chemistry can be investigated.

The working methods make students satisfied

When students were asked about working methods, they seemed quite satisfied with the situation. Chemistry lessons are often teacher-centred with a teacher talking or discussing with students. As earlier mentioned, even with the method least appreciated by students, i.e. when students work on their own, 67% of the students still think they learn chemistry well. Teacher-centred methods have been studied in relation to the teachers' educational beliefs, for instance general beliefs about education, the nature of the subject and curriculum goals (van Driel, Bulte, & Verloop, 2007). Since teachers differ in their beliefs, van Driel, Bulte and Verloop suggest organizations of regional networks to support teachers who want to diversify the approaches in their teaching. However, since students in this study seem satisfied with the working methods, perhaps other changes in chemistry education are more relevant.

Practical work, laboratory work and demonstrations are regarded as fundamental working methods, something mentioned by both students and teachers in giving examples of how to enhance interest and motivation for further study of chemistry. The importance of laboratory work in science has been studied intensely within science education for many years. There have, since the late 1970s, been discussions about what students actually learn from laboratory work. Hofstein and Lunetta (2004) argue that laboratory work is an essential part of inquiry-based learning, and they claim laboratory activities based on inquiry can give students opportunities to learn and develop concepts and frameworks of concepts. Students also show improved attitudes and interest in science due to laboratory work. On the other hand, students often have problems understanding general purposes for their laboratory work and seldom use higher-level cognitive skills, since laboratory guides often follows a "cookbook" approach (Hofstein & Lunetta, 2004; van Aalsvoort, 2004b). Unfortunately, it seems as though laboratory work has been reduced in Swedish schools, possible reasons might be reduced resources, legislation about required risk assessment for laboratory work, and increased restrictions on the use of chemicals. Teachers often wish to do more practical work, but blame lack of time and money for the reduced amount of laboratory time.

Everyday life makes chemistry more meaningful

The connection to everyday life is regarded as crucial in making chemistry more meaningful, something studied in research projects on, for instance, context-based chemistry and scientific literacy courses like *Twenty First Century Science Core* (Bennett & Lubben, 2006; Millar, 2006). de Jong and Taber (2007) emphasize the use of relevant and meaningful contexts to make the chemistry curriculum less isolated from the students' real world. Relevance is often used as a determinant of what is interesting to students, and van Aalsvoort (2004a) presents four different meanings of the conception; relevance can be connected to personal, professional, social and personal/social spheres. Aikenhead (2006) shows that teachers unfortunately tend to prefer abstract decontextualized 'pure science' and therefore marginalize student-focused perspectives related to everyday life. Teachers often think it is a good idea to teach chemistry from an everyday perspective, but they can give many reasons not to implement such a curriculum in their own classroom (Aikenhead, 2006). First of all, they are used to specific disciplines from their own university programs during teacher education and are therefore loyal to the academic science community. Everyday perspectives require interdisciplinary thinking, something teachers seldom have practiced. Teachers also assert a lack of available classroom materials but when teaching materials are available, other reasons are given. Teachers fear losing control over the class, feel insecure about their role in the classroom and find it difficult to assess students' results (Aikenhead, 2006).

CONCLUSION

The role of secondary school science is often discussed with a dichotomous starting point, 'science for everyone' or 'science for the future scientist' (Millar, 2006). It is essential for these to coexist since there is a need for both future scientists as well as a well-educated public. Often there has been focus on involving everyday life in chemistry courses aimed for the public, but even students in this study, who have chosen an upper secondary school programme including elective science courses, and by this choice are possible future scientists, think it is fundamental for the school subject chemistry to be related to everyday life. These students seem quite satisfied with their chemistry courses, even though they have some suggestions for improvements (e.g. more laboratory work and connections to everyday life). Since there is a decrease in university-level chemistry students, it is important to listen to the views of these students, and their experiences are worth consideration when developing new chemistry courses and undertaking research in science education. Perhaps these satisfied students will continue their chemistry studies at university level?

From van Aalsvoort (2004a; 2004b), we concur in the importance of treating chemistry subject content as something more than factual knowledge. Students need to discuss and argue their chemistry subject knowledge with their teachers to make sure that they can go beyond basic knowledge and develop chemistry understanding. One major issue is to make sure students' awareness of the role of models within chemistry education. The significance of competent teachers cannot be emphasized enough, since they are fundamental for successful educational systems (Risch, 2010). Implications can be drawn from our study as a base for future combined qualitative and quantitative studies on context-based chemistry related to everyday life. Since questionnaires make it impossible to study the activity in the classroom, no conclusions can be drawn from this study on how teachers teach, and therefore we cannot conclude if there in fact have been connections to everyday life. It is fundamental to understand how this connection to everyday life can make students more interested in chemistry and thereby hopefully more knowledgeable. Context-based chemistry might be one way to help solving the chemistry crisis and be conducive to more chemistry students in tertiary education.

REFERENCES

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I., & Waddington, D. (2005). Context-based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry: Comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1521-1547.
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education Using Authentic Practices as Contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- de Jong, O., & Taber, K. S. (2007). Teaching and Learning the Many Faces of Chemistry. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 631-652). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Drechsler, M. (2007). *Models in chemistry education: A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools*. Karlstad University, Karlstad.
- Francisco, J. S., Nakhleh, M. B., Nurrenbern, S. C., & Miller, M. L. (2002). Assessing Student Understanding of General Chemistry with Concept Mapping. *Journal of Chemical Education*, 79(2), 248-257.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Gilbert, J. K., Reiner, M., & Nakhleh, M. (2008). *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (Vol. 3). New York: Springer.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education* (Vol. 4). New York: Springer.
- Hofstein, A., & Kesner, M. (2006). Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1017-1039.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K.-G., & Strömdahl, H. (2009). Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about in secondary science and technology and their opinions on science lessons. *Nordina*, 11(2), 213-229.
- Lüning, B., Nordlund, S., Norrby, L.-J., & Peterson, A. (2009). *Modell och verklighet Kemi B [Models and reality Chemistry B]* (2 ed.). Stockholm: Natur & Kultur.
- Meijer, M. R., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2009). Structure-Property Relations Between Macro and Micro Representations: Relevant Meso-levels in Authentic Tasks. In J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education* (4) 195-213. New York: Springer.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? [How is the textbook used by teachers and students?]. *Nordina*, 4, 16-27.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002). Arguments, Contradictions, Resistances, and Conceptual Change in Students' Understanding of Atomic Structure. *Science Education*, 86, 505-525.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.
- Oscarsson, M., Jidesjö, A., Karlsson, K.-G., & Strömdahl, H. (2009). Science in society or science in school: Swedish secondary school science teachers' beliefs about science and science lessons in comparison with what their students want to learn. *Nordina*, 5(1), 18-34.

- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. (2006). „Chemie im Kontext“: A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041-1062.
- Park, E. J., & Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student Mental Models and Troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31(2), 233-258.
- Pilström, H., Wahlström, E., Lüning, B., Viklund, G., Aastrup, L., & Peterson, A. (2007). *Modell och verklighet Kemi A [Models and reality Chemistry A]* (2 ed.). Stockholm: Natur & Kultur.
- Risch, B. (2010). *Teaching Chemistry Around the World*. Münster: Waxmann.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-Garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. University of Oslo, Oslo.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2007). Science Education and Young People's Identity Construction - Two Mutually Incompatible Projects. In D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (Eds.), *The Re-emergence of Values in the Science Curriculum* (pp. 231-248). Rotterdam: Sense Publishers.
- Swedish National Agency for Education (2010). Statistics and analysis. Retrieved December 02, 2010, from <http://www.skolverket.se/sb/d/190>
- Swedish National Agency for Education (2004). *National evaluation of the compulsory school in 2003*. Stockholm.
- Swedish National Agency for Education (2000). Chemistry syllabuses for upper secondary school. Retrieved December 02, 2010, from <http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=EN&ar=0809&infotyp=8&skolform=21&id=KE&extraId=>
- van Aalsvoort, J. (2004a). Activity theory as a tool to address the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1635-1651.
- van Aalsvoort, J. (2004b). Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1151-1168.
- van Driel, J. H., Bulte, A. M. W., & Verloop, N. (2007). The relationships between teachers' general beliefs about teaching and learning and their domain specific curricular beliefs. *Learning and Instruction*, 17(2), 156-171.

Irmeli Palmberg är akademilektor i biologins och geografins didaktik samt docent i miljöpedagogik vid Åbo Akademi Vasa i Finland. Hon är projektledare bl.a. inom den nordiska baskunskapsforskningen.

Eila Jeronen är universitetslektor i biologins och geografins didaktik samt docent i pedagogik vid Uleåborgs universitet och Lapplands universitet i Finland.

Maria Svens är forskarstuderande vid Åbo Akademi Vasa i Finland och klasslärare vid Munknäs lågstadieskola i Helsingfors i Finland.

Eija Yli-Panula är lektor i biologins och geografins didaktik vid Åbo universitet, Finland.

John Andersson är lektor vid University College Sjælland, Danmark.

Gunnar Jonsson är universitetslektor vid Luleå tekniska universitet, Sverige.

IRMELI PALMBERG

Åbo Akademi Vasa, Finland
irmeli.palmberg@abo.fi

EILA JERONEN

Uleåborgs universitet, Finland
eila.jeronen@oulu.fi

MARIA SVENS

Åbo Akademi Vasa, Finland
msvens@abo.fi

EIJA YLI-PANULA

Åbo universitet, Finland
eijyli@utu.fi

JOHN ANDERSSON

University College Sjælland, Danmark
joa@ucs.dk

GUNNAR JONSSON

Luleå tekniska universitet, Sverige
gunnar.jonsson@ltu.se

Blivande lärares (åk 1-6) baskunskaper i Danmark, Finland och Sverige – 1. Kunskaper och uppfattningar om människans biologi

Abstract

Alarming trends in science in Nordic schools, indicating a diminishing interest among students, a lack of knowledge and competence among teachers as well as a decreasing amount of science in teacher education sparked this study of student teachers in Denmark, Finland and Sweden. This quantitative and qualitative study of teacher students' views of human biology made it clear that human biology is seen as basic teacher knowledge by a majority of the students, in Finland in particular. The student teachers' level of knowledge in human biology is very low. They have difficulties in explaining basic body functions, for example in relation to the human blood circulation system. They lack understanding of how various body organs work together, a fact that makes teaching and pupil guidance more difficult. Nordic teacher education should provide more time for diagnosing and developing student teachers' critical and scientific thinking skills as well as problem-based science teaching.

INLEDNING

Enligt de internationella undersökningarna TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) och PISA (Programme for International Student Assessment) är nordiska 15-åriga elevers naturvetenskapliga kunnande över eller nära OECD-ländernas medeltal. Finlands resultat i den senaste PISA-undersökningen från 2006 med betoning på naturvetenskaper var betydligt

bättre än resultaten från något annat deltagande land (Arinen & Karjalainen, 2007). Finland har dessutom visat en uppåtgående trend i alla PISA-mätningar åren 2000, 2003 och 2006, medan Sveriges trend i motsvarande undersökningar samt i TIMSS 1995, 2003 och 2007 visar en tydlig nedåtgående trend. Danmarks och Norges resultat visar ingen klar trend, men bägge ländernas resultat blev under OECD-ländernas medeltal i den senaste PISA-mätningen (Skolverket, 2009). När dessutom intresset för naturvetenskaperna i samma åldersgrupp i hela Norden har minskat (Et Fælles Løft, 2008; Sjøberg & Schreiner, 2006), finns det anledning att undersöka orsakerna. En svensk analys av lärares uppfattningar om ämnesinnehåll visar på bristande kompetens och behörighet att undervisa i de naturorienterade ämnena hos lärare i de lägre årskurserna (Frändberg & Bach, 2009). Samma gäller de elevcentrerade arbetsmetoderna. Lärare antar ofta att eleven själv kan upptäcka naturvetenskapliga samband och skriva hypoteser utan att ha fått någon teoretisk bakgrund eller hjälp från läraren (Andrée, 2007; Lundin, 2007). En utbildning med god kvalitet förutsätter att lärarna har tillräckliga kunskaper och färdigheter att utifrån målen för utbildningen planera och genomföra en meningsfull undervisning. För detta krävs såväl ämneskunskaper som didaktisk kompetens (SOU, 2007).

Andelen naturvetenskaplig undervisning inom lärarutbildningen för lärare med inriktning mot årskurserna 1-6, har under de senaste tio åren minskat i alla nordiska länder. I Danmark saknar hälften av de lärare som undervisar ämnet natur/teknik kompetens i naturvetenskapliga ämnen (Danmarks Lærerforening, 2010). De flesta lärare för årskurserna 1-6 (klasslärare) i Finland har endast de obligatoriska 2 ECTS av högskolebiologi i sin examen, medan läget i Sverige är ännu sämre. Där undervisas detta ämne av en stor andel lärare som saknar högskolestudier i NO-ämnen (naturvetenskapligt orienterade ämnen) (Frändberg & Bach, 2009; Kärrqvist & Frändberg, 2008). Forskningen visar att speciellt blivande lärare för årskurserna 1-6 i allt lägre grad har den kunskap och de färdigheter som behövs för att framgångsrikt kunna utöva sitt yrke (Abell, 2007; Palmberg, Jeronen & Yli-Panula, 2008; Palmberg & Svens, 2010; Rice, 2005). Missuppfattningar om naturvetenskapliga fenomen är allmänna och svåra att eliminera eftersom elever och lärare oftast inte är medvetna om dem (Abu-Hola, 2004; Andersson, 2008; Clément, 2003; Palmberg, 2008; Palmberg & Svens, 2010).

Intresse för människans biologi finns i alla åldrar. Av de tillfrågade temaområdena i PISA 2006 var människans biologi det som mest intresserade OECD-ländernas elever. Totalt 68 % ansåg området vara intressant (Arinen & Karjalainen, 2007). Flickor är i allmänhet mer intresserade än pojkar. Rädsla för sjukdomar, behovet att hjälpa andra, erfarenheter och upplevelser från biologilektioner och biologiläraren i skolan anses vara de viktigaste faktorerna som påverkar intresset (Finke, Klee & Berck, 1998). Kunskap om egen anatomi och fysiologi upplevs som viktig även av blivande lärare (Palmberg & Svens, 2010). Temaområdet anses vara viktigt och nyttigt för att kunna välja hälsosamma levnadsvanor, förstå näringens och moti- onens inverkan på fysisk och psykisk hälsa (Andersson, 2008), men också för att kunna göra miljömedvetna val som beaktar naturen och naturresurserna (Palmberg & Svens, 2010).

Eftersom läraren har en central roll i utvecklandet av elevernas naturvetenskapliga begrepp och tänkande, är det viktigt att undersöka blivande lärares förkunskaper i och uppfattningar om människokroppen för att senast inom lärarutbildningen kunna bearbeta eventuella missuppfattningar och kunskapsbrister. Syftet med denna undersökning är att med hjälp av ett kvantitativt kunskapstest och kvalitativa intervjuer diagnostiskt kartlägga blivande lärares förståelsenivå beträffande människans biologi. Med *baskunskap* avser vi sådan kunskap som lärare behöver för att framgångsrikt kunna utöva läraryrket. Läraren behöver med andra ord ha en helhetskunskap och förståelse om människokroppens basfunktioner för att kunna hjälpa eleverna att nå de ämnesspecifika läroplansmålen i temat. Läraren ska inneha en betydligt högre kunskaps- och förståelsenivå än vad eleverna kommer att ha. Undersökningen är en separat del av ett större, pågående nordiskt projekt, där lärarstuderandes baskunskaper och naturvetenskapligt tänkande analyseras i syfte att utveckla lärarutbildningen i Norden.

Skillnader i skolsystem och lärarutbildning i Danmark, Finland och Sverige

En grundskola (folkeskole) omfattar såväl förskolan som årskurserna 1-9 i Danmark, Finland och Sverige. De största skillnaderna mellan dessa länders skolsystem förekommer först i den gymnasiala utbildningen. Danmark har ett treårigt gymnasium, där utbildningen börjar med ett gemensamt grundförlopp som bl.a. inkluderar grunder i naturvetenskap (biologi, fysik, kemi, naturgeografi). Efter ett halvt års studier väljer eleverna ett av minst fyra erbjudna ämnesinriktade studiealternativ, varav ett är naturvetenskapligt (Undervisningsministeriet, 2008). Finland har ett nationellt, allmänbildande gymnasium, där grundstrukturen är enligt en nationell, övergripande läroplan (Grunderna för gymnasiet läroplan, GGL, 2003). Naturvetenskapliga ämnen ingår som såväl obligatoriska ämneskurser som valbara fördjupningskurser. Gymnasieskolan i Sverige består av nationella program, specialutformade program och individuella program. Det finns totalt 17 nationella gymnasieprogram. Dessa innefattar alltid åtta s.k. kärnämnen, varav ett är naturkunskap (Skolverket, 2006a). De för alla obligatoriska gymnasiestudierna inkluderar naturvetenskap/naturkunskap i Danmark och Sverige, medan de i Finland består av separata kurser i biologi, fysik, kemi och geografi.

Den danska lärarutbildningen för lärare i klasserna 1-9 (10) är en fyraårig seminarieutbildning på kandidatnivå (240 ECTS). I Finland och Sverige är lärarutbildningen forskningsbaserad och en del av universitets- eller högskoleutbildningen. I Finland leder den till magisterexamen efter fem år (300 ECTS), men i Sverige varierar den beroende på nivå och inriktning. Grundnivån i lärarexamen i Sverige (SFS, 2007) omfattar 180-210 ECTS och ger kompetens för förskola, förskoleklass, fritidshem och grundskolans tidigare år. För en avancerad nivå för grundskolans senare år och gymnasieskola behövs 240-330 ECTS. I Danmark och Sverige (för år 1-9) kan lärarstuderandes ingångsnivå vara låg, medan nivån i Finland anses vara relativt hög som en följd av speciella antagningsprov och lärarutbildningens popularitet. Däremot har lärarutbildningen i Sverige och Danmark låg status och låga inträdeskrav (Komparativt studium af de nordiske læreruddannelser, 2009; SOU, 2009). Bestämmelse angående ämneskunskap inom lärarexamen finns klarast beskrivet i svensk högskoleförordning, där de studerande ska "visa sådan kunskap i ämnen eller inom ämnesområden som krävs för den verksamhet som utbildningen avser, inbegripet kunskap om ämnets eller ämnesområdets vetenskapliga grund, och om relevanta metoder inom verksamheten samt visa insikt om aktuella forskningsfrågor" (SFS, 2007, s. 3). Detta motsvarar innehållet i vår definition om baskunskap.

Vad läroplaner och övriga styrdokument i Norden betonar angående människans biologi

De styrdokument som skall ge ramarna för undervisningen i skolan har olika omfattning och preciseringsgrad i de nordiska länderna. Danmark har ett flertal ämnesspecifika styrdokument, där både mål och innehåll preciseras. Det nyaste styrdokumentet för grundskolan, Fælles Mål 2009, omfattar nya mål och innehållsbeskrivningar för förskolan och reviderar därmed "fagformål, slutmål, trinmål og læseplaner for skolens fag og emner". Undervisningen i gymnasiet styrs av speciella vägledningar på olika nivåer inom ämnena. I Finland finns både omfattningen och innehållet preciserade i de nationella läroplanerna för grundskolan respektive gymnasiet, medan de i Sverige beskrivs som allmänna mål i läroplanen, kompletterade med program mål och ytterligare preciserade i separata kursplaner. Kunskap kommer till uttryck i olika former, såsom fakta, förståelse, färdighet och förtrogenhet. De svenska nationella kursplanerna anses dock vara medvetet formulerade med ett stort tolkningsutrymme, vilket gör innehållet svårt att utläsa (Nyström, 2007).

Målen för människans biologi i de tre ländernas styrdokument för gymnasiet och grundskolans olika stadier används i denna studie som grund till vad lärarstuderande väntas kunna efter skolan respektive vad de som lärare bör kunna (se översikten i tabell 1). De danska målen om människans biologi är preciserade på en mycket noggrannare nivå än vad som finns utskrivet i de finländska och svenska styrdokument. Dessutom omfattar de danska målen sambanden mellan de olika organsystemen, betonar helhetsförståelse och ger även anvisningar om både innehåll och metoder för att nå målen. De finländska läroplanerna betonar kännedom om enskilda organ på alla stadier, medan de svenska styrdokument fokuserar på hur dessa organ fungerar tillsammans.

Tabell 1. Kunskapsmålen inom människans biologi enligt respektive lands styrdokument (1-10), det vill säga vad eleven skall kunna eller känna till efter genomgången stadium.

Stadium	Danmark	Finland	Sverige
Gymnasium	Känna till människans fysiologi, översikt av kroppens organsystem samt ett urval av organsystemens uppbyggnad och funktion ¹	Känna till grunddragen i människans anatomi ² Kunna redogöra för huvuddragen i människocellens differentieringsprocess samt för vävnadernas och organens byggnad och för hur de fungerar ³	Ha kunskap om reglering av och samspel mellan människans organsystem. ⁴ Kunna beskriva den levande organismens byggnad och funktion från molekylär nivå till organnivå. ⁵
Årskurs 7-9	(Efter åk 9) kunna beskriva och förklara väsentliga kroppsfunktioner. ⁶ (Efter åk 8) Kunna beskriva funktionerna och sammanhangen mellan skelettet, muskler, sinnen och nervsystem, redogöra för viktiga funktioner hos inre organ och deras inbördes samspel; upptagning av näring och energi; känna till nerv- och hormonsystem. ⁶	(Efter åk 9) kunna beskriva hur människans viktigaste vävnader, organ och organsystem är uppbyggda och deras funktion i huvuddrag ⁷	(Efter åk 9) ha kännedom om den egna kroppens organ och organsystem samt hur de fungerar tillsammans ^{8,9}
Årskurs 1-6	(Efter åk 6) kunna beskriva människans organsystem ¹⁰ (Efter åk 4) kunna beskriva människans sinnen och kroppsfunktioner ¹⁰ (Efter åk 2) känna till människans sinnen och kunna undersöka enkla kroppsfunktioner ¹⁰	(Efter åk 6) kunna i huvuddrag beskriva människans byggnad och livsfunktioner ⁷ (Efter åk 4) kunna namnge människans viktigaste kroppsdelar och centrala livsfunktioner ⁷	(Efter åk 5) känna till viktiga organ i den egna kroppen och deras funktion ^{8,9}
Styrdokument	Vejledning 2008: Biologi C-nivå; Fælles Mål 2009: Bi ⁶ ; Fælles Mål 2009: N/T ¹⁰	GGL 2003 för alla ² ; GGL 2003, valbar Bi ^{4,3} ; GLGU 2004 ⁷	Skolverket 2006a: Bi-B ⁴ ; Skolverket 2006a: NK-B ⁵ ; Skolverket 2000 ⁸ Skolverket 2006b: LPO94 ⁹

KUNSKAP OCH MISSUPPFATTNINGAR OM MÄNNISKOKROPPEN

Tidigare forskning visar att såväl elever som en del av deras lärare har svårigheter att bilda en helhetsuppfattning om människans anatomi och fysiologi (Andersson, 2008; Andersson, Bach, Olander & Zetterqvist, 2004; Reiss & Tunnicliffe, 2001; Reiss m.fl., 2002). Missuppfattningar är allmänna redan hos blivande lärare (Andersson, 2008; Palmberg m.fl., 2008; Palmberg & Svens, 2010). Enligt en nationell utvärdering i Sverige (Frändberg & Bach, 2009) syns skillnaden mellan lärare som har och som inte har NO-ämnena i sin examen bäst inom undervisning av delområdet "Kroppens viktigaste struktur och funktion hos människan". Lärarens egen förståelse är av överordnad betydelse för vad deras elever får för möjligheter att lära sig (Helldén, Jonsson, Karlefors & Vikström, 2010; Vikström, 2005).

Elevers kunskaper och missuppfattningar om människokroppen

Enligt TIMSS 2003 har 95 % av svenska 15-åriga elever en relativt låg kunskapsnivå om människokroppen och om grundläggande fakta i biologi (Nyström, 2007). Det finns ett stort antal större och mindre undersökningar från olika länder, där elevers kunskaper om människokroppen undersökts med hjälp av teckningar, ofta kompletterade med förklarande texter, påståenden, flervalsfrågor och intervjuer. Tyvärr går det inte att jämföra resultaten, eftersom de är utförda på många olika sätt och har dessutom tolkats olika beroende på kulturella skillnader. Resultaten har speciellt påverkats av graden av exakthet i de instruktioner som getts i samband med undersökningen (Prokop, Fančovičová & Tunnicliffe, 2009). Några exempel och försiktiga generaliseringar om elevers kunskaper kan dock lyftas fram. Förskoleelever och elever i 7-8 års ålder känner före skolundervisningen till att hjärnan finns i huvudet och behövs för att kunna tänka (Jeronen, Niemitalo, Jeronen & Korkeamäki, 2010; Óskarsdóttir, 2006). Elever i 10-12 års ålder förstår dessutom att hjärnan reglerar fysiologi och känsloreaktioner (Lundin, 2007; Bartoszeck m.fl., 2008). Elever i åldern 7-15 känner bäst till skelettet, matsmältnings- och andningsorganen och sämst muskulturen, blodcirkulationssystemet och exkretionssystemet (Granklint Enochson, Helldén & Lindahl, 2008; Pojaghi, 1996; Reiss m.fl., 2002; Teixeira, 2000; Tunnicliffe, 2004).

Bristande förståelse och missuppfattningar finns i alla ålderskategorier. Matsmältningsorgan beskrivs av barn i åldern 4-6 som ett tomt utrymme i magen, medan elever i åldern 8-10 förklarar matsmältningsystemet som ett rör med olika avdelningar genom kroppen (Carvalho, Silva, Lima, Coquet & Clément, 2004; Teixeira, 2000) eller som fritt flytande organ utan förbindelse med varandra (Cuthbert, 2000). Elever i åldern 11-14 känner till namnen på olika organ, men har svårt att beskriva former och platser för dem samt vilka funktioner de har (Cerrah Özsevec, 2007). Att nedbrytningen av födan börjar och slutar i magsäcken samt att vatten och andra drycker hjälper till att bryta ned den är exempel på de missuppfattningar som förekommer hos många 10-15 åringar (Cakici, 2005; Granklint Enochson m.fl., 2008).

Majoriteten av svenska 15-åringar väljer bland svarsalternativen ett enkelt blodomlopp i stället för dubbelt och 30 % dessutom ett alternativ som inte har lungan med. Hjärtat ansågs ha fler funktioner än det faktiskt har, bl.a. att det tillverkar, renar eller syresätter blod (Andersson m.fl., 2004; Cerrah Özsevec, 2007). Människokroppens organ och organsystem uppfattas även hos äldre elever som separata, d.v.s. kunskapen inkluderar inte en helhet med välintegrerade delsystem på olika organisationsnivåer (Andersson, 2008; Cuthbert, 2000). De har dessutom svårt att koppla ihop blodsystemet med njurarnas funktion (Granklint Enochson, 2009; Granklint Enochson m.fl., 2008). På basis av forskningsresultat kunde dock en svag åldersrelaterad progression i förståelse konstateras. De yngre eleverna saknar ännu de flesta inre strukturer i sina fysiologiska förklaringar, medan elever i årskurs 9 har dem med, men förstår inte ännu fysiologin som ett integrerat organsystem (Andersson, 2008; Reiss m.fl., 2002).

Lärarstuderandes och lärares kunskaper och missuppfattningar om människokroppen

Forskningen visar att även lärare och lärarstuderande har svårigheter att förstå matsmältningen eller respirationen som ett integrerat system (Andersson, 2008; Carvalho & Silva, 2005; Clément, 2003; Sanders, 1993). Tyvärr finns det endast ett fåtal studier, där syftet varit att undersöka verksamma lärares kunskaper i naturvetenskaper (Kärrqvist & Frändberg, 2008) eller hur lärares missuppfattningar påverkat elevers inläring. Två äldre studier (Sanders 1993; Yip 1998) visar nämligen stark korrelation mellan lärares och elevers likartade missuppfattningar. Läraren kan med andra ord vara en direkt och huvudsaklig orsak till att elevers missuppfattningar i naturvetenskaper sprids och befasts (Yip, 1998). Nedanstående få exempel får belysa problematiken med lärares och lärarstuderandes missuppfattningar eller avsaknad på kunskap och förståelse inom människans biologi.

En del lärare och lärarstuderande kopplar inte matsmältningen till blodcirkulationen, inte heller förstår de förhållandet mellan matsmältning, cirkulationssystem och urinsystem (Abu-Hola, 2004; Carvalho, Dantas & Clément, 2004; Clément, 2003; Prokop & Fančovičová, 2006; Reiss & Tunnicliffe 2001; Yip, 1998). Vätskans och födans väg beskrevs av en del första årets studerande i Frankrike antingen från munnen direkt till urinorgan eller som två separata system för vätskor respektive fast föda (Clément, 2003). I England konstaterades att de första årets lärarstuderande som inte studerar naturvetenskaper, har en sådan kunskapsnivå beträffande människans biologi som motsvarar nioåringars nivå (Reiss & Tunnicliffe, 2001).

FORSKNINGSFRÅGOR

Blivande lärares förkunskaper, d.v.s. de kunskaper de har vid inledningsfasen av lärarutbildningen, inom temat människans biologi undersöktes i tre nordiska länder med hjälp av följande forskningsfrågor:

1. Anser blivande lärare för årskurs 1-6 att människans biologi utgör baskunskap, d.v.s. sådan ämneskunskap om människans anatomi och fysiologi som de kommer att behöva som lärare enligt aktuella styrdokument?
2. Vilken kunskap har blivande lärare om människans biologi, i relation till det som stadgas för biologi eller naturkunskap enligt läroplan och övriga styrdokument i skolan?
3. Vilka faktorer kan förklara skillnader i kunskap om människans biologi mellan lärarstuderande i de tre länderna samt enskilda lärarstuderande emellan?

MATERIAL OCH METODER

Vid insamlingen av forskningsmaterial kombinerades kvantitativa och kvalitativa metoder. I undersökningen deltog totalt 379 första årets lärarstuderande, varav 70 från två lärarutbildningsenheter i Danmark, 188 från tre enheter i Finland och 121 från två enheter i Sverige. Kunskapsnivån hos första årets studerande diagnostiserades för att i undervisningen vid lärarutbildningen kunna beakta startnivån och eventuella missuppfattningar. Alla besvarade en tvådelad enkät, ett s.k. baskunskapstest, där del I inkluderade sex sådana flervalsfrågor om temat människans biologi som motsvarar innehållet för undervisning för årskurserna 1-6 inom respektive lands styrdokument (se tabell 2). Del II utgjorde en utvärderingsdel där studerande bl.a. skulle ange huruvida de ansåg att frågetemat utgör baskunskap eller inte. På basis av enkätpoängen i kunskapsdelen valdes totalt 48 studerande till en semistrukturerad intervju, där de med sina enkätsvar som grund under ca 30 minuter fick redogöra för hur de tänker i de utvalda kunskapsfrågorna inom människans biologi och hur viktigt de anser att det är för dem att ha kunskap om människans biologi. För att få fram eventuella faktorer som påverkat studerandes kunskap fick de ytterligare vid intervjun förklara om intresset för och inställningen till människans biologi och hälsofrågor samt omfattningen av och intresset för den skolbiologi de deltagit i. De intervjuade från respektive land representerade i lika proportion bägge könen samt både hög- och lågpresterande studerande enligt kunskapstestet.

Tabell 2. Testfrågor och svarsalternativ om människan och hälsan

Fråga	Svarsalternativ a-d (<i>det rätta alternativet kursiverat</i>)
1. Vilket organ reglerar vatten- och salthalten i kroppen?	a. njuren, b. levern, c. urinblåsan, d. tarmen
2. Vilket av följande påståenden om blodcirkulationen är riktigt?	a. Blodcirkulationen deltar i immunförsvaret, b. Blodcirkulationen deltar i värmeregleringen, c. Blodcirkulationen deltar i urinbildningen, d. <i>Alla ovanstående påståenden är riktiga.</i>
3. Vilket av följande påståenden om levern är riktigt?	a. Levern utsöndrar galla. b. Alla ämnen vi äter och dricker passerar via levern. c. Levern deltar i regleringen av blodsockerhalten. d. <i>Alla ovanstående påståenden är riktiga.</i>
4. Vilket av följande påståenden om balanssinnet är riktigt?	a. Balanssinnet finns i mellanörat. b. <i>Balanssinnet registrerar huvudets rörelser.</i> c. Balanssinnet registrerar musklernas rörelser. d. Alla ovanstående påståenden är riktiga
5. Vilket av följande påståenden om sköldkörteln är riktigt?	a. Sköldkörteln ligger under struphuvudet. b. För att sköldkörteln ska kunna producera hormoner behöver den jod. c. Sköldkörtelhormonerna styr ämnesomsättningen och är viktiga för tillväxt och psykisk utveckling. d. <i>Alla ovanstående påståenden är riktiga.</i>
6. Vilka funktioner svarar stora hjärnan för?	a. <i>kognitiva funktioner såsom tanke och minne</i> , b. balans och koordinering av rörelser, c. livsupprätthållande funktioner såsom andning och blodcirkulation d. alla ovanstående funktioner

Enkätsvaren analyserades med hjälp av SPSS 14.0 för Windows och Excel parallellt. Intervjuerna transkriberades ordagrant, lästes av fyra forskare och grupperades enligt tema. Beskrivande citat plockades som exempel på hur studerande förklarar olika organsystem och deras funktioner. Reliabiliteten och validiteten i enkätundersökningen försäkrades med hjälp av ett pilottest för en grupp lärarutbildare i naturvetenskap samt den utvärdering som studerande själva gjorde beträffande frågornas entydighet och svarsalternativens relevans. Reliabiliteten i den semistrukturerade intervjuundersökningen uppnåddes genom att först skapa en detaljerad intervjumanual med frågor och sedan pilottesta den. Samtidigt tränades intervjutekniken. Fyra enskilda bedömare användes vid tolkningen av de öppna svaren.

RESULTAT

Resultaten redovisas enligt de tre huvudfrågorna parallellt med enkät- och intervjusvar samt belyses med beskrivande utsagor om vad studerande uppfattar som baskunskap och hur de förstår och förklarar funktionerna i blodcirkulationen. Blodcirkulationen valdes som exempel, eftersom den har en mycket central funktion inom människans biologi. Faktorer som eventuellt påverkat studerandes förståelse analyseras på basis av den omfattning av temat människans biologi de haft i skolan samt deras intresse för människans biologi och hälsofrågor. Citat från intervjuerna följs av en kod, till exempel Dk7, Fm11 eller Sk1, där "D", "F" och "S" står för land (Danmark, Finland respektive Sverige), "k" för kvinna, "m" för man och siffran är respondentens nummer i intervjukoden. Citaten är ordagranna eller noggrant översatta.

Baskunskap inom människans biologi

Över 70 % av alla studerande ansåg att de tillfrågade ämnesområdena (frågorna 1-6 i tabell 2) utgör baskunskap (se figur 1), d.v.s. sådan ämneskunskap som de som lärare kommer att behöva för att kunna undervisa biologi eller naturkunskap i skolan. Kunskap om sköldkörteln ansågs dock av 40 % vara på en fördjupad nivå. Det fanns dock tydliga landvisa skillnader. För närmare 90 % av de finländska studerandena är människans biologi definitivt baskunskap, medan motsvarande medeltal för de svenska och danska studerandena var 62 % respektive 42 %. Endast ca 30 % av de danska studerandena ansåg sig behöva kunskap om balanssinnet och sköldkörteln.

Vid intervjun framkom flera orsaker till varför människans biologi definitivt är baskunskap. De allmänaste orsakerna var att man själv måste förstå för att kunna undervisa i temat eller värna om sin egen hälsa:

[...], men sådana saker som t.ex. ansluter sig till egen hälsa borde man nog kunna. Och om inte läraren kan, så undervisar hon inte heller gärna om det och sedan kan inte eleverna det heller (Fk5)

Det är ju viktigt att kunna ta hand om sig, att förstå sin kropp. (Sm8)

En del studerande ansåg att det dessutom hör till lärarens eller alla människors allmänbildning. Det fanns även motsatta åsikter om en och samma funktion så som blodcirkulation:

[...] det är sånt man borde kunna (Fm1),

medan en annan uttryckte sig på följande sätt:

Blodkarcirkulation. Det ved jeg ikke, hvad jeg skal bruge til. (Dm3)

Enligt några studerande är dock människans biologi inte baskunskap. Om de ändå måste undervisa om ämnet, anser de sig kunna lösa problemet före lektionen.

Lärarstuderandes förkunskaper och missuppfattningar om människans biologi

Lärarstuderande hade överlag en låg kunskapsnivå om människans biologi. Mindre än hälften kunde svara rätt på de flesta frågorna (se figur 2). Bäst kunde de frågan om organ som reglerar vatten-

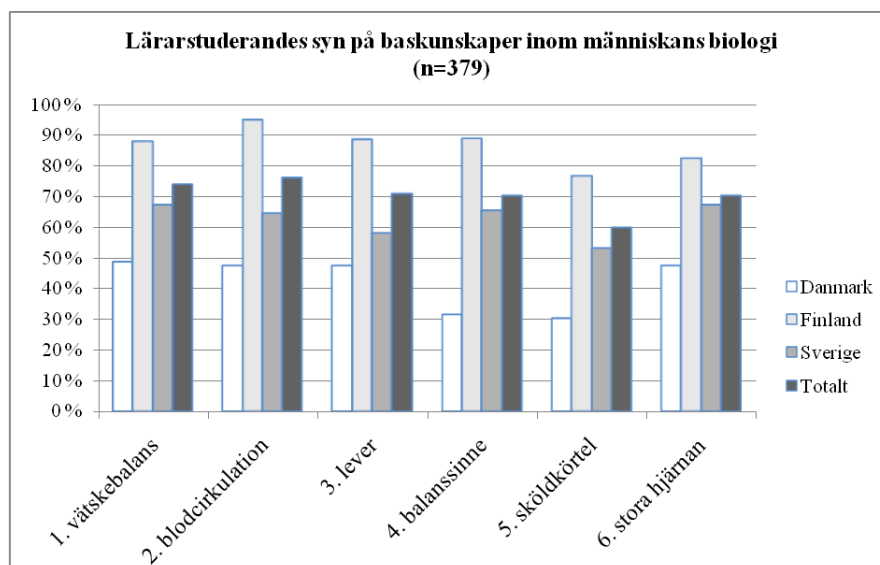


Fig. 1. Baskunskap inom människans biologi i de tillfrågade områden 1-6 i tabell 2 enligt danska, finländska och svenska lärarstuderande.

och salthalten i kroppen (fråga 1). Totalt 75 % hade valt rätt alternativ för denna fråga, medan endast 6 % kunde svara rätt på frågan om balanssinnet (fråga 4). Leverns olika funktioner (fråga 3) var också oklara för en stor majoritet av de studerande (79 %). Lärarstuderande i Finland presenterade totalt sett något bättre svarsfrekvens på alla frågor (42 %) än svenska (34 %) och danska studerande (30 %).

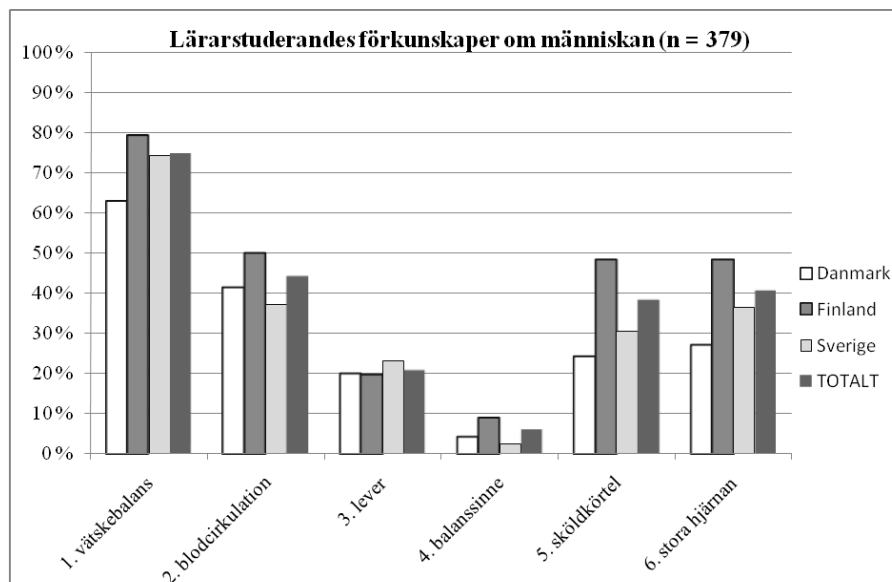


Fig. 2. Andelen rätta svar för de sex frågorna i tabell 2 om människans biologi hos danska, finländska och svenska lärarstuderande. De rätta svaren per fråga anges i procent per land samt totalt.

Eftersom kunskapstestet bestod av flervalsfrågor klargörs här efter hur lärarstuderande valt de olika alternativen för respektive fråga. De svarsalternativ som inkluderade många funktioner för ett organ eller organsystem användes i syfte att mäta studerandes helhetskunskap och säkerheten beträffande deras svar. Av figur 3 framgår att totalt 75 % av de studerande kände till att njurarna reglerar vatten- och salthalten i kroppen (fråga 1, alternativ a), medan 11 % föreslog att ansvaret ligger hos levern (b), ytterligare 10 % föreslog urinblåsan (c) och 3 % tarmen (d). Endast 44 % av de studerande kände till att blodcirkulationen har många funktioner (fråga 2, alternativ d), d.v.s. att den bl.a. deltar i kroppens immunförsvar, värmereglering och urinbildning. Närmare 40 % trodde att blodcirkulationen enbart deltar i värmeregleringen (b), 11 % enbart i immunförsvaret (a) och 1 % enbart i urinbildning (c).

Kunskapsnivån om leverns funktioner var låg. Totalt 21 % kände till att levern har många funktioner (fråga 3, alternativ d). En dryg tredjedel (38 %) ansåg att endast påståendet om att alla ämnen vi äter och dricker passerar via levern (b), var rätt, medan 17 % endast kände till att levern utsöndrar galla (a) och 20 % att levern bara deltar i regleringen av blodsockret (c). Beträffande balanssinnet hade nästan varannan studerande (49 %) valt att placera balanssinnet i mellanörat (fråga 4, alternativ a). Totalt 6 % kände till att balanssinnet registrerar huvudets rörelser (b), medan lika många antog att balanssinnet registrerar musklernas rörelser (c) och upp till 34 % att alla ovanstående påståenden var rätta (d).

Av de studerande svarade 38 % rätt på frågan om sköldkörteln (fråga 5, alternativ d). De övriga ansåg att endast ett påstående var rätt, vilket betydde att ytterligare 15 % kände till att sköldkörteln ligger under struphuvudet (a), 9 % att sköldkörteln behöver jod för hormonproduktion (b) och 33

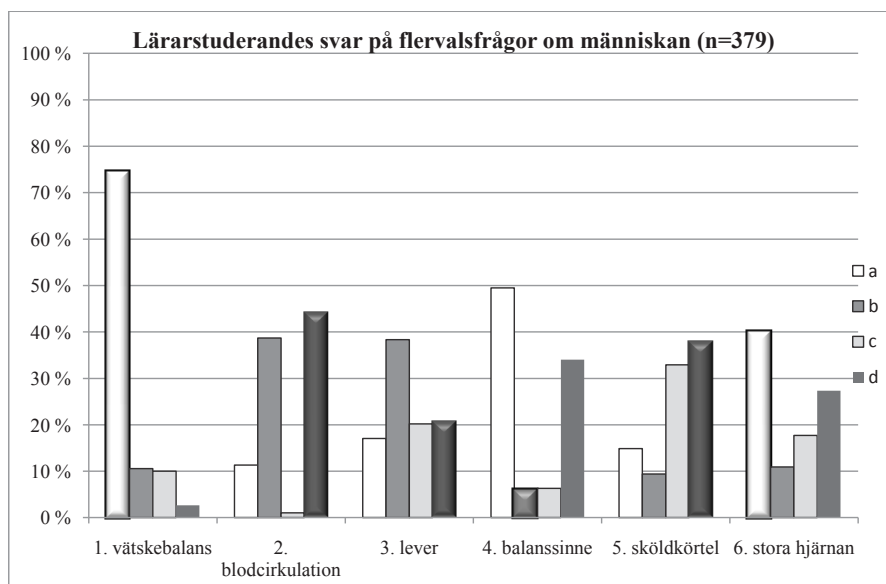


Fig. 3. Svarsprocenten för svarsalternativen a-d i de sex frågorna om människans biologi (se tabell 2) hos blivande lärare. De rätta svarsalternativen är markerade med 3D-staplar.

% att sköldkörtelhormonerna är viktiga för tillväxt och psykisk utveckling (c). Mindre än hälften (40 %) kände till att stora hjärnan svarar för kognitiva funktioner såsom tanke och minne (fråga 6, alternativ a). 11 % trodde att stora hjärnan svarar för balans och koordinering av rörelser (b), 18 % att den svarar för andning och blodcirkulation (c) och totalt 27 % antog att stora hjärnan har alla de ovan nämnda funktionerna (d). Andelen studerande som inte alls svarade på frågorna varierade mellan två och fem procent per fråga (fig. 3).

Lärarstuderandes kunskaper och missuppfattningar om blodcirkulation

För att utesluta möjligheten att lärarstuderande bara har gissat sig till rätt svar (vilket alltid är en risk i tester med flervalsfrågor) utfördes en närmare granskning av svaren genom att intervjua totalt 48 studerande. De frågades hur säkra de var på sina svar och om de ville ändra sina tidigare svar. Därefter bads de med egna ord förklara hur de tänker beträffande de olika svarsalternativen i syfte att få fram hur de uttrycker sina kunskaper och eventuella missuppfattningar. Detta utfördes också med tanke på att i svarsalternativet "alla ovanstående" kunde studerande få rätt redan då de korrekt identifierat två av de tre funktionerna eller påståendena. Blodcirkulationen valdes som ett exempel, eftersom den har en mycket central funktion inom människans biologi och kräver förståelse av ett flertal livsviktiga funktioner, såsom immunförsvar, värmereglering och urinbildning. Det rätta alternativet i testet, d.v.s. att blodcirkulationen deltar i alla nämnda funktioner, hade valts av 32 av de intervjuade studerandena. De flesta studerande hade dock svårt att på ett tillfredsställande sätt förklara de olika funktionerna. Hur studerande förklarar de tre nämnda funktionerna beskrivs nedan och belyses ytterligare med några utvalda citat.

Hur lärarstuderande förklarar värmeregleringen som en del av blodcirkulationens uppgifter

Värmeregleringen (alternativ b) var den funktion som studerande kunde förklara bäst. Totalt 32 studerande (67 %) förklarade denna funktion någorlunda tillfredsställande eller åtminstone delvis rätt, medan resten (33 %) bara hade en känsla av att blodcirkulationen antingen har eller inte har någonting med värmeregleringen att göra.

En del studerande var mycket osäkra på sina svar och utgick endast från en känsla av att svarsalternativet kunde vara rätt. En del utsagor var direkt motsägelsefulla:

Värmeregleringen har mycket att göra med att man svettas och på det viset kyls kroppen ner och det har ju ingenting att göra med blodcirkulationen. Men det som jag hade tänkt är att man kan få upp värmen i och med att blodet cirkulerar. (Fm2)

Oftast förklarade studerande värmeregleringen med hjälp av egna erfarenheter eller exempel från vardagen, vilka dock saknade den strikt vetenskapliga förklaringen. Uttrycket *om man fryser så har man dålig blodcirkulation* var väl känt bland studerande. Endast tre studerande kunde förklara värmeregleringen med hjälp av vad som händer i blodkärlen:

[...] att när det är kallt så drar sig blodet från ytliga blodkärl så att värmen hålls i viktiga organ, och på motsvarande sätt, när det är varmt, ökar blodcirkulationen i de ytliga blodkärlen. (Fm6)

Hur lärarstuderande förklarar immunförsvaret som en del av blodcirkulationens uppgifter

Av de intervjuade inkluderade 30 studerande immunförsvaret till blodets uppgifter (alternativ a), men endast nio av dem kunde förklara det med hjälp av vita blodkroppar som kroppens försvar mot bakterier:

Blodet innehåller vita blodkroppar som hör till immunförsvaret, eller transporterar de där vita blodkropparna runt kroppen till de ställen de behövs (Fm7)

De 21 av dem som nämnde vita blodkroppar kunde dock inte förklara dessas uppgift och en del av dem nämnde dessutom både vita och röda blodkroppar som en del av immunsystemet:

Alltså immunförsvaret, då tänker jag på det här med röda och vita blodkroppar och det är ju någonting som finns i blodet. (Sk7)

Ytterligare 18 studerande hade ingen aning om vad immunförsvaret är eller hade helt felaktiga förklaringar:

[...] och immunförsvaret, då tänker jag att det direkt att det är det där med hormonerna t.ex. att, med sköldkörteln [...]. (Sk11)

Hur lärarstuderande förklarar urinbildningen som en del av blodcirkulationens uppgifter

Sämst av de tre funktionerna kunde de studerande förklara urinbildningen. Totalt 38 av de intervjuade (ca 80 %) ansåg att alternativet c var fel eller antog att alternativet var rätt, även om de inte kunde förklara processen:

[...] jag kunde inte som koppla blodcirkulation som t.ex. med urinbildningen, jag förstår som inte vad de kan ha för någon koppling till varandra överhuvudtaget (Sk11)

Endast åtta av de tjugo som valt alternativet c kunde förklara urinbildningen så att de nämnde slaggprodukter och njurar i processen. Ingen av dem kunde dock beskriva processen som helhet:

[...] och så tänkte jag att många ämnen, de här slaggprodukterna och så vidare, förs ju ut med blodet och så vidare, det far ju via njurarna det också. (Fm6)

Dessutom var en del osäkra på eller hade t.o.m. missuppfattningar om vad som sker i urinbildningen:

Det är njurarna skulle jag säga för det är ju ändå liksom, det far ju ändå genom kroppen det här vad man har druckit och det far ju liksom i det här med tarmarna och det är ändå vid njurarna som det ändå spjälkas, nej det är tarmarna. Men ändå via de här njurarna som gör att det som blir det som kommer ut vid urinbildningen. (Fk4)

Faktorer som kan ha påverkat blivande lärares kunskapsnivå

Skillnaderna i kunskapsnivån mellan länderna kan delvis förklaras med de skillnader som förekommer i de tre ländernas gymnasieutbildning, men också med skillnader i antagningen till lärarutbildningen. Endast Finland ordnar en separat antagning baserad på slutbetyget från gymnasiet

och lämplighetsintervjuer, medan Sverige och Danmark har en allmän antagning till universitetsstudier eller seminarieutbildning. Dessutom är lärarutbildningen populär i Finland och lockar därmed många studerande "av god kvalitet" (Komparativt studium af de nordiske læreruddannelser, 2009). För att få fram olika faktorer som eventuellt har påverkat kunskapsnivån hos enskilda lärarstuderande utreddes skillnader i deras intresse för människans biologi och hälsofrågor, fritidsintressen, favoritämnen i skolan samt omfattningen av och slutförhållandet i biologi från gymnasiet.

Det visade sig att de studerande inte alltid kom ihåg sina betyg och intressen från skoltiden. Dessutom behöver en avklarad kurs inte betyda att studerande verkligen har lärt sig det som kursen behandlat. Ytterligare faktorer som påverkar inlärningsprocessen är arbetssätt och undervisningsformer samt sättet att lära sig, men dessa undersöktes inte i detta sammanhang. På grund av det lilla antalet intervjuade (n=48) är det inte möjligt att hitta entydiga, statistiskt hållbara korrelationer mellan de olika faktorerna. Däremot kan intervjuaren exemplifiera några faktorer som inverkar på kunskapsnivån.

De intervjuade som tyckte att människans biologi var intressant och viktigt kunde även bättre förklara och motivera sina svar. Ytterligare visade det sig att dessa personer valt flera frivilliga kurser i biologi i gymnasiet och att de också hade ett berömligt slutförhållande i biologi samt ett fortsättningsvis stort intresse för ämnet. Några av dem hade dessutom biologi bland sina favoritämnen i gymnasiet. Däremot hade de personer som inte alls kunde förklara de olika funktionerna av blodcirkulationen inga valbara kurser i biologi samt både lågt intresse för och lågt slutförhållande i biologi. De tyckte att människans biologi är alltför teoretiskt och detaljrikt, rentav tråkigt, för att de kunde bli intresserade av det. Trots att dessa personer inte hade intresse för den teoretiska kunskapen om människans biologi, var de intresserade av sin egen hälsa och sitt välmående. Av de 48 intervjuade tyckte tio att egen hälsa är mycket viktig, 35 ganska mycket och endast tre att den är viktig men att de inte alltid tänker på den. Typiskt för de flesta var att de även hade fritidsintressen inom idrott eller gymnastik. De studerande som hade valt speciallinjer eller specialgymnasier, bortsett från naturvetenskapliga, tenderade att ha en lägre kunskapsnivå än övriga. De lägsta poängen i kunskapstestet erhöles nämligen av studerande som kom från idrotts- eller bildkonstgymnasier eller som gått en speciallinje, såsom drama- eller teaterlinje.

DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Resultaten från denna undersökning bekräftar tidigare undersökningar, men lyfter även fram ytterligare brister i lärarstuderandes kunskaper inom människans biologi. Några av de studerande kommer att undervisa detta temaområde utan mer utbildning och trots att deras kunskaper osäker och inkluderar många missuppfattningar. De saknar helhetsförståelse av de integrerade organsystemen, vilket gör det svårt för dem att i sin egen undervisning kunna förklara och handleda eleverna meningsfullt både ämnesmässigt och didaktiskt (se även Andersson, 2008). Skillnaderna i lärarstuderandes kunskaper och uppfattning av vad som är baskunskap bygger bl.a. på dessa länders olika sätt att locka och välja lärarstuderande. Intresset för klasslärarutbildningen är i Finland mycket större än i Sverige och Danmark. Det finländska urvalssystemet gynnar sökande som har höga skolbetyg (Komparativt studium af de nordiske læreruddannelser, 2009). Intressant att notera är även att ett stort antal av de undersökta lärarstuderandena angav idrott och gymnastik som både favoritämne och viktigaste fritidsintresse. Deras stora intresse för egen hälsa och eget välmående inkluderade dock inte kunskap om människans biologi, d.v.s. grunden för att kunna förstå hur kroppen fungerar.

Skillnaderna i ländernas skolkultur syns också i resultaten. Att de finländska lärarstuderandena klarade sig bättre än de svenska och danska i de flesta kunskapsfrågorna kan förklaras av att finländska styrdokument betonar kunskap och fakta betydligt mer än motsvarande svenska och danska. Människans biologi är dock ett undantag. Trots att danska styrdokument betonar kunskapsmålen mest av dessa länder, kunde de danska studerandena detta tema sämst. Motsvarande

skillnader i kunskapsnivån mellan dessa länders elever förekommer i t.ex. PISA-utvärderingar (Arinen & Karjalainen, 2007; Skolverket, 2009), som visserligen gäller elever i årskurs 8. I Finland undervisas denna årskurs enbart av ämneslärare, vilkas utbildning betonar ämneskunskaper, medan motsvarande årskurs i Sverige och Danmark ofta undervisas av lärare som genomgått en lärarutbildning som motsvarar klasslärarutbildningen (Frändberg & Bach, 2009; Danmarks Lærforening, 2010).

Lär miljön och lärarens professionella utveckling

Lärandet är starkt förknippat med lärmiljön och påverkas av affektiva faktorer, såsom intresse, attityder och motivation (Duit & Treagust, 2003; Sinatra & Pintrich, 2003). Det finns ett klart samband mellan kunskaper och intresse (Palmberg & Svens, 2010; Schiefele, Krapp & Winteler, 1992). Upplevelser i tidig barndom har en stor inverkan på det framtida intresset. Känslor av glädje och nyfikenhet kombinerade med att lyckas i de yngre åren leder med all sannolikhet till ett bestående intresse för naturvetenskap (Osborne, Simon & Collins, 2003). Interaktionen mellan lärare och elev är därför mycket viktig. Speciellt viktigt har det varit för dem som inte redan varit "frälsta" för ämnena.

Lärares kunskaps- och färdighetsnivå betonas i olika utredningar som en viktig del i elevers möjligheter att lära sig i skolan:

En förutsättning för att eleverna får en utbildning med god kvalitet är att lärarna har kunskap att utifrån målen för utbildningen planera och genomföra undervisning som tillgodoser varje elevs behov. För detta krävs såväl ämneskunskaper som didaktisk kompetens, d.v.s. att läraren har erforderliga sakkunskaper och förmågan att förmedla dessa kunskaper till eleverna och att stödja deras kunskapsutveckling (SOU, 2007, s. 178).

Ämneskunskaperna hjälper dessutom lärare att identifiera elevers vardagsuppfattningar och missuppfattningar. Diskussionerna har även kretsat kring integreringsfrågan, d.v.s. huruvida det naturvetenskapliga tänkandet och förståelsen av naturvetenskapliga fenomen utvecklas om undervisningen sker integrerat eller ämnesspecifikt. De senaste utvärderingarna (Kärrqvist & Frändberg, 2008; Åström 2007) visar dock inga signifikanta skillnader mellan ämnesintegrerad och ämnesspecifik undervisning.

Implikationer för lärarutbildning

I enlighet med tidigare forskningsresultat (Abu-Hola, 2004; Andersson, 2008; Palmberg & Svens 2010) förstärker denna undersökning vikten av att i inledningsfasen till lärarutbildningsprogrammen inkludera diagnostisering och bearbetning av blivande lärares missuppfattningar i naturvetenskaper. Lärarstuderande borde även som grund för sin egen undervisning bekanta sig med forskningsresultat om elevers missuppfattningar och orsakerna till dem. Den pedagogiska innehållskunskapen och lärarprofessionalismen borde därmed kunna ytterligare betona vikten av de strategier som är fruktbara för att utmana elevers förståelse. Eftersom människans biologi av lärarstuderande upplevdes som svår och alltför detaljerad, är det viktigt att utveckla undervisningen i riktning mot problembaserad, deltagande undervisning (se t.ex. Harrison, Hofstein, Eylon & Simon, 2008; Yli-Panula 2005), som dessutom erbjuder autentiska undersökningar och inläringssituationer (Ahopelto, Mikkilä-Erdman, Penttinen & Antto, 2009). En jämnare fördelning av humanistiska och naturvetenskapliga områden vid lärarutbildningen kunde fungera som första hjälp. Lärarutbildningen borde m.a.o. inkludera mera tid för naturvetenskaperna, eftersom förståelse för dessa kräver en längre tid för att kunna utvecklas till det som är typiskt för dem, nämligen naturvetenskapligt tänkande (Utbildningsstyrelsen, 2009). Resultaten från denna diagnostisering av lärarstuderandes kunskapsbrister i och missuppfattningar om människans biologi (och övriga områden) i början av deras studier kunde användas som grund för att utveckla lärarprogrammen. Inom den fortsatta forskningen planeras motsvarande utredning då studerande är i slutstadiet av sina studier.

TACK

Vi tackar våra kolleger **Birgitte Sperber** och **Göran Abel**, som samlat in ytterligare material från Danmark och Sverige till denna forskning.

REFERENSER

- Abell, S.K. (2007). Research on science teacher knowledge. I S. Abell & N. Lederman (Red.) *Research on science education* (s. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abu-Hola, I. (2004). Biological science misconceptions amongst teachers and primary students in Jordan: diagnosis and treatment. The Internet Society. *Advances in Learning, Commerce and Security* 1, s. 109-118.
- Ahopelto, I., Mikkilä-Erdman, M., Penttinen, M. & Antto, E. (2009). Yhteyttäminen ja käsitteellinen muutos – interventio luokanopettajaopiskelijoilla. (Assimilation och begreppsändring – intervention hos klasslärarstuderande) *Kasvatus*, 40 (4), 307-316.
- Andersson, B. (2008). *Att förstå skolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B., Bach, F., Olander, C. & Zetterqvist, A. (2004). *Grundskolans naturvetenskap – utvärderingar 1992 och 2003 samt en framtidsanalys*. Serie NA-spektrum 24. Mölndal: Göteborgs universitet, Inst. för pedagogik och didaktik.
- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen. En studie av naturorienterade undervisningspraktiker i grundskolan*. Lärarhögskolan i Stockholm. Studies in Educational Sciences 97. Stockholm: HLS Förlag.
- Arinen, P. & Karjalainen, T. (2007). *PISA06. PISA 2006 ensituloksia 15-vuotiaiden koululaisten luonnontieteiden, matematiikan ja lukemisen osaamisesta*. (PISA 2006 De första resultaten om 15-åriga elevers kunskande i naturvetenskaper, matematik och läsning) Undervisningsministeriets publikationer 2007: 38. Helsingfors: Universitetsstryckeriet.
- Bartoszeck, A.B., Bartoszeck, F.K., Clément, P. & Abramson, C.I. (2008). Investigating children's conceptions of the brain. ERIDOB conference 2008. Tillgänglig 2010-03-08: <http://www.science.uu.nl/eridob/acceptedproposals/areasyopsis.aspx?g=0200d2bb-797e-4ba2-a980-8f10dfcb53ad>.
- Cakici, Y. (2005). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27(1), 79-100.
- Carvalho, G.S. & Silva, R. (2005). First images in primary school textbooks as didactical obstacles in the construction of science concepts: the example of digestion. Symposium on Critical analysis of texts and images in Biology textbooks. In Proceedings of ESERA'05. Barcelona, 28 de Agosto a 1 de Setembro. Tillgänglig 2010-03-08: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4656/1/ESERA-Symp%20First%20images%20textbooks.pdf>.
- Carvalho, G.S., Dantas, C. & Clément, P. (2004). *Conceptions of digestion and their possible evolution. A study of primary school teachers and trainee teachers in Portugal*. Presentation at the Fifth Conference of European Researchers in Didaktik of Biology -ERIDOB 2004, Patras, Greece.
- Carvalho, G.S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E. & Clément, P. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26 (9), 1111-1130.
- Cerrah Özsevgeç, L. (2007). What do Turkish students at different ages know about their internal body parts both visually and verbally? *Journal of Turkish Science Education*, 4 (2), 31-44.
- Clément, P. (2003). Situated conceptions and obstacles: the example of digestion and excretion. I D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fasspoopoulos & M. Kallery (Red.) *Science education research in a knowledge-based society*. (s. 89-98). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Cuthbert, A. (2000). Do children have a holistic view of their internal body maps? *School Science Review*, 82 (299), 25-32.
- Danmarks Lærerforening. (2010). Undersøgelse af undervisningen i naturfagene. Tillgänglig 2010-08-18: www.dlf.org.
- Duit, R. & Treagust, D.F. (2003). Conceptual Change. A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 671-688.
- Et Fælles Løft*. (2008). Rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en National Strategi for Natur, Teknik og Sundhed, 15. februar 2008. Tillgänglig 2011-01-21: www.uvm.dk/~media/Files/Aktuelt/PDF08/080215_nts.ashx
- Finke, E., Klee, R. & Berck, K-H. (1998). Analysis of the development of pupils' interests in biology: especially in animals, plants, human biology, conservation, and pollution control. I H. Bayrhuber, & F. Brinkman (Red.) *What – Why – How? Research in didaktik of biology. Proceedings of the first conference of European researchers in didaktik of biology (ERIDOB)*, s. 293-300. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Frändberg, B. & Bach, F. (2009). *Naturorienterande ämnen i årskurs 4. En analys av lärares och elevers uppfattningar om ämnesinnehåll och undervisning i TIMSS 2007*. Analysrapport till 323. Skolverket. Tillgänglig 2010-03-08: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2288>.
- Fælles Mål*. (2009). 1) Biologi. Tillgänglig 2010-04-09: http://www.faellesmaal.uvm.dk/fag/Biologi/trinmaal_synoptisk.html, 2) Natur/Teknik: http://www.faellesmaal.uvm.dk/fag/Natur_teknik/trinmaal_synoptisk.html.
- Granklint Enochson, P. (2009). *Elevers föreställningar om kroppens organ och kroppens hälsa utifrån ett skolsammanhang*. Studies i Science and Technology Education No 25. Linköping universitet; licentiatavhandling (The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD).
- Granklint Enochson, P., Helldén, G. & Lindahl, B. (2008). Student understanding about water transport in the human body and why water is healthy. I A. Macdonald (Red.) *Proceedings of the 9th Nordic Research Symposium on Science Education 11th-15th June 2008*, (s. 131-133). Reykjavik, Iceland.
- GGL. (2003). *Grunderna för gymnasiets läroplan*. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen.
- GLGU. (2004). *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen*. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B-S. & Simon, S. (2008). Evidence-Based Professional Development of Science Teachers in Two Countries. *International Journal of Science Education*, 30 (5), 577-591.
- Helldén G., Jonsson G., Karlefors I. & Vikström A. (2010). *Vägar till naturvetenskapens värld – ämneskunskap i didaktisk belysning*. Stockholm, Liber.
- Jeronen, E., Niemitalo, H., Jeronen, J. & Korkeamäki, R-L. (2010). Conceptions of Finnish 7-8 years old pupils on human anatomy and physiology – A phenomenographic case study. I G. Çakmakci & M. F. Taşar (Red.). *Contemporary science education research: Learning and assessment* (s. 145-149). A collection of papers presented at ESERA 2009 Conference, ESERA 2010. Tillgänglig 2010-08-12: <http://www.naturfagsenteret.no/esera/Book4.pdf>.
- Komparativt studium af de nordiske læreruddannelser. (2009). *TemaNord 2009:505*. Nordisk Ministerråd, København.
- Kärrqvist, C. & Frändberg, B. (2008). *Vad händer i NO-undervisningen? En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterande ämnen i svensk grundskola 1992-2008*. Stockholm: Skolverket. Tillgänglig 2010-04-27: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2121>.
- Lundin, M. (2007). *Students' participation in the realization of school science activities*. Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik, FontD, Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköping University, Norrköping.
- Nyström, N. (2007). *TIMSS fixpunkter. En analys av vad elever med olika resultat i TIMSS 2003 vet och kan göra*. Tillgänglig: <http://www8.umu.se/edmeas/publikationer/pdf/BVM%20nr%2020%20ny.pdf>.

- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Óskarsdóttir, G. (2006). Childrens ideas about the human body and how they change during two school years. I L. Bering, J. Dolin, L. B. Krogh, J. Sølberg, H. Sørensen & R. Troelsen (Red.) *Naturfagsdidaktikkens mange facetter* (s. 237-245). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Palmberg, I. (2008). Hållbar utveckling och klimatförändringen i skolan och lärarutbildningen – pedagogiska implikationer på basen av tidigare forskning. I I. Palmberg & E. Jeronen (Red.) *Harmoni eller konflikt? Forskning om miljömedvetenhet i skolan och lärarutbildningen*, (Rapport Nr. 24, 61-85). Åbo Akademi, Pedagogiska fakulteten.
- Palmberg, I., Jeronen, E. & Yli-Panula, E. (2008). Luokanopettajaksi opiskelevien tiedot ja käsitykset biologian, maantieteen ja terveystiedon perustiedoista opiskelun alkuvaiheessa. (Klasslärarstuderandes kunskaper i och uppfattningar av vad som är baskunskap i biologi, geografi och hälsokunskap i början av studierna) I A. Kallioniemi (Red.) *Uudistuva ja kehittyvä ainedidaktiikka. Ainedidaktinen symposiumi 8.2.2008 Helsingissä*, (Tutkimuksia, 298, osa 1, s. 51-64). Helsingin yliopiston.
- Palmberg, I. & Svens, M. (2010). Klasslärarstuderandes intresse för och kunskaper i biologi och hållbar utveckling. (Manuskript godkänt till Helsingfors universitets forskningsserie)
- Pojaghi, B. (1996). How children of 9-11 years describe the inside of the body and its functioning. A starting point for the biology teaching syllabus. I M. O. Valente, A. Bárrios, A. Gaspar, & V. D. Teodoro (Red.) *Teacher training and values education*. (sidetall?) Selected papers from the 18th Annual Conference of the ATEE, Lisboa.
- Prokop, P. & Fančovičová, J. (2006). Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2 (10), 86-95.
- Prokop, P. & Fančovičová, J. & Tunnicliffe, S.D. (2009). The effect of instruction on expression of children's knowledge: How do children see the endocrine and urinary system? *International Journal of Environmental & Science Education*, 4 (1), 75-93.
- Reiss, M.J. & Tunnicliffe, S.D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31, 383-399.
- Reiss, M.J., Tunnicliffe, S.D., Möller Andersen, A., Bartoszeck, A., Carvalho, G.S., Chen, S-Y., Jarman, R., Jónsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J., Novikova, T., Otuka, J. Teppa, S. & Van Rooy, W. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36 (2), 58-64.
- Rice, D. (2005). I didn't know oxygen could boil! What preservice and inservice elementary teachers answers to 'simple' science questions reveals about their subject matter knowledge. *International Journal of Science Education*, 27 (9), 1059-1082.
- Sanders, M. (1993). Erroneous ideas about respiration: the teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 919-934.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Winteler, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. I K.A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Red.) *The role of interest in learning and development* (sidetall?) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- SFS. (2007). *Förordning om ändring i högskoleförordningen* (1993:100). Bilaga 2 Examensordning. Gäller från den 1 maj 2007. Examensordning för lärarutbildningen. Högskoleverket 2007: 129.
- Sinatra, G.M. & Pintrich, P. R. (2003). The role of intensions in conceptual change learning. I G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Red.) *Intentional conceptual change* (s. 1-18). Lawrence Erlbaum Associates.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2006). Elevenes forhold til naturfag og teknologi: Et Nordisk og internasjonalt perspektiv basert på ROSE-prosjektet. I L. Bering, J. Dolin, L. B. Krogh, J. Sølberg, H. Sørensen & R. Troelsen (Red.). *Naturfagsdidaktikkens mange facetter* (s. 65-83). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Skolverket. (2000). *Grundskolans kursplaner och betygskriterier*. Västerås: Skolverket och Fritzes.

- Skolverket. (2006a). *LPF94 - Läroplan för de frivilliga skolformerna (gymnasieskolan)*. Kursplan för BI 1202-Biologi B. Tillgänglig 2010-04-24: <http://www.skolverket.se/sb/d/726/a/13845/func/kursplan/id/2910/titleID/BI1202%20-%>. Kursplan för NK 1202- Naturkunskap B. Tillgänglig 2010-04-24: <http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0304&infotyp=5&skolform=21&id=3278&extraId>.
- Skolverket. (2006b). *LPO94 - Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet*. Tillgänglig 2010-04-24: <http://www.skolverket.se/sb/d/468>.
- Skolverket. (2009). *Skolverkets bild av utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan och av elevers studiemiljö - redovisning av uppdrag att utarbeta ett sammanfattande underlag avseende utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan*. PM 2009-01-29; Dnr 2008:3010. Tillgänglig 2009-02-03: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2154>.
- SOU. (2007). *Tydliga mål och kunskapskrav i grundskolan - Förslag till nytt mål- och uppföljningssystem*. Statens offentliga utredningar. Utbildningsdepartementet 2007: 28. Tillgänglig 2010-04-24: <http://www.sweden.gov.se/sb/d/8439/a/81428>.
- SOU. (2009). *Bäst i klassen - en ny lärarutbildning*. Utbildningsdepartementet 2009/10: 89.
- Teixeira, F.M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.
- Tunnicliffe, S.D. (2004). Where does the drink go? *Primary Science Review*, 85 (Nov-Dec), 8-10.
- Undervisningsministeriet (2008). *Gymnasium, DK, oplysningsark*. Tillgänglig 2010-04-24: http://www.uvm.dk/~media/Files/Udd/Gym/PDF08/Fakta/080201_faktaark_stx.ashx.
- Utbildningsstyrelsen (2009). *LUMA - Suomen menestystekijä nyt ja tulevaisuudessa*. Matematikan ja luonnontieteiden neuvottelukunnan muistio. (LUMA - Finlands framgångsfaktor nu och i framtiden). Promemoria/Betänkande av kommissionen i matematik och naturvetenskaper.
- Vejledning (2008) *Biologi C*. Undervisningsministeriet. Tillgänglig 2009-10-09: http://www.uvm.dk/~media/Files/Udd/Gym/PDF08/Vejledninger/stx/080701_biologi_C_stx_vejledning.ashx.
- Vikström, A. (2005). *Ett frö för lärande - En variationsteoretisk studie av undervisning och lärande i grundskolans biologi*. Luleå tekniska universitet. Institutionen för utbildningsvetenskap 2005: 14.
- Yip, Y.D. (1998). Teachers' misconceptions of circulatory system. *Journal of Biological Education*, 32, 207-216.
- Yli-Panula, E. (2005). Tutkivaan oppimiseen ja ongelmanratkaisuun perustuvat työtavat (Undersökande och problembaserade arbetsmetoder). I V. Eloranta, E. Jeronen & I. Palmberg (Red.). *Biologia eläväksi - biologian didaktiikka (Levande biologi - biologins didaktik)* (s. 97-110). Jyväskylä: PS-Kustannus.
- Åström, M. (2007). *Integrated and subject-specific. An empirical exploration of science education in Swedish compulsory schools*. Norrköping: The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD. Linköping University, Department of Social and Welfare Studies.

Maria Ferlin har en bakgrund som ämneslärare i biologi, kemi, naturkunskap och matematik. Hon är nu doktorand i Naturvetenskap med inriktning mot utbildningsvetenskap inom forskarskolan CUL (Centrum för utbildningsvetenskap och läraryrkning) vid Göteborgs universitet, där hon är knuten till Zoologiska institutionen. Studierna bedrivs på halvtid parallellt med arbetet som universitetsadjunkt i biologi och biologiämnets didaktik på lärarutbildningen vid Högskolan i Borås, Sverige. Hennes forskningsintresse är lärande om biologisk mångfald.

MARIA FERLIN

Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet, Sverige
Institutionen för pedagogik, Högskolan i Borås, Sverige
Maria.Ferlin@hb.se

Biologisk mångfald i svenska läroböcker för skolår 6-9

Abstract

This article presents a study of how different aspects of biodiversity, related to human activities, are described in six textbooks in Biology for secondary school in Sweden. It discusses the opportunities the books provide for pupils to attain the goals of the syllabus. The textbooks have been analyzed by using a quantitative content analysis with qualitative elements. The analysis has been undertaken in terms of four different aspects of biodiversity: utilitarian aspects, economic aspects, ethical aspects and aesthetic aspects. These are found in the parts of the books dealing with systematics, plants, animals, fungi, microbiology, biotechnology, the cell, ecology, etology, genetics, evolution and environmental care. The results show a variation between the textbooks in how biodiversity is defined, as well as in the proportions of the texts dealing with the issue. It is also found that the books contain faults and questionable formulations with regard to biodiversity. Finally, plausible effects of the pupils' goal-attainments are discussed in relation to the structure, formulations and contents of the books.

INLEDNING

I flertalet av Sveriges sexton miljömål betonas ambitionen att värna den biologiska mångfalden (Miljömålsportalen, 2010). Om målen ska nås krävs insatser både från myndigheter och enskilda medborgare. Men i ett allt mer urbaniserat samhälle, där nästan hälften av Sveriges invånare sällan eller aldrig besöker landsbygden (Dahl, Ericsson & Sandström, 2009), riskerar kunskap om och ansvar för natur och miljö att gå förlorade. En undersökning visade exempelvis att barn kände igen fler tecknade Pokémonfigurer än vilda växter och djur (Balmford, Clegg, Coulson & Taylor, 2002). Detta kan tolkas som att barn har stor potential att lära sig sådant som väcker deras intresse och kan undervisningen i biologi göras mer intresseväckande skulle också kunskapen om naturen kunna öka. Elever i tonåren rankar dock undervisning om växter och djur i närmiljön som tillhörande de minst intressanta områdena inom naturvetenskapen (Oscarsson, Jidesjö, Karlsson & Strömdahl, 2009; Schreiner & Sjöberg, 2004; Sjöberg, 2010). Att väcka elevers intresse för biologisk mångfald är därför en utmaning för dagens biologilärare. FN:s konvention om biologisk mångfald, fortsättningsvis förkortad CBD efter Convention of Biological Diversity, anger att

utbildning om biologisk mångfald ska ingå i utbildningssystemet (SÖ, Statens offentliga översättningar, 1993:775, artikel 13). I kursplanen i biologi för den svenska grundskolan uttrycks också att det inte enbart handlar om ett naturvetenskapligt innehåll. "Ett av biologiämnets viktigaste bidrag till bearbetningen av människans relation till naturen är därför att belysa mångfalden av livsformer ur såväl de naturvetenskapliga som de estetiska och etiska perspektiven" (Skolverket, 2008 s. 54). En elev som lämnar grundskolan ska ha uppnått flera mål relaterade till biologisk mångfald. Denna studie syftar till att undersöka vilken hjälp att nå de målen som några vanligt förekommande biologiböcker kan erbjuda 12 till 16 år gamla elever i den svenska grundskolan.

BAKGRUND

Biologisk mångfald definieras i den här studien, i enlighet med artikel 2 i CBD, som:

variationsrikedomen bland levande organismer av alla ursprung, inklusive från bland annat landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem och de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem (SÖ 1993:775).

Det är svårt att beskriva den biologiska mångfaldens betydelse, liksom att förutsäga tänkbara konsekvenser av förluster på gen-, art- och ekosystemnivå. Förutom vikten av att bevara mångfalden för dess egen skull, brukar också dess stora betydelse som råvarukälla och ekosystemtjänstleverantör lyftas fram för att betona människans beroende av naturen (Molander, 2008). Det ekonomiska värdet av dessa ekosystemtjänster anses vara mycket stort men svåruppskattat (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; TEEB, 2008). Mångfalden bidrar också till estetiska upplevelser, den kan vara en källa till etiska och existentiella frågor och den har också ett pedagogiskt värde (Lindemann-Matthies et al., 2009; Molander, 2008). Detta lyfter också Menzel och Bögeholz (2009) fram i sin studie om ungdomars förmåga att argumentera kring bevarande av biologisk mångfald. Komplexa frågeställningar kring sådant bevarandearbete kan, enligt författarna, leda till att ungdomar utvecklar en medvetenhet om mångfaldens roll för en hållbar utveckling.

Biologisk mångfald i den svenska grundskolans kursplaner

Samtliga ämnen i den svenska grundskolan presenteras i kursplanerna genom rubrikerna; Ämnets syfte och roll i utbildningen, Mål att sträva mot, Ämnets karaktär och uppbyggnad samt Mål som eleverna skall ha uppnått i slutet av femte respektive nionde skolåret. Varken innehåll eller mål i kursplanerna detaljstyr undervisningen. De innehållsbeskrivningar av biologiämnets som görs under rubriken Ämnets karaktär och uppbyggnad samt de mål som eleverna skall ha nått när de slutar grundskolan används i denna studie som underlag för jämförelser mellan kursplaner och läroböcker. Fyra centrala områden lyfts fram i innehållet. De rubriceras Ekosystem, Biologisk mångfald, Cellen och livsprocesserna samt Människan (Skolverket, 2008, s. 54). Jämförs denna uppdelning med definitionen av biologisk mångfald i CBD så inbegriper definitionen i artikel 2 såväl ekosystem som variation mellan och inom arter. Detta innebär i sin tur att innehåll relaterat till biologisk mångfald i kursplanerna förutom under rubriken Biologisk mångfald, även finns under rubrikerna Ekosystem samt Cellen och livsprocesserna. Inom alla tre områdena anges att naturvetenskaplig kunskap ska kompletteras med etiska perspektiv. När det gäller ekosystem och biologisk mångfald nämns även estetiska perspektiv, och då särskilt när det gäller bevarandearbete och människans relation till naturen.

Definitionen från CBD användes även för att välja ut de mål i kursplanen som kan relateras till biologisk mångfald. 7 av de 17 mål som skall ha uppnåtts i biologi i slutet av nionde skolåret valdes för att studera om böckernas innehåll ger möjlighet till måloppfyllelse. I ett av dessa mål finns begreppet explicit, i ett annat genom en formulering om bevarandearbete och i de resterande genom att de berör gener, celler, arter, ekosystem eller ekosystemtjänster.

Eleven skall

beträffande natur och människa

- ha kännedom om några av jordens ekosystem och hur organismers samverkan kan beskrivas i ekologiska termer,
 - ha insikt i fotosyntes och förbränning samt vattnets betydelse för livet på jorden,
 - kunna ge exempel på kretslopp och anrikning i ett ekosystem,
 - ha kännedom om hur celler är byggda och hur de fungerar,
 - ha kännedom om det genetiska arvet,
 - känna till grunddragen i livets utveckling samt villkoren för och betydelsen av biologisk mångfald,
- beträffande kunskapens användning*
- kunna använda såväl naturvetenskapliga som estetiska och etiska argument i frågor om bevarande av naturtyper och mångfalden av arter samt användning av genteknik (Skolverket, 2008 s. 55-56).

De sex första målen benämns fortsättningsvis faktakunskapsinriktade mål. Det sjunde behandlar elevernas förmåga att använda sin kunskap i det bredare perspektiv som beskrivs i innehållet i kursplanen (Skolverket, 2008).

Läroboksanalys och läroboksgranskning

Läroböcker betraktas fortfarande som en viktig informationskälla i undervisningen. De utgör också i hög grad den kunskapsbas som lärarna undervisar utifrån (Chiappetta & Fillman, 2007; Nelson, 2006; Selander & Skjelbred, 2004). Både innehållet i och användningen av läroböcker i biologi har studerats åtminstone från 1960-talet och framåt. Lazarowitz (2007) drar, efter en forskningsöversikt, slutsatsen att frågeställningar och resultat varit ganska likartade genom decennierna. Han framhåller också att många studier visar att böckerna innehåller mer fakta än beskrivningar av arbetsprocesser och ämnets karaktär, även om balansen mellan faktainnehåll och annat stoff har varierat mellan olika tidsperioder.

Parallellt med analyser av hela böcker finns också studier om hur specifika ämnesområden behandlas i biologiböcker. Exempelvis fann Flodin (2009) att författarna inte var konsekventa i sin användning av genbegreppet i en läroboks olika delar. Någon motsvarande studie om hur begreppet biologisk mångfald används i en viss lärobok finns inte. En mer översiktlig studie genomfördes när Tracana, Ferreira, Ferreira och Carvalho (2008) analyserade 44 läroböcker från 13 olika länder för elever i åldrarna 6-18 år. De fann att biologisk mångfald definierades i nästan samtliga böcker. Hoten mot mångfalden beskrevs mest frekvent i böcker som vände sig till 12-15-åringar. Överlag betonades naturens estetiska värden framför problematik kring bevarandefrågor. Tracana et al. efterfrågar en högre grad av sammankoppling mellan biodiversitet och hållbar utveckling. Granquist och Mårdfjäll (2007) studerade definitionen av biologisk mångfald i svenska biologiböcker. Deras resultat visade på en stor spridning i kvaliteten på definitionerna, och att likheten med konventionstextens definition ökat med tiden.

Tracana et al. (2008) ansåg efter sin undersökning att skolmyndigheter i högre utsträckning borde uppmärksamma kvaliteten i läroböckers innehåll. En sådan granskning fanns länge i Sverige. Från 1600-talet och fram till 1991 kontrollerades bland annat att text och bilder var korrekta och pedagogiska och att innehållet stämde överens med kursplanen. Numera är det författare och förlag som står som garanter för böckernas innehåll (Långström, 1997), något som lärarna inte alltid är medvetna om då boken anses ha en "legitimerande funktion" (Skolverket, 2006 s. 50). Granskning av specifika aspekter i läroböcker ingår dock i Skolverkets uppdrag. 2006 studerades om några utvalda böcker följer den värdegrund som lyfts fram i skolans styrdokument. I rapporten betonas att en lärobok är en kompromissprodukt som också ska ha ett kommersiellt värde. Författarna har ett begränsat utrymme till sitt förfogande och måste balansera mellan kraven på forskningsbaserad kunskap och läsbarhet för målgruppen. En god lärobok är, enligt Härenstam (i Skolverket, 2006 s. 47), en "som lyckas klara den optimala kompromissen".

SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Studiens syfte är att undersöka vilka förutsättningar att nå kursplanens mål kring biologisk mångfald som användandet av någon av sex vanligt förekommande läroböcker i biologi kan erbjuda elever i grundskolans skolår 6-9 (12-16 år gamla).

Arbetet har utgått från följande frågeställningar:

- Hur förklaras och/eller definieras begreppet biologisk mångfald?
- I vilken omfattning förekommer nyttoaspekter samt ekonomiska, etiska och estetiska aspekter på biologisk mångfald relaterade till människan och mänsklig verksamhet?
- I vilken omfattning förekommer formuleringar med anknytning till biologisk mångfald, vilka skulle kunna försvåra elevers lärande?
- Vilka strategier används i böckerna för att förmedla ett naturvetenskapligt innehåll, i vilken omfattning förekommer de och hur skulle de kunna påverka elevers lärande?
- I vilken utsträckning relaterar författaren/författarna böckernas innehåll till mål i grundskolans kursplaner?

METOD

Data samlades in från de svenska biologiböcker för grundskolans senare skolår som, enligt förlagskataloger, fanns att köpa 2009. I studien benämns böckerna A-F (tabell 1).

Tabell 1 De analyserade läroböckerna

	Titel	Författare	Utg.år	Uppl.	Förlag
A	Biologi Direkt	Kukka och Sundberg	2005	1	Bonnier utbildning
B	Biologi	Henriksson	2002	2	Gleerups
C	Biologi (Spektrum)	Fabricius	2006	3	Liber
D	Biologi Light (Spektrum)	Fabricius	2006	1	Liber
E	Biologi (Serie Puls)	Andréasson	2007	3	Natur & Kultur
F	Biologi Fokus (Serie Puls)	Andréasson	2007	3	Natur & Kultur

Bok D är en enklare version av C och bok F är en enklare version av E. Förlagen redovisar inte försäljningssiffror, så det går inte att säga något om i vilken utsträckning de olika böckerna används.

Läroböckerna studerades i fyra steg

Då definitionen av biologisk mångfald enligt artikel 2 i CBD i korthet kan definieras som en mångfald av gener, arter och ekosystem, valde jag ut de delar av böckerna som behandlar detta innehåll. Följande ämnesområden i böckerna studerades därför: systematik, växter, djur, svampar, bakterier, bioteknik, cellen, ekologi, etologi, genetik, evolution och naturvård/miljövård/miljöproblem. Andelen sidor av det totala sidantalet i respektive bok som täcker in dessa områden, och därmed utgör underlaget för all datainsamling, är omkring 50 % (tabell 2).

Tabell 2 Urval för datainsamling

	A	B	C	D	E	F
Sidor i boken	379	384	430	223	384	323
Utvalda sidor	204	213	251	127	184	177
Andel utvalda sidor	54 %	56 %	58 %	56 %	48 %	55 %
Meningar på utvalda sidor	3366	4818	4545	2296	3989	2800

Eftersom jag inte använt någon färdig modell för datainsamling och analys beskrivs studiens metod för datainsamling och analys steg för steg.

Steg 1. Inledningsvis genomfördes en kvantitativ innehållsanalys, där jag letade efter betydelsebärande enheter (Engström, 2008; Robson, 2002). Förekomsten av begreppet *biologisk mångfald* eftersöktes. Detta gjordes i all text, inklusive rubriker, sammanfattningar och arbetsuppgifter. Därefter studerades om, och i så fall var och hur, biologisk mångfald definieras i böckerna. Även eventuella ordlistor ingick i underlaget för denna datainsamling.

Steg 2. En deduktiv innehållsanalys genomfördes. Förekomsten av uttryck för fyra, på förhand bestämda, aspekter på biologisk mångfald relaterade till människan och mänsklig verksamhet samlades in från brödtext och bildtext. Kategorierna utgjordes av nyttoaspekter samt ekonomiska, etiska och estetiska aspekter på biologisk mångfald. Valet av dessa kategorier bygger på Molanders (2008) beskrivning av mångfaldens värden, Millenium Ecosystem Assessment (2005), samt innehåll och mål i grundskolans kursplaner (Skolverket, 2008). Slutligen beräknades andelen meningar (i procent av totala antalet meningar) som behandlade var och en av de fyra olika aspekterna i böckerna.

Steg 3. Formuleringar relaterade till biologisk mångfald vilka är felaktiga eller tveksamma ur en språklig synvinkel noterades. Formuleringar som representerar olika strategier för att förmedla innehållet till läsarna noterades också. De kvalitativa data som genererades sammanfördes till olika kategorier genom en induktiv innehållsanalys.

Steg 4. Slutligen studerades om författarna motiverar sitt stoffval för läsarna genom att explicit anknyta till styrdokument för grundskolan. En tolkning gjordes också av vilka av kursplanens mål relaterade till biologisk mångfald (Skolverket, 2008) som böckernas innehåll kan ge eleverna möjlighet att nå. Om målen för skolår 5 nåtts, är det, som nämnts ovan, sju mål kvar att uppnå i biologi, vilka kan relateras till biologisk mångfald.

All klassificering innebär en tolkning och citat används i resultatavsnittet för att ge exempel på formuleringar som representerar olika kategorier. I arbetet med att avgöra om fakta stämmer och i kategoriseringen av formuleringar har jag fått hjälp av forskare och forskarstuderande i zoologi.

RESULTAT

Resultatet följer samma steg som i redogörelsen för metoden. Inledningsvis presenteras hur och var biologisk mångfald definieras. Därefter redogörs för förekomsten av de fyra aspekterna på biologisk mångfald. Vidare presenteras faktafel, formuleringar och strategier som används i böckerna samt om författarna anknyter böckernas innehåll till mål i kursplanerna. Avslutningsvis finns, för var och en av böckerna, en sammanfattning med utgångspunkt i studiens frågeställningar och syfte.

Biologisk mångfald

Begreppet biologisk mångfald återfinns i samtliga böcker (tabell 3). Förekomsten varierar från 4 till 17 gånger om all text i de utvalda avsnitten medräknas. Studeras enbart brödtext och bildtext är spannet från 1 till 11 gånger.

Tabell 3 Antal gånger begreppet "biologisk mångfald" förekommer i läroböckerna

	A	B	C	D	E	F
Biologisk mångfald nämns i alla former av text	5	4	17	13	11	7
Biologisk mångfald nämns i brödtext/ bildtext	1/0	2/0	7/4	4/2	6/0	5/1
Biologisk mångfald förklaras explicit	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja

Biologisk mångfald definieras explicit, implicit och inte alls. I böckerna E och F finns i brödtexten en förklaring som överensstämmer med artikel 2 i CBD. Författarna inkluderar arter, varianter inom arter och ekosystem i sin definition. Även i A finns motsvarande förklaring, men i ordlistan. I böckerna C och D förklaras begreppet implicit genom meningen "Det har fört med sig att den biologiska mångfalden minskat – antalet arter och livsmiljöer har blivit färre" (C s. 172). I B finns ingen förklaring till vad biologisk mångfald är.

Aspekter på biologisk mångfald

När det gäller förekomsten av de olika aspekterna på biologisk mångfald relaterad till människan och mänsklig verksamhet varierar den från 0,3 till 6,6 % av det totala antalet meningar i de utvalda avsnittens bröd- och bildtexter (tabell 4).

Tabell 4 Förekomsten av olika aspekter på biologisk mångfald i läroböckerna

	A	B	C	D	E	F
Nyttoaspekter	3,5	3,4	6,6	6,6	5,3	5,6
Ekonomiska aspekter	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,4
Etiska aspekter	2,4	1,5	2,7	2,8	4,8	3,1
Estetiska aspekter	1,5	1,4	1,9	1,6	1,1	1,2

Nyttoaspekter på biologisk mångfald är den aspekt som lyfts fram i störst utsträckning i böckerna, även om procentsatsen är nästan dubbelt så stor i C och D, jämfört med A och B. Som exempel på formuleringar som klassificerats som nyttoaspekter kan nämnas både nutida användning "Raps odlas och används vid margarinframställning" (B s. 33) och hur mångfalden nyttjats längre tillbaka i tiden "Denna egenskap utnyttjades förr i blöjor och sårförband" (B s. 39). Även mer generell nytta av biologisk mångfald i form av ekosystemtjänster har räknats med i denna kategori exempelvis "De tillverkar också den största delen av det syre som finns på vår jord" (A s. 98). Nyttoaspekter lyfts ofta fram i avsnitten om bakterier och genteknik.

Ekonomiska aspekter på biologisk mångfald är den aspekt som betonas minst i samtliga böcker. Kategorin innefattar meningar som har en tydlig ekonomisk anknytning som "Idag försöker forskare också räkna ut värdet av att ekosystemet fungerar" (E s. 124) och "Det gör att priserna på

de genförädlade fröerna kan bli för höga för en fattig bonde” (E s. 294). Men också meningar som visar på en indirekt ekonomisk aspekt har medräknats, såsom ”Snytbaggen gör stor skada i skogen när den gnager av barken på trädplantor” (E s. 41).

Etiska aspekter på biologisk mångfald förekommer i alla böcker med högst förekomst i E. Aspekterna återfinns främst i avsnitt som handlar om genteknik ”Vet vi tillräckligt mycket om vad som händer när vi sätter in främmande gener?” (E s. 295) och miljöfrågor exempelvis ”Vi gör om ekosystemen så att de ska passa oss när vi odlar och bygger städer och vägar” (E s. 114).

Estetiska aspekter på biologisk mångfald används för att associera till såväl positiva som negativa sinnesupplevelser. ”Där bildar de vackra mönster som liknar kartor” (C s. 47) och ”Efter en härlig skogstur är det skönt att komma hem och kanske njuta av en varm macka med stekta kantareller” (C s. 45) visar på både skönhetsupplevelser och positiva smakupplevelser till följd av en biologisk mångfald. Ett exempel på motsatsen är ”Övergödning till havs kan förvandla vattnet till en gulgrön sörja” (C s. 198). När det gäller estetiska aspekter på biologisk mångfald återfinns den högsta andelen i C.

De olika aspekterna på biologisk mångfald relaterade till människan och mänsklig verksamhet förekommer således i samtliga böcker. Det finns en variation både mellan vilken tyngd författarna valt att lägga på de olika aspekternas förekomst, och hur stor del av det totala antalet meningar som ägnas åt dessa aspekter. Adderas värdena erhålls en skillnad från 6,6 % av meningarna i B till 11,8 % av meningarna i E.

Faktafel, formuleringar och strategier

Faktafel och formuleringar med anknytning till biologisk mångfald, vilka skulle kunna försvåra elevers lärande noterades. En induktiv analys gjordes, vilken genererade fyra olika kategorier (tabell 5). De två sista representerar strategier, som används för att förmedla böckernas innehåll till läsarna.

Tabell 5 Faktafel, formuleringar och strategier

	A	B	C	D	E	F
Faktafel	32	10	12	2	3	4
Språkligt tveksamma formuleringar	13	7	3	11	14	5
Förenklingar och vardagliga uttryck	31	25	37	27	30	22
Antropomorfism	16	26	31	12	28	25

Faktafel finns inom en rad olika ämnesområden och är av varierande komplexitetsgrad, vilket följande tre citat exemplifierar. ”Fåglarna är de enda ryggradsdjur som kan flyga” (D s. 58), ”När en clownfisk anfaller förvandlas bläckfisken till en randig, mycket giftig havsorm” (A s. 27) och

Det är kroppens yttre delar som står i kontakt med omgivningen. De yttre delarna hos djur, växter och svampar förändras därför snabbast. När miljöerna förändras tar det längre tid för de inre delarna att förändras. [...] De delarna som ändras långsammast är genernas DNA och andra kemiska ämnen vi har i kroppen (A s. 305).

Även bland bildtexter finns faktafel som räknats med i ovanstående tabell. Det kan vara en förväxling mellan två olika mossarter (A s. 82) eller en bildtext om gifternas koncentration uppåt i näringskedjan där författarna berättar om hur örnar och sälar får i sig mycket gift samtidigt som bilden visar en fiskgjuse (C s. 201). Denna kategori innehåller också ett fåtal formuleringar, vilka

visar på att författarna inte anammat aktuell forskning. Inom systematik används namn på grupper som inte är monofyletiska, dvs. "naturliga" i ett evolutionärt perspektiv. Även inom ekologin lever äldre begrepp kvar.

Språkligt tveksamma formuleringar finns i varierande grad. Ofta rör det sig om syftningsfel som "Den sitter ofta på stolpar längs vägarna och spanar efter påkörda djur eller annat som passerar förbi." (A s. 61, om en ormvråk, min anm.) och "Under huden finns djurens taggar. De största kan bli 1 meter långa och väga 10 kg" (D s. 47, om sjögurkor, min anm.). I denna kategori har jag även placerat meningar vilkas innehåll inte är språkligt felaktiga men ändå kan påverka möjligheter till lärande, såsom "Ormar är rovdjur som saknar armar och ben" (B s. 107), "Armarna" är inte riktiga armar utan delar av själva kroppen" (E s. 33, om sjöstjärnor, min anm.) och "Däggdjur i kalla områden har ofta päls för att inte frysa" (C s. 109).

Förenklingar och vardagliga uttryck förekommer i samtliga böcker. Återkommande förenklingar är att alla fiskar har yttre befruktning och att resultatet av nedbrytning enbart blir jord, åtminstone på något ställe i samtliga böcker. Förenklingarna är inte alltid konsekvent genomförda inom den aktuella boken. I likhet med Flodins (2009) resultat framkommer även i denna studie en inkonsekvens mellan olika avsnitt i en och samma bok. Att "De döda organismerna bryts ner i mindre delar och blir jord" kan vi läsa i E (s. 21) medan resultatet av nedbrytningen på ett annat ställe i samma bok är närsalter "Nedfallande blad och andra döda växtdelar angrips omedelbart av nedbrytare och kvar blir bara närsalter" (E s. 102). På nästa sida blir det istället mull "Många växter är rotade i den mull som bildas i grenklykor genom förmultning av nedfallande blad och andra växtdelar" (E s. 103) och slutligen blir resultatet av nedbrytningen att "Förnan bryts ner av nedbrytarna till nya råvaror, bland annat koldioxid, vatten och närsalter" (E s. 116). Avsaknad av konsekvens mellan uppgifter inom samma bok förekommer inte bara i samband med nedbrytningsprocessen. Om det anges att "En vanlig gissning är att det finns 10-20 miljoner olika organismer på vår jord" (A s. 3), kan det vara problematiskt att det längre bak i boken står att "biologer tror att det finns ungefär 20 miljoner arter bakterier" (A s. 100).

Användning av vardagliga uttryck istället för naturvetenskapligt korrekta förekommer i samtliga böcker. "Det försvinner ju en hel del energi på vägen eftersom det går åt energi i organismerna när de lever och växer" (F s. 107) och "En hare som äter gräs förbrukar ca 90 % av matens energi" (B s. 147) visar på en vardaglig användning av energibegreppet. "Tyngst är vattnet vid +4 °C" (C s. 164) och "Så här fortsätter det till hela DNA-molekylen förvandlats till två DNA-molekyler" (E s. 323) är andra exempel på vardagliga uttryck. I kategorin återfinns också formuleringar om hur organismer anpassar sig till miljön utan ett bakomliggande evolutionsbiologiskt resonemang. "Hos fiskar som ständigt lever i mörker har ögonen med tiden försvunnit helt" (C s. 93) är ett av många exempel på sådana formuleringar.

Antropomorfistiska formuleringar innebär ett förmänskligande av olika organismer. "Korsspindeln väntar tålmodigt vid sitt vackra fångstnät" (B s. 83) och "Ger vi dem växtnäring piggnar de oftast till" (C s. 136) är två exempel ur den rika floran av antropomorfistiska formuleringar. Flertalet exempel är av typen "Mångfotingar tycker inte om ljus" (E s. 36) och "I tjocktarmen trivs kolibakterier och många andra bakterier" (F s. 22).

Utöver ovanstående kategorier förekommer även andra formuleringar som skulle kunna försvåra elevers lärande. Något som varierar både mellan och inom böckerna är hur författarna ser på människan. Vi växlar mellan att vara ett djur bland andra däggdjur och något, oklart vad, som finns vid sidan av djuren. I E särskiljs på flera ställen människan från djuren; "Vi liknar på många sätt andra djur men så här skulle inget annat djur kunna göra" (E s. 136). Även författarna till D väljer att både inkludera och exkludera människan i relation till djuren "Vi människor är däggdjur. Det som skiljer oss mest från de övriga djuren är vår välutvecklade hjärna" (D s. 61). Andra formuleringar

i böckerna skiljer ut oss än mer från djuren. ”Efter en tid hade bakterierna förändrat miljön så att den kom att passa för högre växter och djur och även människor” (F s. 312) är exempel på hur författarna ger människan en särställning.

Utöver de faktafel som medräknats i tabell 5, förekommer också formuleringar som inte är felaktiga men där det finns alternativ som är bättre ur en biologisk synvinkel. Som exempel kan nämnas näringskedjor där födovalen inte är de vanligaste för de ingående organismerna. En ormvråk är ett bättre val än en duvhök när en rovfågel ska äta en mus. Det finns också fackuttryck inom biologin som kan vara svåra för eleverna att förstå om de inte förklaras. Uttrycket ”högre växter” (F s. 132) är en sådan formulering. Det är heller inte sannolikt att alla elever vet vilket kön ståndare och pistiller representerar om det inte anges i texten (B s. 23).

Relationen mellan läroböckernas innehåll och grundskolans kursplaner

Studiens syfte är att undersöka vilka förutsättningar att nå kursplanens mål kring biologisk mångfald som användandet av någon av sex vanligt förekommande läroböcker i biologi kan erbjuda elever i grundskolans skolår 6-9. Resultatet visar att det finns varierande möjligheter för elever att med hjälp av innehållet i böckerna nå målen de skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret med anknytning till biologisk mångfald. Inga författare relaterar explicit till mål i grundskolans kursplaner men böckernas innehåll motsvarar i hög grad kursplanernas innehåll. Eleverna ges därmed möjligheter att nå främst de faktakunskapsinriktade målen. Överlag är det målet ”kunna använda såväl naturvetenskapliga som estetiska och etiska argument i frågor om bevarande av naturtyper och mångfalden av arter samt användning av genteknik” (Skolverket, 2008, s. 56) som böckernas innehåll täcker sämst och där variationen är störst mellan böckerna.

Med utgångspunkt i studiens frågeställningar presenteras avslutningsvis en sammanfattning bok för bok där särskild uppmärksamhet ägnas relationen mellan böckernas innehåll och kursplanernas mål.

Bok A. Biologisk mångfald definieras i enlighet med CBD. Detta sker i ordlistan i slutet av boken. När det gäller de olika aspekterna på biologisk mångfald som eftersökts i studien förekommer de ungefär i samma utsträckning som i övriga böcker med undantag av nyttoaspekter, som beskrivs förhållandevis litet. Innehållet är aktuellt när det gäller ekosystemtjänsterna, vilket bidrar till att den biologiska mångfaldens betydelse ändå behandlas i boken. A är den bok som innehåller flest faktafel. Möjligheten att nå kursplanens mål finns men några av faktafelen kan försvåra måluppfyllelse och boken utmanar inte explicit till argumentation kring bevarandearbete.

Bok B. Biologisk mångfald förklaras inte i boken. Begreppet introduceras i ett avsnitt om lavar och luftföroreningar. B är den bok som ägnar minst utrymme åt de i studien eftersökta aspekterna på biologisk mångfald. Däremot är den innehålls- och informationsrik. Bokens innehåll svarar främst mot de faktakunskapsinriktade målen. De faktafel som förekommer berör huvudsakligen detaljer. På två ”Klarar du detta”-sidor uppmanas eleverna att ta reda på mer om biologisk mångfald men innehållet i B utmanar inte till den mångfacetterade argumentation kring bevarandearbete som eleverna ska vara kompetenta att klara av efter skolår nio.

Bok C. Biologisk mångfald introduceras tidigt i C, där det redan på sidan 12 sägs att det är ”viktigt att bevara en stor *biologisk mångfald* med många olika arter”. Begreppet återkommer sedan på många ställen i boken dock utan en explicit definition. De eftersökta aspekterna på biologisk mångfald förekommer förhållandevis rikligt och nyttoaspekterna betonas mest. C är den bok där estetiska aspekter ges störst utrymme. De faktafel som förekommer är även i C med få undantag på detaljnivå. Den förenkling som skulle kunna försvåra lärande om ekosystemtjänsterna är att nedbrytning oftast resulterar i jord. Möjligheten att nå målen kring biologisk mångfald är goda även om det krävs aktivt arbete av eleverna för att samla argument kring bevarandearbete.

Bok D. Då boken är en förenklad version av C följer den samma upplägg. Biologisk mångfald introduceras tidigt och med samma förklaring även i D. Begreppet återkommer sedan ofta i boken. Precis som i C är det nyttoaspekterna som betonas mest. Faktafelen är få. Vardagliga uttryck och förenklingar kan relateras till bokens ambition att vara mer lättillgänglig. Möjligheten att nå målen kring biologisk mångfald är förhållandevis goda men bokens innehåll utmanar inte specifikt till argumentation kring bevarandearbete.

Bok E. I boken ges begreppet biologisk mångfald, dess definition och olika argument kring bevarande ett eget uppslag. Definitionen följer CBD och författarna hänvisar till konventionen i en faktaruta. Det finns också arbetsuppgifter som berör biologisk mångfald. De eftersökta aspekterna förekommer i ganska stor utsträckning med extra tonvikt på de etiska. Faktafelen är få men ekosystemtjänsten nedbrytning presenteras inte konsekvent. Möjligheten att nå målen kring biologisk mångfald är goda.

Bok F. Då boken är en förenklad version av E ges även i F utrymme för samma definition av biologisk mångfald och en likartad förekomst av de olika aspekterna. Däremot finns inte motsvarande utmanande arbetsuppgifter som i E. Faktafelen är få. Förekomsten av förenklingar och vardaglig NO kan, precis som för D, relateras till bokens målgrupp. Möjligheten att nå målen kring biologisk mångfald är förhållandevis goda men boken utmanar inte specifikt till argumentation kring bevarandearbete.

DISKUSSION

Inledningsvis diskuteras metoden och dess tänkbara påverkan på resultatet. Därefter diskuteras resultaten i samma ordning som i resultatavsnittet. Alla delar knyts till studiens syfte. Avslutningsvis diskuteras studiens resultat i ett vidare sammanhang, samt dess möjliga implikationer för lärare, för lärarstudenter och för fortsatt forskning.

Diskussion av metoden

Eftersom insamling och analys bygger på tolkningar genomförda av en person är det oundvikligt att det finns subjektiva moment i resultaten. För att minska subjektiviteten har professionellt verkssamma zoologer deltagit i arbetet med klassificering. Dessutom har jag kontrollerat min tolkning genom att genomföra kategoriseringar av samma material vid upprepade tillfällen. När det gäller förekomsten av faktafel, formuleringar och strategier finns också risk för subjektiva tolkningar. Klassificeringarna har gjorts efter diskussion med zoologer och ämnesdidaktiker och även i denna analys har kategoriseringarna upprepats.

Biologisk mångfald kan studeras ur en rad olika perspektiv. Det finns två huvudsakliga skäl till att de fyra aspekterna på biologisk mångfald relaterades till människan och mänsklig verksamhet. Det första är att avgränsningen skulle varit svår om nyttoaspekter på biologisk mångfald skulle innefattat även inbördes nytta mellan olika organismer. Det andra är att studier visar att tonårningar rankar sitt intresse för naturvetenskap högre om den relateras till människan och mänsklig verksamhet (Oscarsson, Jidesjö, Karlsson & Strömdahl, 2009; Schreiner & Sjöberg, 2004). Det var därför intressant att se om detta avspeglas i författarnas stoffval.

Biologisk mångfald

Resultatet visar att det är stor variation både i antal gånger biologisk mångfald nämns i böckerna (tabell 3) och i hur det definieras. En explicit definition saknas i hälften av böckerna. Författarna överlåter därmed åt läsaren att själv tolka och definiera begreppet. Eftersom biologisk mångfald är ett av fyra centrala områden inom biologiämnet skulle bristen på såväl användning av begreppet, som en korrekt förklaring av vad det innebär, kunna försvåra för eleverna att nå kursplanens mål relaterade till biologisk mångfald. En förklaring som bygger på CBD:s definition kan troligen öka elevernas möjlighet till måluppfyllelse.

Aspekter på biologisk mångfald

Förekomsten av de olika aspekterna på biologisk mångfald varierar mellan böckerna (tabell 4). Den aspekt som lyfts mest i samtliga böcker är nyttoaspekter, ett innehåll som kan motiveras med att eleverna ska känna till "betydelsen av biologisk mångfald" (Skolverket, 2008 s. 55). Mångfaldens ekonomiska värden kan också räknas till "betydelsen av biologisk mångfald" (a.a. s. 55). Den ekonomiska aspekten ägnas dock litet utrymme i böckerna, trots att det ekonomiska värdet av biologisk mångfald allt mer lyfts fram i samhällsdebatten som ett argument för bevarandearbete (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; TEEB, 2008). I kursplanerna uttrycks explicit i såväl innehåll som mål att etiska och estetiska perspektiv ska ingå i biologiundervisningen. Perspektiven förekommer i böckerna men de skulle behöva stärkas för att svara mot kursplanernas formuleringar.

Resultatet visar också att en mycket stor del av brödtexten *inte* behandlar de fyra aspekter som eftersökts i denna studie. De utgörs istället av den koncentration av fakta, som även tidigare forskning visat att läroböcker till stor del består av (Chiappetta & Fillman, 2007; Lazarowitz, 2007). Det finns troligen möjligheter att väcka ökat intresse för biologi genom att i större utsträckning än som sker i dagens böcker, betona de aspekter som eftersökts i studien. Vårt beroende av naturens ekosystemtjänster skulle kunna lyftas fram betydligt mer, liksom tänkbara konsekvenser om vi inte kan hejda förlusten av mångfaldens komponenter. Många människor har liten kontakt med naturen (Dahl, Ericsson & Sandström, 2009) och ringa förståelse för vårt beroende av naturens tjänster. Menzel och Bögeholz (2009) och Tracana et al. (2008) önskar att eleverna utmanas att upptäcka den biologiska mångfaldens betydelse för en hållbar utveckling kan gälla även för de svenska böckerna. Komplexa frågor relaterade till människans livsvillkor och påverkan på naturen skulle kunna få en mer framträdande plats. Det kan bidra till ökad möjlighet för eleverna att delta i de diskussioner om bevarande av biologisk mångfald, med såväl naturvetenskapliga som estetiska och etiska argument, som de ska vara kompetenta till.

Faktafel, formuleringar och strategier

Elever och lärare bör kunna lita på att böckernas innehåll är korrekt. Att över 30 faktafel finns kvar vid publicering är olyckligt. Ansvar för granskningar ligger numera på författare och förlag och studiens resultat tyder på att mer tid och resurser behöver läggas på sådan granskning. Ämneskunniga experter behöver engageras i arbetet med att få innehållet korrekt och aktuellt. Faktafel förekommer i alla böcker men i olika utsträckning och av varierande komplexitet. Citatet gällande evolution från bok A (s. 305) visar att en del felaktiga formuleringar kan vara problematiska att genomskåda för många elever. En sådan beskrivning riskerar att försvåra för eleverna att nå kursplanens mål "känna till grunddragen i livets utveckling samt villkoren för och betydelsen av biologisk mångfald" (Skolverket, 2008 s. 55). Den kan dessutom bidra till utvecklande av vardagsuppfattningar.

Att förenkla och använda vardagliga uttryck istället för naturvetenskapligt korrekta sådana torde alltid kunna bli föremål för diskussioner och prioriteringar i strävan mot den "optimala kompromissen" (Skolverket, 2006 s. 47). Böckernas utrymme är begränsat, vilket kan vara en orsak till uttryck som "växter är helt enkelt gröna" (A s. 76). Användandet av förenklingar är troligen också en nödvändig strategi för att skapa intresse för biologi hos flertalet elever. Böckernas innehåll presenteras inte så att eleverna medvetandegörs om att denna strategi används. Författarna skulle kunna förklara sina överväganden i texter som vänder sig direkt till eleverna. De förord som finns idag vänder sig, med undantag av det i E, inte till eleverna. Här finns en outnyttjad möjlighet att kommunicera med läsarna. Istället för "I det här avsnittet får du lära dig att" i början på ett kapitel skulle författarna kunna skriva en introduktionstext till avsnittet, där de förklarar sina överväganden.

Det är en vanlig strategi att använda antropomorfasta formuleringar men om detta försvårar eller underlättar elevers lärande besvarar inte den här studien. Den målgrupp som de analyserade böckerna vänder sig till torde i större omfattning kunna klara sig utan ett förmänskligande av växter och djur.

En konsekvent användning av biologiska begrepp i bokens olika delar är en fråga om noggrann bearbetning, tillgång till ämneskunniga granskare och samråd mellan författarna om flera är inblandade. En av mångfaldens viktigare ekosystemtjänster är att bryta ner döda organismer så att det åter bildas koldioxid och vatten, samtidigt som mineralämnena frigörs. Om resultatet av nedbrytning i de analyserade böckerna i stor utsträckning bara utgörs av jord eller om resultaten av nedbrytningen varierar mellan olika avsnitt inom samma bok kan målen att "kunna ge exempel på kretslopp" och att "ha insikt i fotosyntes och förbränning" (Skolverket, 2008 s. 55) bli svåra att nå.

Att skriva lockande och förståeligt för tonåringar men ändå korrekt ur naturvetenskaplig synvinkel är en utmaning. Författarna till bok A beskriver denna uppgift på följande sätt "Vi har försökt att på ett enkelt sätt beskriva det svårbegripliga" (A s. III). Resultaten pekar på att det finns utvecklingsmöjligheter i dagens läroböcker. Elever i skolår 6 till 9 är en heterogen målgrupp gällande såväl intresse som förkunskaper och mognad. Yasan och Seremet (2007) föreslår att böcker ska tas fram i team där, utöver ämnesexperter, även medarbetare som är experter på pedagogik, bildpsykologi och layout ska ingå. Det vore intressant att dessutom inbjuda elever och yrkesverksamma lärare att ingå i sådana team där formuleringar och strategier diskuteras.

Relationen mellan läroböckernas innehåll och grundskolans kursplaner

Böckernas innehåll stämmer i stor utsträckning överens med innehåll och mål i grundskolans kursplaner, vilket knappast är förvånande, då skolans styrdokument bör vara en utgångspunkt för läroboksförfattarna. Den här relationen lyfts dock inte explicit fram i någon av böckerna trots att böckernas innehåll får anses som en betydande komponent när eleverna ska ges möjlighet att nå angivna mål. Läroboksförfattare skulle kunna skapa bryggor mellan läroböckernas text och kursplanernas mål för att hjälpa eleverna att strukturera sitt lärande. Inte i några av böckerna som analyserats finns sådana bryggor. Frånvaron av dessa kan bero på att böckernas innehåll styrs mer av tradition än av styrdokument. Lärare och elever behöver därför ägna tid åt att tolka såväl kursplanernas som läroböckernas formuleringar för att skapa struktur på lärandet i biologi. Det kan finnas vinster i att tolkningarna av målen görs av lärare med pedagogisk och didaktisk kompetens. Men ökad samverkan mellan styrdokument och lärobokstexter skulle kunna bidra till att eleverna får lättare att upptäcka samband mellan lärobokens innehåll och kursplanernas mål.

Studiens syfte var att undersöka vilka förutsättningar att nå kursplanens mål kring biologisk mångfald som användandet av någon av sex vanligt förekommande läroböcker i biologi kan erbjuda elever i grundskolans skolår 6-9. Resultatet visar att det finns en spridning i hur väl böckerna kan tillgodose elevers möjligheter till måluppfyllelse inom det område som studien omfattat. Jag betonar att det är en begränsad del av böckerna som varit föremål för analys. Böckernas potential i relation till samtliga mål som skall ha uppnåtts i slutet av nionde skolåret har inte undersökts. Kursplanernas mål att sträva mot har heller inte omfattats av denna studie.

Avslutning och framåtblick

Läroböckers betydelse i dagens multimodala informationsflöde kan diskuteras, liksom om det är värt att lägga energi på läroboksanalyser när många skolor inte satsar sina resurser på läromedelsinköp. Enligt Lazarowitz (2007) används läroböcker mycket frekvent. Nelson (2006) skriver att läroboken i naturvetenskapliga ämnen utgör "en betydande del av undervisningen och kommer med största sannolikhet att göra så under lång tid framåt" (s. 16). När många NO-lärare är just NO-lärare och inte biologilärare med många ämnesteoretiska poäng i sin lärarutbildning, utgör läroboken en trygghet i arbetet för både lärare och elever. Denna studie visar att valet av lärobok kan ha betydelse för elevers möjligheter att nå de mål som Skolverket (2008) anger att de ska nå. Medvetenheten om hur läroböcker är framtagna och att det inte finns ett garanterat samband mellan böckernas innehåll och kursplanernas mål behöver ökas. Studier av läroböcker kan därför anses ha giltighet för både lärarstudenter och yrkesverksamma lärare.

Den statliga läromedelsgranskningen bidrog enligt Långström (1997) till en likriktning bland svenska läroböcker. Även de biologiböcker som erbjuds dagens elever är sinsemellan likartade. Stoffet i böckerna kan ses som en kortversion av biologiämnet på universitetsnivå. Kanske är det dags att lämna det traditionella upplägget bakom sig och arbeta fram böcker där innehållet anpassas till forskningsresultat som visar vad som kan väcka barns och ungdomars intresse och vilka vardagsföreställningar som behöver utmanas för att stimulera till lärande. När elever har tillgång till en obegränsad informationsmängd via Internet, skulle tonvikten i böckernas innehåll kunna ändras. Istället för presentation av fakta kan ökat utrymme ägnas åt grundläggande sammanhang, naturvetenskapliga arbetssätt och processer samt att presentera biologiämnet som ett kunskapsområde i utveckling. Det skulle vara intressant med forskning kring hur ett sådant upplägg tas emot av elever och lärare. I en föränderlig värld, där den biologiska mångfalden är hotad, kommer nyfikna och engagerade biologer att behövas, liksom naturvetenskapligt allmänbildade medborgare. Förändrade läroböcker kan vara en väsentlig komponent när dessa biologiskt kunniga medborgare ska utbildas. Behovet är stort med tanke på såväl befintliga som framtida utmaningar både nationellt och globalt.

TACK

Jag vill avslutningsvis tacka mina handledare Per Sundberg och Anita Wallin, som kommit med mycket värdefulla synpunkter under arbetets gång. Tack också till arbetskamrater vid Högskolan i Borås samt doktorandkollegor både på Zoologiska institutionen och i mitt CUL-tema som inspirerat och kritiserat. Ett stort tack till de, för mig okända, referees som tog sig tid att läsa och kommentera mitt ursprungliga manus.

REFERENSER

- Andréasson, B. (2007a). *Biologi: för grundskolans senare del*. 3. uppl. Stockholm: Natur och Kultur.
- Andréasson, B. (2007b). *Biologi: för grundskolans senare del. Fokus*. 3. uppl. Stockholm: Natur och Kultur.
- Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T., & Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science* 295(5564), 2367.
- Chiappetta, E., & Fillman, D. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.
- Dahl, F., Ericsson, G., & Sandström, C. (2009). Färre svenskar lämnar asfaltsdjungeln. *Miljötrenden* 3, 3-5 Erhållen Nov 25, 2009 från http://www2.slu.se/foma/mt09/MT3_09.pdf
- Engström, S. (2008). *Fysiken spelar roll!: Undervisning om hållbara energisystem: Fokus på gymnasiekursen fysik A*. Lic-avh. Västerås: Mälardalens högskola.
- Fabricius, S. (2006a). *Biologi [Grundbok]*. 3.,[rev] uppl. Stockholm: Liber.
- Fabricius, S. (2006b). *Biologi. Light*. 1.uppl. Stockholm: Liber.
- Flodin, V. (2009). The Necessity of Making Visible Concepts with Multiple Meanings in Science Education; The Use of the Gene Concept in a Biology Textbook. *Science & Education*, 18 (1), 73-94.
- Granquist, A., & Mårdfjäll, E. (2007). *Jag trivs bäst när havet svallar, och måsarna ger skri. En textanalytisk studie av biologisk mångfald i några läroböcker*. C-uppsats. Södertörn: Södertörns högskola.
- Henriksson, A. (2002). *Gleerups Biologi*. 2., [rev. och uppdaterade] uppl. Malmö: Gleerup.
- Kukka, J., & Sundberg, C.J. (2005). *Biologi direkt*. Stockholm: Bonnier utbildning.
- Lazarowitz, R. (2007). High school biology curricula development: Implementation, teaching and evaluation from the twentieth to the twenty-first century. I S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (s.561-598). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Junge, X., Kohler, K., Mayer, J., Nagel, U. et al. (2009). The integration of biodiversity education in the initial education of primary school teachers: four comparative case studies from Europe. *Environmental Education Research*, 15(1), 17-37, Erhållen Nov 25, 2010 från <<http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=47FE8A8B211B64858116>>
- Långström, S. (1997). *Författarröst och lärobokstradition: en historiedidaktisk studie = The textbook tradition and the voice of the author: a study in history and didactics*. Diss. Umeå: Umeå Universitet.
- Menzel, S., & Bögeholz, S. (2009). The Loss of Biodiversity as a Challenge for Sustainable Development: How Do Pupils in Chile and Germany Perceive Resource Dilemmas? *Research in Science Education* 39 (4), 429-447
- Miljömålsportalen (2010). Erhållen Okt 4, 2010 från <http://miljomal.nu>
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being –Biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington DC. Erhållen Feb 7, 2010 från <http://www.maweb.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- Molander, P. (2008). *Biologisk mångfald: En analys av begreppet och dess användning i den svenska miljöpolitiken*. Stockholm: Finansdepartementet, Regeringskansliet.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *NorDiNa* 3(4),16-27.
- Oscarsson, M., Jidesjö, A., Karlsson, K-G., & Strömdahl, H. (2009). Science in society or science in school: Swedish secondary school science teachers' beliefs about science and science lessons in comparison with what their students want to learn. *NorDiNa* 5(1), 18-34.
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. (2:a uppl.) Blackwell: Oxford.
- Schreiner, C., & Sjöberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The relevance of science education) – a comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica* Dept. of Teacher education and school development, Oslo: University of Oslo.
- Selander, S., & Skjelbred, D. (2004). *Pedagogiske tekster for kommunikasjon og læring*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Sjöberg, S. (2010). *Naturvetenskap som allmänbildning – En kritisk ämnesdidaktik*. (3:e uppl.) Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket (2006). *I enlighet med skolans värdegrund?: en granskning av hur etnisk tillhörighet, funktionshinder, kön, religion och sexuell läggning framställs i ett urval av läroböcker*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2008). *Grundskolan: kursplaner och betygskriterier: förordning (SKOLFS 200:135) om kursplaner för grundskolan: Skolverkets föreskrifter (2000:141) om betygskriterier för grundskolans ämnen*. (2., rev. uppl.) Stockholm: Skolverket.
- SÖ 1993:77. *Konvention om biologisk mångfald*. Erhållen Nov 22, 2007 från Konventionen om biologisk mångfald. http://www.biodiv.se/pdf/1993_77.pdf
- TEEB, *The economics of ecosystems & biodiversity* (2008) European communities. Erhållen Feb 8, 2010 från http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=5y_qRGJP0ao%3d&tabid=1018&language=en-US
- Tracana, R., Ferreira, M., Ferreira, C. & Carvalho, G. (2008). Biodiversity in school textbooks of 13 countries. *European researchers in didactics of biology* 7, Zeist, 2008 – “ERIDOB 2008: “European Researchers in Didactics of Biology”.
- Yasan, O., & Seremet, M. (2007). A comparative analysis regarding pictures included in secondary school geography textbooks taught in Turkey. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 16(2), 157-187.

Ola Magntorn is a senior lecturer in science education at Kristianstad University. He has long experience of teaching in schools at different levels as well as in teacher education. His main focus of research is on the development of students' understanding of ecological processes and the relation between biodiversity and ecosystems functioning.

OLA MAGNTORN
Kristianstad University, Sweden
ola.magntorn@hkr.se

Minnesvärda episoder i undervisningen- en studie av elevers episodiska minnen från en undervisningssekvens i biologi

Abstract

This study explores primary school students' abilities to recall events from a teaching sequence taking place 18 months earlier. The aim of the teaching sequence was to develop students' ability to read nature in a river habitat. The concept reading nature has to do with an ability to recognise organisms and relate them to material cycling and energy flow in the specific habitat which is to be read. In this study the aim is to analyse the episodes the students recall in order to find patterns in students' views of memorable learning events. Combining the affective and cognitive domains by first hand experiences which challenge students' everyday conceptions and to involve them in the design of the activities make lasting impressions in the long term memories of the majority of students. These memorable episodes can be useful to relate to in the further classroom teaching about the content knowledge of science in order to make it more meaningful for the students.

INLEDNING

Kan du minnas ett undervisningstillfälle du varit med om eller en lärandesituation som skett för flera månader eller till och med år sedan? Inte sällan minns vi specifika tillfällen eller händelser som på ett eller annat sätt berört oss. Med episodiskt minne menas långtidsminnet av särskilda personliga händelser i form av detaljer (vad) platsen där det hände (var) eller vid vilket tillfälle det skedde (när). Denna typ av minne har oftast en unik lärandesituation kopplat till sig. Kontexten är alltså viktig. Det kan ses som en specialiserad form av vårt generella minne där episodiskt minne skiljer sig genom att det kräver tillgång till kontexten och personligt deltagande i en händelse som betraktas som en minnesvärd episod (Buckner & Barch, 1999). Dessa episodiska minnen är ofta väldefinierade händelser som "etsat sig fast i minnet" och som inte sällan kan uttryckas med stor exakthet fastän flera år passerat sedan de inträffade (White & Gunstone, 1992). En av de viktiga karaktärerna hos det episodiska minnet är att de tillåter oss att "resa bakåt i tiden". Det innebär att en person som minns en tidigare episod kan mentalt associera till och erfara de känslor eller andra intryck som upplevdes vid denna tidigare händelse (Tulving, 2002).

Ett exempel på en sådan episod är när Anders i Gustav Helldéns longitudinella studie om barns tankar om ekologiska processer, år efter år återkommer i intervjuerna om nerbrytning till en episod om komposten och hur det blir jord av de köksavfall som läggs i komposten. Ett minne som Anders burit med sig sedan han var liten och blev förevisad komposten av sin granne (Helldén & Solomon, 2004). Vi bär alla med oss minnen från händelser och gemensamma minnen kan vara värdefulla utgångspunkter för undervisningen. Lärande är en mycket komplex process där bland annat våra tidigare erfarenheter påverkar vårt sätt att tolka nya upplevelser eller beskrivningar av verkligheten. Detta innebär att en klass som är med om samma händelse i naturen, t.ex. en sländlarv som kläcks och flyger iväg som slända, har lika många individuella upplevelser av detta som det är elever i klassen. Psykometrisk forskning visar att när en händelse som den med komposten skall återberättas och det episodiska minnet aktiveras så berörs en större mängd centra i hjärnbarken på ett sätt som tyder på att denna minnesfunktion är både personligt färgad och dessutom hos varje individ starkt komplex (Buckner & Barch, 1999; Dere, Kart-Teke, Huston & De Souza Silva, 2006). En utgångspunkt vid designen av den undervisningssekvens eleverna deltar i är att den skall erbjuda aktiviteter som kan skapa episodiska minnen och att dessa kan stärka det semantiska minnet d.v.s förståelsen kring ett fenomen genom att eleven kopplar episodiska minnen till ämnesteori. Dessa långtidsminnen av händelser har Gagné och White (1978) studerat hos elever och studenter och de menar att långtidsminnet omfattar fyra kunskapsinslag, nämligen verbal kunskap, intellektuell färdighet, inre bilder och episoder. Dessa episoder är minnesbilder av aktiviteter som individen deltagit i. De hävdar att förmågan att minnas något beror på hur väl händelsen kan länkas i minnet till andra erfarenheter såsom specifika situationer. De menar också att något man lärt sig nyligen, såsom verbal kunskap eller intellektuell färdighet, kommer att bevaras längre i minnet om det kan kopplas till episoder som är minnesvärda. Det lärande som skett i en situation förutsätts kunna appliceras i en annan situation eller knytas an till långt senare på ett meningsfullt sätt för eleven. Detta grundantagande bygger på att kontexten är viktig men också på att den lärande bär med sig kunskaper från tidigare situationer och kan återknyta till dessa.

OM ATT LÄSA NATUREN

Förmågan att Läsa Naturen är centralt i detta arbete och behöver förklaras helt kort. Det skall ses som en viktig aspekt av ekologisk allmänbildning som i grunden har att göra med att utveckla ett förhållningssätt till naturen som är långsiktigt hållbart och som bygger på kunskap om naturen och människan i naturen (Orr, 1992). Begreppet Läsa Naturen fokuserar på ekologi och på utomhusmiljön. Det har att göra med att känna igen organismerna i deras vanliga livsmiljö och kunna relatera dem till kretsloppen och till energiflödet i ekosystemet som skall läsas. De redskap vi har är våra erfarenheter från lärandesituationer både utomhus men också från undervisning i klassrummet. I detta fall är naturen begränsad till ett vattendrag med dess organismer.

Studien fokuserar på vad elever minns av en undervisningssekvens som skett 18 månader före intervjutillfället och om det finns några kvalitativt gemensamma drag i de episoder som eleverna refererar till. Studien är den tredje i en sekvens som handlar om grundskoleelevers förmåga att Läsa Naturen. Eleverna i årskurs 3-4 (9-11 åringar) studerade under en termin ett vattendrag strax intill skolan. I en tidigare artikel har elevernas förmåga att Läsa Naturen studerats i relation till undervisningssekvensen beskrivits (Magntorn & Helldén, 2006). I denna studie fokuseras intresset på vad eleverna refererar till för händelser eller episoder från undervisningssekvensen. Tidigare studier betonar vikten av direkta möten och förstahandsupplevelser ute i naturen. I en stor internationell genomgång av didaktisk forskningen kopplat till utomhusundervisning och fältstudier skriver Rickinson et al, (2004) att:

“fieldwork can have a positive impact on long term memory, due to the memorable nature of the fieldwork setting and there can be reinforcement between the affective and the cognitive, with each informing the other and providing a bridge to higher order learning”.

Förutom förståelsen för hur naturen fungerar påverkas också elevernas attityd till naturen. Chawla (1998) betonar också vikten av att undervisningen ger eleverna positiva erfarenheter och upplevelser av naturen som de senare kan återknyta till och som kommer att kunna påverka deras framtida förhållande till naturen. Hon kallar dessa för "significant life experiences" och beskriver hur det vid metakognitiva intervjuer om orsakerna till att en person har en viss övertygelse kring miljö eller natur, ofta framkommer att det bottnar i tidigare upplevelser eller episoder som präglat denna inställning. Novak betonar också att det är såväl tänkandet men också i stor utsträckning känslor och aktiviteter som är avgörande för att utveckla förståelse för naturen (Novak, 1998).

OM LÄRANDE OCH DESIGNEN AV UNDERVISNINGSEKVENSEN

Den bakomliggande epistemologiska uppfattningen är teorin om meningsfullt lärande (Ausubel, 1968) som kompletterats med Novak's Human constructivism som understryker betydelsen av kombinationen av känslor, personlig relevans och kontext vid lärande. Den som lär sig utvecklar ständigt sina begrepp i relation till sin omgivning (Novak, 1998). Vid meningsfullt lärande blir relationen mellan det man redan vet och det nya man upplever bättre utvecklad och begreppen blir bättre integrerade med den tidigare kunskap man har. Meningsfullt lärande förutsätter att eleven vill lära sig och att det som eleven skall lära sig känns relevant. En ytterligare aspekt på förutsättningar för lärande som inte Ausubel och Novak nämner men som bland annat Wickman (2006) ser som en viktig förutsättning för lärande är de estetiska aspekterna kopplat till lärandesituationen. Han skriver om positiva och negativa estetiska aspekter som i båda fallen kan skapa minnesvärda episoder oavsett om man tilltalar eller avskräcks av de upplevelser man fått eller av de organismer man sett. Den affektiva dimensionen för lärande d.v.s. att eleven tycker det är något som berör och därmed känns meningsfullt bör betonas extra och har bland annat beskrivits av Watts och Alsop (1997) som menar att det som skall läras måste sticka ut eller vara avvikande från det man är van att se. Det måste vara begripligt för eleven och relevant utifrån elevens tidigare erfarenheter. Kopplingen mellan affektiva och kognitiva aspekter på lärande i biologi och hållbar utveckling lyfter också Littledyke (2008) fram och menar att naturvetenskapen och i synnerhet ekologin bör länkas tydligare till hållbar utveckling och miljöfrågorna och mer diskutera affektiva värden. Även historier och personliga anekdoter kopplade till det naturvetenskapliga innehållet har stor betydelse för lärandet och utgör en del av kunskapen och bildningen i naturvetenskap (Klein, 2006).

Hur ser då dessa aktiviteter ut som får eleverna engagerade och som får dem att minnas händelser år efter år och finns det gemensamma drag i vissa aktiviteter som flera elever minns? Grundläggande för designen av själva undervisningen har bland annat en fenomenologisk studie av Knapp och Benton (2006) varit. De har intervjuat femteklassare om vad de minns av en excursion som gjordes ett år tidigare. De visade på tre förutsättningar som krävdes för att eleverna skulle redogöra för händelsen som en episod och för att de skulle koppla denna episod till ett meningsfullt ämnesinnehåll (semantisk förståelse) Dessa tre var 1) repetition av händelser eller begrepp, 2) informationen gjordes relevant för eleven, 3) eleverna gavs förstahands erfarenheter genom praktiska övningar. I den sammanfattning av undervisningssekvensen som finns längre fram i artikeln beskrivs ämnesinnehållet men det som inte framgår där är att pedagogen också genomgående är mån om att erbjuda eleverna dessa tre förutsättningar.

SYFTE OCH FORSKNINGSFRÅGOR

Syftet med denna studie är att undersöka vilka aktiviteter som eleverna minns från undervisningssekvensen och genom att be dem reflektera om varför de minns dessa aktiviteter också kunna identifiera olika episoder och försöka karakterisera dessa och hur de kopplas till ämnesinnehållet. Implikationer för undervisningen kommer också att diskuteras.

Forskningsfrågorna är.

- Vilken typ av aktiviteter refererar eleverna till från undervisningssekvensen?
- Vilka gemensamma drag i dessa minnesvärda aktiviteter kan urskiljas?
- Vilken typ av episoder förknippar eleverna med minnesvärda aktiviteter
- Finns det ett samband mellan vilka aktiviteter eleverna minns och deras förmåga att läsa naturen efter avslutad undervisning?

UNDERVISNINGSEKVENSEN

Hela undervisningssekvensen bestod av 7 undervisningstillfällen av varierande längd mellan 80 och 200 minuter. Dessa lektioner innehöll både utomhus och klassrumsaktiviteter.

Av utrymmesskäl kommer undervisningssekvensen att beskrivas helt kortfattat men för att ge ökad transparens och för den som är intresserad av att få en bättre bild av aktiviteterna finns en 40 minuter lång film som redogör för undervisningens alla sekvenser.

[mms://194.47.25.160/mna/vramsafilmen.wmv](https://194.47.25.160/mna/vramsafilmen.wmv) Undervisningen kan beskrivas i fyra delar som bygger på varandra och som startar i en organism, sötvattensmärlan (*Gammarus pulex*). Sedan vidgas perspektivet till att slutligen studera ekosystemet på en systemnivå där fortfarande sötvattensmärlan är central. Detta har benämnts ett botten-upp perspektiv (se figur 1). För att kunna relatera till det eleverna minns följer här en kortfattad beskrivning av de genomförda undervisningsmomenten (se tabell 1). Inledningsvis introducerades sötvattensmärlan och eleverna fick håva in den och ställa produktiva frågor om den som de sedan fick söka svar på genom att studera djuret. Vid det första tillfället tränades framför allt observationsförmågan och morfologin och beteendet hos märlan studerades. I del två vidgades perspektivet och eleverna fick studera andra djur och upptäcka hur de är anpassade till ett liv i strömmande vatten. De studerade djur och växter i forsande och i lugna partierna av ån och jämförde dessa. De provade på att håva och samla in djur på olika sätt. De gjorde ett fältförsök som gick ut på att testa vad märlorna åt. Små nätpåsar, ungefär som grovmaskiga tepåsar, med märlor och olika sorters föda sattes ner i det rinnande vattnet under en veckas tid för att sedan tas upp och studeras. I del tre diskuterades vad djur och växter behöver för att leva och eleverna fick lära sig skilja på rovdjur, växtätare och nerbrytare. Som avslutning på denna lektion fick de titta på djuren i mikroskop. De gjorde sedan ett försök som vi kallade "Vramsån på burk" där eleverna i små grupper fick bestämma hur de skulle kunna bygga ett slutet ekosystem i miniatyr där organismerna kunde leva en längre tid trots att locket var stängt och inget gasutbyte med omgivningen kunde ske. Dessa burkar studerades sedan en gång i veckan och i slutet av projektet öppnades burkarna igen och eleverna fick diskutera kretslopp och vad som hänt med luft och mat i burken. De byggde en näringsväv av ett gammalt fiskenät där bilder på djuren klistrades in efter deras funktion i näringsväven. Livscyklar diskuterades eftersom flera av insektlarverna som stoppades i burken kläcktes till färdiga insekter och nya djur dök upp från ägg som av misstag kommit i burken. Eleverna lekte också en lek där de tillsammans fick agera olika djur från ån och där de skulle vara strategiska så att de själva fick tillräckligt med mat men inte blev uppäten. I del fyra, vid det sista besöket vid ån, gjordes en enkel miljötest av ån där vattenkvalitet bestämdes utifrån enkla parametrar såsom vilka känsliga djur som fanns, hur forsande vattnet var och hur omgivningen ser ut. Avslutningsvis illustrerades fotosyntesen och växternas förmåga att bygga socker med hjälp av solljus och luft och vatten där olikfärgade legobitar representerade de olika grundämnena syre, väte och kol. Målet var att eleverna skulle få en uppfattning om materia och att växterna mest lever av luft (koldioxid) och vatten. Klorofyllkockar var en metafor som användes om processen där "kockarna" lagar socker av "luft" och vatten med solljuset som energikälla till spisen.

Läsa naturen. Länka ihop systemekologi med taxonomi + autekologi



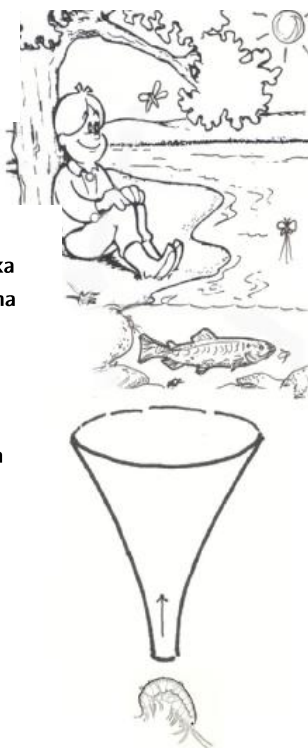
Systemekologi. Generella samband mellan de biologiska och icke biologiska aspekterna



Taxonomi + autekologi. Flera organismer studeras utifrån livscykel + anpassningar



Autekologi Introduktion av sötvattensmärlan och dess ekologi



Figur 1. Bilden visar "botten-upp perspektivet" där aktiviteterna startar i studien av märlan och vidgas sedan mot hela ekosystemet.

METOD

Tio av de 22 eleverna gjorde en uppföljande intervju 18 månader efter undervisningen. Dessa tio var inte slumpvis utvalda utan valdes för att representera den spridning i förmågan att Läsa Naturen som fanns i klassen. Detta är baserat på intervjuer som gjorts direkt efter avslutad undervisning då eleverna delades in i tre grupper baserat på deras förmåga att länka artkunskap och arternas ekologi i ekosystemet till mer abstrakta processer såsom kretslopp på systemnivå. Tre elever från den grupp som klassades högst (nivå 1), fyra elever från mellangruppen (nivå 2) och tre elever från gruppen med lägst förmåga. (nivå 3). För noggrannare uppgifter om elevernas nivå se Magntorn & Helldén, (2006). Det främsta skälet till detta urval är att utifrån den goda kunskap som finns om varje elevs förmåga att Läsa Naturen kunna göra ett urval som väl representerar hela klassen. Denna gradering ger också möjlighet att urskilja om det finns en tydlig koppling mellan vad eleverna relaterar till och deras förmåga att Läsa Naturen efter avslutad undervisning.

Den inledande intervjufrågan löd "Kan du berätta för mig vad du kommer ihåg av det ni gjorde när ni undersökte ån förra året"? Denna fråga är formulerad för att belysa vilka aktiviteter som eleven kommer ihåg utifrån den undervisningssekvens som beskrivits tidigare i artikeln. I samband med denna fråga fick eleverna enbart tillgång till ett fotografi över ån vid den plats där studien genomförts 18 månader tidigare. Frågan följdes sedan upp med en fråga av metakognitiv karaktär som löd: Hur kommer det sig att du minns just detta? Utgångspunkten är att närvaron av forskaren (som passivt deltagit vid undervisningen) tillsammans med bilden av ån hjälper eleverna att minnas olika episoder från undervisningen. Detta kan betraktas som en typ av stimulated recall

intervju. Den bakomliggande idén med stimulated recall är att den intervjuade skall kunna återuppliva minnen från en tidigare autentisk situation och med stor livfullhet och säkerhet återge detta om han presenteras med ett antal stimuli eller objekt som hör till den ursprungliga situationen när händelsen utspelades (Haglund, 2003)

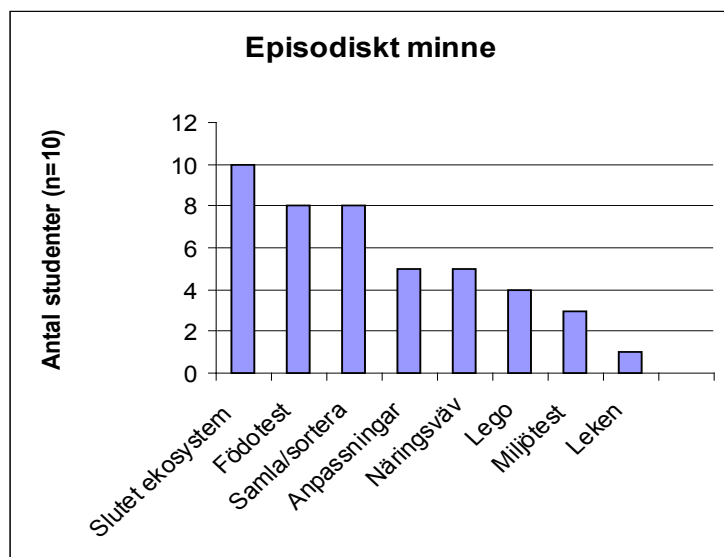
Metodologiskt kan denna typ av semistrukturerade intervjuer ge en god bild av elevens uppfattningar om olika fenomen eller företeelser i naturen (Duit, Treagust & Mansfield, 1996). Intervju-designen ger också möjlighet till viss flexibilitet, där intervjuaren kan följa upp vissa teman som kan dyka upp under intervjun. Vid en pilotstudie med några elever var frågorna helt öppna ställda och eleverna ombads berätta om allt de minns från när de undersökte ån. Denna typ av intervjuer gav ett väldigt rikt dataunderlag och eleverna refererade ofta till moment som inte hade med det naturvetenskapliga innehållet att göra utan var mer av personlig eller social karaktär. Detta är intressant men utanför fokus i denna studie som fokuserar på aktiviteter de minns och hur de förknippas med episoder och eventuellt hur detta relaterar till förmågan att Läsa Naturen. Data samlades in genom individuella semistrukturerade intervjuer som fick eleverna att fokusera på det naturvetenskapliga innehållet. Vid analysen av intervjuerna har varje elevsvar analyserats för sig utifrån de teman eller mönster som framkommit. Samtliga intervjuer har transkriberats och kategoriserats utifrån vad varje elev nämnt och i vilken ordning aktiviteterna beskrivits. Vid analysen av de metakognitiva frågorna har lyft fram gemensamma drag hos de aktiviteter som nämns och som eleverna kopplar till episoder. Denna typ av svar ger ett rikt underlag där olika aspekter framträder t.ex. när elever, oberoende av varandras svar, ger snarlika förklaringar till varför de minns en viss händelse. Det har inte varit möjligt att redovisa alla svar. Ett urval av representativa svar eller anekdoter från intervjuerna har fungerat som en form av validering av data, vilket förekommit i liknande studier e.g. Clark's historical narratology (Clark, 1995).

RESULTAT OCH ANALYS

Intervjuernas varade ca 30 minuter och under denna tidsrymd hinner eleven nämna många och skiftande aktiviteter och episoder. Vid urvalet av aktiviteter och episoder som har betraktats som relevanta har endast räknats sådant som direkt berör det naturvetenskapliga ämnesinnehållet och som är relaterat till att Läsa Naturen. Dessa aktiviteter finns beskrivna i undervisningssekvensen ovan. Semantiska uttalanden såväl som affektiva eller estetiska med bäring på undervisningen eller upplevelser av naturen har varit de som ingått i själva analysen. Att dra gränsen mellan det som är relevant är långt ifrån enkelt och urvalet har diskuterats med flera forskarkollegor.

Aktiviteterna

Vid analysen av den första frågan, som var helt öppen och behandlade vad eleverna mindes, framträder en tydlig bild där vissa aktiviteter nämns av alla, eller nästan alla och några aktiviteter nämns bara av enstaka elever. Som framgår av tabell nr 1 refererade alla eleverna till det slutna ekosystemet "Vramsån på burk". Denna aktivitet innebar att eleverna åter fick bekanta sig med organismerna i ån. Kunskapen om djuren gjordes relevant eftersom de själva skulle välja vad som skulle ingå i burken och de fick förstahandsupplevelser genom att aktivt bestämma burkens innehåll. De fick dessutom en gång i veckan studera burken. Då togs burkarna in från ett förråd där den befann sig eftersom det varit för varmt att ha dem i klassrummet. Alla tre kriterierna för att skapa episodiska minnen som Benton och Knapp (2006), refererat till är således representerade. Nedan följer ett urval av aktiviteter som de flesta eleverna nämnde. De episoder som eleverna nämner har lite olika karaktär och de har delats in i tre typer. Den vanligaste är den affektiva/estetiska som har att göra med syn- och luktupplevelser eller känslor som väcks när de studerar något. Den andra typen av episod kan beskrivas som "utmanande" och har att göra med att deras ontologiska uppfattningar blir utmanade. En tredje episod är "bekräftande" och syftar på att eleven upplever att den hade rätt i sitt antagande. Denna episod förekommer när eleverna haft hypoteser om något fenomen som sedan visat sig vara korrekt.



Figur 2. Stapeldiagram över vad eleverna minns för episoder 18 månader efter undervisningen

Tabell 1. De aktiviteter eleverna nämnde och i vilken ordning de nämndes.

I tabellen anges vilka elever som nämnde de olika aktiviteterna och i vilken ordning dessa nämndes (1-6). Varje elev anges också med en siffra från 1-3 som refererar till förmågan att Läsa Naturen där siffran 1 indikerar högsta förmåga.

Elev + kunskapsnivå 1-3	Slutet Ekosystem	Födötest	Anpassning Lugn / Forsande å.	Näringsväv	Håva/sortera	Miljötest	Lego	Leken
Anna (1)	1	2	3	-	4	-	5	-
Eva (1)	1	2	-	3	4	-	-	-
Kristin (1)	6	4	3	2	5	1	-	-
Karl (2)	2	3	-	-	1	4	5	-
Peter (2)	3	-	4	-	1	2	-	-
Adam (2)	2	3	-	4	1	-	5	-
Josefin (2)	1	-	-	-	2	-	3	4
Kristian (3)	1	2	5	4	3	-	-	-
Johan (3)	1	3	2	-	4	-	-	-
Susann (3)	1	2	-	3	4	-	-	-

Vramsån på burk

Samtliga elever nämner att de byggde slutna ekosystem. På följdfrågan om varför de kommer ihåg just denna episod ger sju av dem ett svar som tolkas som att uppgiften har utmanat deras föreställning om kretslopp och hur ekosystemet kan fungera där just stängningen av locket på burken är den episod som nämns av flera. Majoriteten minns också vad de stoppade i sin burk och vad som hände med alla djuren. Dessa två episoder kan kopplas till att de haft inflytande över aktiviteten och att de varit motiverade att följa vad som skulle hända med just deras burk. Det som hände utmanade elevernas föreställningar och denna aspekt på episoder benämnes "utmanande". De flesta nämner också aspekter som kan kallas estetiska eller affektiva och har att göra med syn- eller luktupplevelser. Några exempel på citat från eleverna i anslutning till de olika aktiviteterna är beskrivna nedan. Dessa citat kompletteras med episodens karaktär.

Anna har förklarat att hon minns att de byggde det slutna ekosystemet

Intervjuaren: Hur kommer det sig att du kommer ihåg just det?

Anna: Vi byggde ju den där Vramsån på burk. Jo, det var kul men lite läskigt (*affektiv aspekt*).

Intervjuare: Hur då läskigt, menar du?

Anna: Ja, eeh, att vi skulle stänga in alla djuren med locket på. Men det funkade inte så bra i vår burk. (*utmanande aspekt*)

Intervjuare: Näha, varför då?

Anna: Ja, syret tog slut för det var bakterier som tog slut på det och då dog allt annat och det luktade jätteäckligt (*affektiv aspekt*). Vi fick tömma ut den på skolgården i ett avlopp. (hon grimaserar) (*affektiv aspekt*)

Peter nämnde också det slutna ekosystemet och beskrev det så här:

Peter: Burken hade vi i fyra veckor. Det var köttätare och växtätare, växter och jord och så.

Intervjuaren: mmm, hur kommer det sig att du minns det där med burken?

Peter: Ja, eeh, det var bara rovdjur kvar för de hade ätit upp alla växtätarna. En grupp hade totaldött, liksom och andra hade allt kvar. Det var lite konstigt att de kunde leva i burken. (*utmanande aspekt*)

Karl förklarade att han blev förvånad att djuren kunde leva så länge i burken med locket på.

Karl: Vi håvade och hade djur i burk och skruvade på locket för att de inte skulle smita. Sen hade vi den i fyra veckor och, ja, eeh, till sist blev det utan syre och luktade skit, men det dröjde länge minns jag (*affektiv + utmanande aspekt*)

Dessa tre exempel på uttalanden tolkas som att momentet med att stänga burken och inte släppa in ny luft utmanade deras vardagsföreställningar och bidrog till att de minns händelsen.

Håvningen

Åtta av eleverna nämner att de håvade och samlade in djur i vattnet. Detta var en aktivitet som eleverna gjorde vid tre olika tillfällen och det första tillfället var för de flesta eleverna den första kontakten med smådjur i rinnande vatten. Aktiviteten gick i huvudsak ut på att hitta så många olika livsformer som möjligt i vattnet och hur och var de letade var inte i förväg definierat. På frågan om varför de minns just detta gav sex av eleverna uttryck för att det var *spännande*, *kul*, eller *häftigt* att håva i ån. Dessa affektiva aspekter tycktes viktiga. De nämnde också att de hittade många olika djur och att de själva fick leta efter djuren på olika ställen. Fyra elever gav uttryck för en fascination över alla livsformer i vattnet. Två av dessa var Karl och Adam.

Karl: Det fanns så många häftiga djur under vattnet. Såna husmaskar (Trichoptera), Dom var mina favoritdjur. Det var kul att håva (*affektiva aspekter*)

Adam: Under de stora stenarna kryllade det av iglar. Dem var svåra att fånga. Dem rörde sig så konstigt. (*affektiv + utmanande aspekt*)

Upprepning av aktiviteten och möjligheten att på egen hand eller i grupp få undersöka ett okänt ekosystem tolkas som viktiga orsaker till att de minns hävningen och det som antas hjälpa dem att minnas aktiviteten är just det stora antal djur som de hittade och som de flesta nämner. Artkunskapen i sig bör betraktas som semantisk kunskap men oavsett hur den skall tolkas tycks organismerna som de så ofta nämner, ha en stor påverkan på deras förmåga att minnas och associera till aktiviteterna.

Födopreferens

Åtta av eleverna nämnde födopreferensförsöket med nätpåsarna där märlorna och maten var instängd. Även detta försök hade karaktären av att eleverna fick vara med och aktivt ställa hypoteser om vad som skulle hända och vad märlorna skulle äta? De fick också inflytande över var påsen placerades i ån, men materialet och metoden var given från början.

Anna: Jag minns att dom bara åt de gamla löven, inte de gröna precis som vi trodde. (*bekräftande aspekt*).

Peter: Ja de åt bara det mörka, dem gamla löven. (*bekräftande aspekt*).

Johan: Det var något med pinnar och påsar eeh ja vår påse gick sönder och allt var förstört. (*affektiv aspekt*)

Dessa citat visar på betydelsen av att "få ha rätt" d.v.s en bekräftande aspekt som betraktas som ett episodiskt minne byggt på en känsla av att kunna något. En annan känsla som också ger episodiskt minne är det misslyckande Johan redogör för. Händelser som kan betraktas som negativa eller besvikelser skapar också episodiska minnen (Knapp & Benton, 2006) men de var inte vanliga i denna studie.

Lugnt och forsande vatten

Fem elever nämner hur de studerade djurs anpassningar till lugnt och forsande vatten och alla nämner i det sammanhanget några olika djur som trivs i forsande vatten. De organismer de hittade vid de olika delarna av ån gav episodiska minnen, i synnerhet av mer spektakulära djur såsom husmasken.

Peter: Jag kommer ihåg när vi håvade de där husmaskarna. Det var skillnad på dem. (*affektiv aspekt*). De byggde ju hus av småstenar i forsen, annars skulle de ju flyta med i forsen"

Kristin: Alla håvade liksom på olika ställen eeh, och vi var mest i fallet där det slingrar sig. Där fanns massor med märlor och iglar och ja, såna husmaskar som var gjorda av sten. Dem var kul (*affektiv aspekt*)

Näringsväven

Näringsväven som klassen byggde och diskuterade nämndes också av fem elever. I detta fall refererade eleverna till att de tyckte det var roligt att rita fina bilder av djuren och att nätet med djuren blev snyggt. Det handlar alltså till stor del om en estetisk aspekt på den minnesvärda episoden. Själva metaforen med väven som ett sätt att illustrera ekosystemet nämndes endast av Anna och Peter.

Tre elever nämner också att de gjort något med LEGO-bitar men de minns inte riktigt vad det var. Alla tre nämner att det handlade om syre och något som hette koldioxid men på en följdfråga är det enbart en elev (Anna) som minns att växterna gjorde syre och att djuren behövde andas detta syre. Det som alla tre refererar till är ordet "klorofyllkockar" som läraren använde som metafor för hur sockret bildas vid fotosyntesen av små "klorofyllkockar" i bladen. Själva processen kunde ingen redogöra för på ett korrekt sätt.

Övriga aktiviteter

Endast en elev nämner leken där de själva fick agera olika djur i ån och utsätts för att vara jagade eller jaga andra och sedan diskutera näringsväven i ån. På frågan om varför hon mindes det svarar hon:

Josefin: Jag minns nog eeeh för jag fick vara rovdjur i den där leken. (*affektiv aspekt*)

Mikroskoperingen som kunde förväntas varit en ny och spännande aktivitet nämndes endast av en elev (Johan) och den episod han nämner är att: "*det var så häftigt att se vad de hade ätit till frukost*" (eftersom vissa djur var genomskinliga syntes detta i mikroskopet).

Tre elever nämner miljötesten som gick ut på att försöka klassa åns naturvärden. Endast Kristin nämner en episod i anslutning till detta och det är att de mätte vattenhastigheten med hjälp av hur snabbt ett äpple flöt fram i ån och att hög vattenhastighet var bra. Alla tre nämnde att ån var frisk. Övriga aktiviteter som nämndes kort av enstaka elever och där de saknade en fördjupande beskrivning av hur det gick till eller varför de gjorde det har inte tagits med i protokollet trots att eleverna bar på många individuella och ofta fragmentariska minnen av episoder eller fakta utan förankring i naturvetenskaplig teori eller utan att eleverna kan utveckla hur detta hängde ihop med att Läsa Naturen. Dessa utsagor bedömdes som alltför fragmentariska och osäkra ifråga om tolkningsmöjligheter för att tas med i analysen.

Organismerna

Alla elever nämnde namnen på olika organismer som de kände till från ån. När de bara nämnde namnen på dem utan att kunna hänvisa till någon episod eller affektiv aspekt bedömdes kunskapen vara av semantisk karaktär. Den organism som samtliga nämnde var sötvattensmärlan och alla nämnde också semantiska minnen om dess ekologi och utseende. Andra organismer som de nämnde och hade affektiva episoder att anknyta till var framför allt sådana som var läskiga eller lite farliga. Bland annat nämnde de flesta av eleverna iglarna och husmaskarna. Tre elever nämnde ryggsimmarna som kunde stickas och som vid något tillfälle började flyga omkring i klassrummet och satte skräck i flera av eleverna.

Vid analysen av vilka aktiviteter eleverna minns i relation till hur väl de kunde Läsa Naturen efter avslutad kurs framgår inget tydligt samband mellan kunskapsnivå och aktiviteter. Relevantalet är alltför litet för att kunna göra en relevant statistisk undersökning men utifrån tabell 1 samt hur de resonerar om vad de minns framträder en tydlig bild av hur vissa aktiviteter genererar episoder hos majoriteten av gruppen och andra aktiviteter inte skapar minnen som återkallar. Det finns en stor samstämmighet kring vissa aktiviteter som skapade episodiska minnen hos alla eller nästan alla elever och dessa episodiska minnen var oftast affektiva oavsett elevernas förmåga att Läsa Naturen. Spridningen var däremot stor kring de aktiviteter som få elever refererade till men även här saknades ett tydligt mönster. Snarare är det en stor spridning i vad de enskilda eleverna minns och hur många aktiviteter de minns.

Vid analysen framkommer några särdrag som kompletterar de förutsättningar som Knapp och Benton (2006) lyft fram. När intervjuerna analyserats och de aktiviteter som eleverna minns har kopplats till ämnesinnehåll och typ av aktivitet, framträder följande särdrag hos de aktiviteter som gett upphov till episoder de minns:

1. Aktiviteten utmanar elevens vardagsföreställningar eller idéer.
2. Eleverna blir en aktiv del av händelserna med inflytande istället för en passiv åskådare.
3. Eleverna genererar egen information genom förstahandsupplevelser som inte bara är bekräftande utan även tillför nya idéer och kunskaper.
4. Det finns en för eleverna tydlig länk mellan aktiviteten i fält och den uppföljande aktiviteten och diskussionen i klassrummet.
5. Aktiviteterna ger möjligheter för eleverna att uppleva med flera sinnen och skapa affektiva episoder kopplade till ämnesinnehållet.

Vid de första två punkterna finner vi moment som de flesta eleverna refererar till som något av det första de minns. Det slutna ekosystemet nämner alla eleverna. Oavsett hur goda läsare av naturen de var efter undervisningen så fanns här inslag som utmanade elevernas föreställningar om hur biologiska system fungerar. Detta moment innebar också att punkt två berördes eftersom eleverna fick ta ett aktivt inflytande över designen på det slutna ekosystemet. Även punkt tre omfattas av försöket med burken eftersom varje slutet ekosystem var unikt och eleverna fick beskriva och dra slutsatser om sin specifika "Vramså på burk".

Den andra aktiviteten som många av eleverna hänvisar till är försöket med födopreferens. Detta berör framför allt punkterna två, tre och fyra. Försöksdesignen var från början given men resultatet var svårt att förutsäga och försöket presenterades av läraren som ett spännande experiment för att lära sig mer om märklorna. En annan aktivitet som de flesta minns är när de håvade och samlade in organismerna vid flera tillfällen. I detta sammanhang studerades också anpassningar och funktionella grupper såsom rovdjur och växtätare. Det berör framför allt punkterna två, tre och fyra eftersom eleverna inte hade några tydliga förväntningar på vad de skulle finna vid de olika platserna. Händelser eller aktiviteter som inte genererade några episodiska minnen mer än hos ett fåtal elever var t.ex. när de använde legobitar för att bygga molekylerna i fotosyntesen och respirationen och när de lekte ekosystemleken där de själva fick agera något av de djur de stött på i ån. Dessa två moment saknade de tre första punkterna men kan kopplas till punkt fyra då detta återkom i andra former i undervisningen.

DISKUSSION

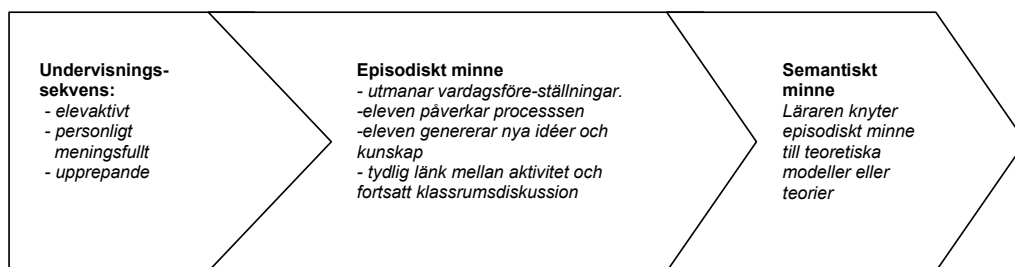
Denna studie syftar till att belysa de minnen elevernas har från en undervisningssekvens och att koppla aktiviteterna till episodiska minnen. Resultaten visar att samtliga intervjuade elever minns ett stort antal aktiviteter och de kommer också ihåg namnen på ett stort antal djur. Dessa resultat stämmer väl in med citatet av Rickinson med flera (2004) i inledningen om att utomhusundervisning kan ge upphov till minnesvärda episoder. Inledningsvis diskuterades också tre förutsättningar för att elever i denna ålder skulle skapa episodiska minnen och för att de skulle koppla denna episod till ett meningsfullt ämnesinnehåll (semantisk förståelse) (Knapp & Benton, 2006). Den första förutsättningen, om betydelsen av repetition, kan kopplas till sötvattensmärslan, som varit något av en nyckelorganism och som utgjort exempelorganismen i diskussioner om ekologiska processer och modeller som t.ex. näringspyramid eller näringskedja. Arten och dess autekologi har blivit en form av meningsfull kunskap för att kunna resonera vidare om ekosystemet se Magntorn och Helldén (2006). Andra exempel på repetitioner är de håvningar och insamlande av djur och växter från ån som skedde vid flera tillfällen under våren och som de flesta elever refererar till. Den andra förutsättningen handlade om den upplevda relevansen av innehållet. Den tredje förutsättningen, om förstahandsupplevelser och praktiska övningar, fanns det stort utrymme för då undervisningen till stor del byggde på praktiska övningar i klassrummet och fältundersökningar. Men, som denna studie visat finns det stora skillnader mellan det de olika eleverna refererar till trots att de varit delaktiga i samtliga undervisningsmoment. Vad är det då som gör att dessa aktiviteter skapar minnesvärda episoder och varför refererar de bara till vissa saker men inte alla eller i liten utsträckning till andra tillfällen de varit med om vid undervisningen? Finns det några kvalitativt viktiga egen-

skaper hos de mer minnesvärda episoderna? Den aspekt som inte betonas är de tillfällen som är svåra att planera för men som skapar just episoderna som förutsätts vara kopplingen mellan aktiviteten och den ämnesmässiga kunskapen. Det var till exempel, inte planerat att vissa slutna ekosystem skulle misslyckas och börja lukta väldigt illa. Detta blev dock en viktig episod som flera elever mindes. Det affektiva inslaget tycks vara starkare än det semantiska och inte sällan nämner eleverna bara dessa händelser utan att koppla det till ekologin på ett korrekt sätt. Att skapa episodiska minnen är bara en del av vägen till förståelse men det kan ge motivation och drivkraft att vilja förstå och lärarens förmåga att knyta an till episoderna på ett relevant sätt är centralt. I denna studie har inte elevernas förmåga att Läsa Naturen efter 18 månader utvärderats. Detta hade kunnat problematisera kopplingen mellan episodiska minnen och semantisk förståelse vilken inte är självklar. En annan aspekt är de episodiska minnen som eleverna nämner men som inte är direkt relaterade till förmågan att Läsa Naturen och därmed inte är en del av analysen.. Dessa har ofta att göra med känslor såsom att man minns hur kallt det var eller liknande. Dessa aspekter påverkar motivationen vilket har en direkt koppling till lärandet. Relevansen av innehållet kan ses utifrån en inre motivation som uppstår av elevens egen nyfikenhet eller vetgirighet inför mötet med det nya ekosystemet och dess organsimsvärld. I denna studie finns en entusiastisk lärare som genom sitt eget engagemang förmodligen också påverkat många elever till ett ökat intresse.

KONSEKVENSER FÖR UNDERVISNINGEN

Vad betyder då detta och vilka konsekvenser för undervisningen får det? Tunnicliffe och Ueckert (2007) hävdar att fältarbete är en ovanlig aktivitet som är "utrotningshotad" och att eleverna får för lite förstahands upplevelser utanför klassrummet och de hävdar att detta måste ändras. Detta är tyvärr en trend som också stämmer in på svenska förhållanden. Men som denna studie har visat handlar det inte bara om att förflytta en del av undervisningen från klassrummet ut i naturen eller flytta in naturen i form av organismer som eleverna hämtat in i klassrummet. Det handlar också om kvalitén på aktiviteterna. Det gäller att lärarna kan genomföra fältundervisning eller praktiska moment som genererar förstahandsupplevelser som är minnesvärda och att läraren tar nästa steg och kopplar dem till intellektuella färdigheter och förståelse. Det kan vara i form av direkta upplevelser i undervisningen som eleverna kan minnas under lång tid och som kan vara s.k. anchoring ideas (Novak, 1998) estetiska minnen eller upplevelser som bara enskilda elever har. Det är viktigt att planera och följa upp de praktiska momenten på ett klokt sätt. Det gäller att dessa moment ingår i en större helhet såsom det har varit i den lektionssekvens som beskrivits.

Fältarbete som skapar situationer som utmanar eleverna och som kräver att de aktivt försöker lösa uppgifter som de inte har svaren på skapar minnesvärda episoder hos många elever. Eleverna minns episoderna och kan länka dem till ekologiska sammanhang och resonemang men det är inte nödvändigtvis så att minnena är meningsfulla och direkt förknippade med en rationell förståelse av någon del av de naturvetenskapliga kunskapsmålen. Det är i detta sammanhang som läraren blir helt avgörande för resultatet. Episoderna behöver förankras i naturvetenskapen och detta måste ske av läraren som varit med under resan och som måste ta upp tråden och knyta an till de episoder som eleverna gemensamt varit med om. White och Gunstone (1992) skriver att elever minns saker som är ovanliga och spektakulära men undervisningen kan ju inte bygga på att skapa denna typ av situationer. Undervisning i naturvetenskap kan ju inte ha som mål att vara som en stor Kiviks marknad, späckad med spektakulära händelser och experiment. Denna studie har visat på hur elevinflytande, repetition av praktiska moment och fokus på få, kanske bara en organism och dess ekologi, kan leda långt och hålla intresset uppe. Elevernas ges inflytande och alla resultat är intressanta och kan diskuteras och förklaras. Episoder måste inte bara skapas under praktiskt arbete i klassrummet eller i fält men för att bli viktiga intellektuella redskap måste de kopplas till intellektuella färdigheter och teoretiska modeller.



Figur 3. Figuren visar en modell för lärande med en övergång från episodiskt till semantiskt minne.

Detta ligger också i linje med resultaten i en stor kritisk utvärdering av No-undervisningen i Europa. Dessa resultat pekar tydligt på att undervisningen i naturvetenskap för elever under 14 år, skall betona engagemang, undersökande arbetssätt och "hands-on" aktiviteter och inte betona vikten av att lära sig förutbestämda begrepp (Osborne & Dillon, 2008). Detta bör kompletteras med en betoning av att försöka skapa episoder i undervisningen som man kan återkomma till vid många tillfällen.

Inledningsvis i artikeln beskrevs hur elever som upplevt en dagslända kläckas fått episodiska minnen som var personliga men utgick från samma händelse. Detta är oundvikligt och beror på vad vi har med oss för tidigare erfarenheter men som pedagog kan man utnyttja denna typ av händelser för att knyta an till dem i undervisningen. Alla elever, oavsett förförståelse och erfarenhet minns själva händelsen och det kan ge en affektiv och motivationshöjande potential att anknyta till detta.

REFERENSER

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. New York. Holt, Rinehart and Winston.
- Biggs, J., & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO Taxonomy*. New York: Academic Press.
- Buckner, R.L., & Barch, D. (1999) Images in Neuroscience – Episodic memory retrieval. *American Journal of Psychiatry* 156(9), 1311-1330.
- Chawla, L. (1998). Significant life experiences revisited: A review of research on sources of environmental sensitivity. *Journal of Environmental Education*. 29(3), 11-21.
- Clark, W. (1995) Narratology and the history of science. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 24(1), 1-71.
- Dere, E., Kart-Teke E., Huston J.P. & De Souza Silva, M.A. (2006) The case for episodic memory in animals. *Neuroscientific Biobehavioural Review*. 30 (1), 1206-1224.
- Duit, R., Treagust, D & Mansfield. H.. (1996). *Investigating students understanding as a prerequisite to improving teaching and learning in science and mathematics*. In D.F. Treagust, R. Duit & B.J. Fraser. (Eds) *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*. 17-31. New York Teacher College Press.
- Gagné, R. M., & White, R. T. (1978). Memory structures and learning outcomes. *Review of Educational Research*, 48 (2), 187-222.
- Helldén, G.F., & Solomon. J. (2004). The persistence of personal and social themes in context: Long- and short-term studies of students' scientific ideas. *Science Education* 88 (6), 885-900.
- Haglund, B. (2003) Stimulated Recall. Några anteckningar om en metod att generera data. *Pedagogisk Forskning i Sverige* 8 (3), 145-157.
- Klein, P.D. (2006). The Challenges of Scientific Literacy. *International Journal of Science Education* 28 (2), 143-178.

- Knapp,D., & Benton, G.M. (2006) Episodic and semantic memories of a residential environmental education program. *Environmental Education Research* 12 (2) 165-177.
- Littledyke, M. (2008). Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. *Environmental Education Research* 14 (1) 1-17.
- Magntorn,O., & Helldén. G. (2005). Student-Teachers' Ability to Read Nature: Reflections on their own learning in ecology. *International Journal of Science Education* 27 (10) 1229-1254.
- Magntorn,O., & Helldén,G. (2006) Reading Nature- experienced teachers' reflections on a teaching sequence in ecology: implications for future teacher training. *NorDiNa- Nordic Studies in Science Education* (5) 67-81.
- Magntorn,O., & Helldén,G. (2007) Reading nature from a 'bottom-up' perspective. *Journal of Biological Education* 41 (2) 68-75.
- Novak,J.D.,(1998) *Learning, creating and using knowledge*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Orr, D.W. (1992). *Ecological Literacy: education and the transition to a post modern world* Albany State University of New York)
- Osborne, J.F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections* Nuffield Foundation Report, 12..
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, K., Choi, M.Y., Sandres, D. and Benefield, P. (2004). *A Review on Outdoor Learning*. Field Studies Council, 8. National Foundation for Educational Research.
- Thompson,T.L., & Mintzes, J.J. (2002). Cognitive structure and affective domain: on knowing and feeling i biology. *International Journal of Science Education*. 24 (6) 645 – 660.
- Tulving, E.(2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*. 53: 1-25.
- Tunnicliffe, S., & Ueckert, C, (2007) Teaching biology- the great dilemma. *Journal of Biological Education*, 41 (2) 51-57...
- White,R., & Gunstone R.(1992). *Probing understanding*. Falmer Press, London.
- Watts, D., & Alsop, S. 1997. A feeling for learning: Modelling affective learning in school science. *The Curriculum Journal* 8 351-365.
- Wickman, P.-O. (2006). *Aesthetic Experience in Science Education: Learning and Meaning-Making as Situated Talk and Action*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

RECENT DISSERTATIONS

NIKLAS GERICKE, 2009

Science versus School-science. Multiple models in genetics - The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding
Karlstad University Studies 2008:47.

Department of biology, Faculty of social and Life Sciences, Karlstad University, Sweden

Abstract

In this thesis I describe a study of how the science of genetics is transformed into school science in upper secondary level textbooks and the impact that this transformation has on students' understanding. The didactic challenge that we face is to decide which science from the academic disciplines we should bring into schools.

Using the History and Philosophy of Science as my point of reference, I identified and categorized five multiple historical models of gene function: the Mendelian model, the classical model, the biochemical-classical model, the neoclassical model and the modern model. I then developed a research instrument to be used to analyse how these models are transformed within the educational system via textbooks. Biology and chemistry textbooks from Sweden, as well as a number from English speaking countries, were studied. The models used to describe gene function in the textbooks were investigated, as were the conceptual changes between the actual models and the way they are presented in textbooks. Finally I studied how the transformed science in textbooks is understood by students.

I found that all the multiple historical models were used implicitly in the textbooks. The older historical models were presented more frequently, resulting in a simplified and deterministic description of genetics. Throughout the textbooks a specific model was usually described in a particular subject matter context. The models used in the textbooks were usually hybrid models consisting of features from several of the historical models, thus creating incommensurability. The textbooks do not provide any epistemological foundations to facilitate readers' understanding of the implications of multiple models. Furthermore my results show that, when reading the textbooks, students' have difficulties in detecting the use of multiple models, incommensurability, and the conceptual changes that occur in a content-specific context such as gene function. Overall, students' understanding of the use of multiple models, conceptual change, and incommensurability reflects the way in which they are depicted in the textbooks. Students' domain-specific difficulties in understanding genetics might therefore be due to the way science is transformed into school science

These findings indicate the importance of epistemological aspects in the transformation of science into school science, i.e. science as a way of knowing, not only for students' understanding of the nature of science, but also for their understanding of the conceptual knowledge. The degree to which school science should mimic the academic discipline, as well as an understanding of what is lost in the transformation of science into school science, are key issues discussed in the thesis.

Language: English
ISBN: 978-91-7063-205-1
Contact: niklas.gericke@kau.se
Download: <http://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:128104>
(Summary)

RECENT DISSERTATIONS

MALENA LIDAR, 2010

Erfarenhet och sociokulturella resurser: Analyser av elevers lärande i naturorienterande undervisning
(Experience and sociocultural resources: analyses of students' learning in science education)

Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences, 56.

Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.

Department of Education, Uppsala University, Sweden

Abstract

This thesis contributes to the knowledge about the role of sociocultural resources in students' learning in Science Education. In the analyses, both individual experiences and situation are taken into account. Different sociocultural resources – the teacher, artefacts and texts – that students encounter in educational settings are focused with the aim to study what role they play for which meaning making is made possible and relevant. To study these encounters, a pragmatist approach called practical epistemology analysis – i.e. an analysis of what students use as relevant information, valid questions and relevant attentiveness – is used and advanced. The empirical material consists of video recordings from Science Education classrooms in Swedish compulsory school. The first paper is an introduction to the line of work subsequently performed. In the second paper, a method for analysing the role of teaching for students' meaning making – epistemological moves analysis – is developed and illustrated. This method focuses on those actions of the teacher that have a function of influencing what direction students' learning takes. In the third paper, the practical epistemology approach is applied in order to clarify, within a sociocultural understanding of learning, the role of the interplay between students' prior experiences and the use of artefacts in students' meaning making. In the fourth paper, the practical epistemology approach is applied as a method for investigating the role of instructional texts in laboratory settings for students' meaning making. The thesis shows how individual continuity can be understood and analysed within a sociocultural perspective on learning. The developed methods make it possible to study learning as constituted in action without ascribing teachers, artefacts or texts a pre-determined meaning prior to their use in a practice. The results show that the way sociocultural resources are made intelligible by the students shapes the conditions for further meaning making.

Language: *Swedish with summary in English*

ISBN: *978-91-554-7760-8*

Contact: *malena.lidar@did.uu.se*

Download: *<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-121392>*

RECENT DISSERTATIONS

PER-ODD EGGEN, 2010

Current Chemistry, Experiments and practice in Electrochemistry Education

Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences and Technology, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway

Abstract

This thesis is concerned with experiments, models and concepts employed in electrochemistry teaching, when electrochemistry is a part of a general chemistry course in upper secondary school or at the start of university studies. The manuscripts and articles in part 2 present and discuss laboratory activities in electrochemistry. In part 1, the intention is to give a brief look at the electrochemistry section of chemistry textbooks used in general chemistry courses at Norwegian universities.

The textbook is supposed to be a main source for student's concepts and understanding in electrochemistry, and experiments provide additional understanding and training. The thesis especially concentrate on the terms, models and selection of practical experiments used, to see if these can be associated with the many problems reported concerning the understanding of concepts in electrochemistry. The papers included in this dissertation either discuss traditional educational electrochemistry experiments or propose alternative ones in order to explore possibilities to improve and increase knowledge and understanding in electrochemistry connected to practical experiments.

In Norway, chemistry as a school subject is a part of a general science course together with physics and biology until grade 12. In grade 12 and 13, chemistry is a separate subject chosen by few, but often, clever students. To enter university studies in chemistry in Norway, there is no demand to have passed the grade 12 and 13 chemistry courses. General chemistry curriculum at Norwegian universities therefore overlaps with the curriculum at grades 12 and 13. The fact that Norwegian universities use international editions of general chemistry textbooks in their courses indicates that the choice of topics and degree of challenges to some extent corresponds with university studies in chemistry in other countries.

The study of chemistry also involves different working methods. A chemistry textbook together with contributions from a teacher/lecturer, discussions among the students, laboratory work and subsequent report writing are central parts. The dissertation does not cover all of these aspects, but mainly concentrates on elements in electrochemistry education connected to experiments and related textbook sections. But some brief comments on related aspects, such as context and how the choices of topics in electrochemistry can be legitimated are included.

Language: English
ISBN: 978-82-471-2148-1 (printed ver.)
978-82-471-2149-8 (electronic ver.)
Contact: per.eggen@plu.ntnu.no

RECENT DISSERTATIONS

KARIM HAMZA, 2010

Contingency in high-school students' reasoning about electrochemical cells: Opportunities for learning and teaching in school science

Department of Mathematics and Science Education, Stockholm University, Sweden

Abstract

The thesis takes its departure from the extensive literature on students' alternative ideas in science. Although describing students' conceptual knowledge in many science areas, the literature offers little about how this knowledge enters into the science learning process. Neither has it focused on how particulars and contingencies of curricular materials enter into the learning process. In this thesis I make high-resolution analyses of students' learning in action during school science activities about real or idealized electro-chemical cells. I use a discursive mechanism of learning developed to describe how students become participants in new practices through slow changes in word use. Specifically, I examine how alternative and accepted scientific ideas, as well as curricular materials, enter into students' reasoning. The results are then used for producing hypotheses over how a teacher can support students' science learning. Alternative ideas in electrochemistry did not necessarily interfere negatively with, and were sometimes productive for, students' reasoning during the activities. Students included the particulars and contingencies of curricular materials in their reasoning not only when interacting with a real electrochemical cell but also in a more theoretical concept mapping activity about an idealized cell. Through taxonomic and correlational investigations students connected the particulars and contingencies of the real electrochemical cell to the generic knowledge of electro-chemistry. When actively introduced by the researcher, such investigations had consequences for how single students framed their explanations of a real electrochemical cell. The results indicate ways in which teachers may encourage the productive use of contingencies to promote learning within the science classroom. However, this may require consideration of what students say in terms of consequences for their further learning rather than in terms of correct or incorrect content.

Language: English with summary in Swedish

ISBN: 978-91-7155-986-9

Contact: karim.hamza@mnd.su.se

Download: <http://su.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:279988>

RECENT DISSERTATIONS

BARBRO GUSTAFSSON, 2010

Undersökningar av sociovetenskapliga samtal i naturvetenskaplig utbildning.
Linnaeus University Dissertations No 30/2010.

School of Natural Sciences, Linnaeus University, Sweden

Abstract

The thesis examines the potential of students' group discussions in science education in the context of a communicative perspective on democracy and meaning-making. The group discussions in focus are about socioscientific issues (SSI), i.e. controversial and complex issues with scientific as well as sociological aspects. The philosophical works of John Dewey and Jürgen Habermas serve as the main theoretical underpinnings. Different types of empirical data were used for the qualitative analyses: policy documents, student teachers' essays, student interviews and recorded group discussions between classmates.

Attention is drawn to the twofold educational mission to ensure students' subject knowledge and democratic growth, where the democracy aspect of this mission is in danger of being given secondary priority in science education. Deliberations about SSI are suggested as a possible way of bridging the gap between the two tasks. An ideal deliberation is characterised by democratic virtues such as sincerity, consideration, a critical review of what is otherwise taken for granted and an aspiration to seek agreement.

Both the possibilities and shortcomings of deliberative-oriented group conversations were highlighted in the interviews with upper secondary school students involved in the socioscientific tasks. This then provided guidance for an extended study of SSI-deliberations among upper secondary school-students. An analysis tool, DEQUAL, was constructed in order to be in a position to assess their democratic and deliberative qualities.

The overall results showed that students could maintain respectful and engaged conversations in which they jointly created and developed arguments. However, expressions of meaning-making in terms of insights and new-found experiences were scarce. Furthermore, other students' statements were rarely challenged. If SSI-conversations are to approach democratic and deliberative ideals and stimulate meaning-making, the participants must be prepared to exchange contrasting views. It was concluded that the development of deliberative conversation skills requires careful, guided practice. It also became clear that the deliberative guidelines for seeking agreement and the teacher's non-participation in the talks needed to be reviewed. According to Habermas' theory, when deliberating one relates to a subjective world of experiences, a social world of common agreements and an objective world of facts. Since both science and SSI contribute objective, factual dimensions, it is suggested that the deliberative idea might have a particular bearing on science education, since the conversations do not just revolve around personal opinions. SSIs facilitate theoretical, ethical and moral reflection and examine argumentation skills in a reflective and considerate way in order to lead to participation and the creation of meaning in mutual communication.

Language: Swedish with summary in English
ISBN: 978-01-86491-49-9
Contact: barbro.gustafsson@lnu.se
Download: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-9478> (English summary)

RECENT DISSERTATIONS

HELENA NÄS, 2010

Teaching Photosynthesis in a Compulsory School Context. Students' Reasoning, Understanding and Interactions.

Department of Science and Mathematics Education, 901 87 Umeå, Sweden

Abstract

According to previous research, students show difficulties in understanding photosynthesis and respiration, and basic ecological concepts like energy flow in ecosystems. There are successful teaching units accomplished in this area and many of them can be described as inquiry-based teaching. One definition of inquiry-based teaching is that it involves everything from finding problems, investigating them, debating with peers and trying to explain and give solutions. Accordingly students need to be confronted with challenging questions and empirical data to reason about and teachers need to implement student-generated inquiry discussion since students often stay silent and do not express their thoughts during science lessons. This thesis will focus on young peoples' understanding of the functioning of plants, students' participation during biology lessons, and how biology teaching is accomplished in primary and secondary school.

Two school classroom projects focusing on teaching about plants and ecology are described. Four teachers and their 4th, 5th and 6th grade classes plus two science teachers and their three 8th grade classes collaborated. Photosynthesis and respiration were made concrete by using tasks where plants, plant cells, germs, seeds and the gas exchange were used. The aim was to listen to students' reasoning in both teaching and interview situations. Learning outcome, as described by students' reasoning in the classrooms and in individual interviews but also by their test results, is especially focused. Student-student and student-teacher interactions have been analysed with an ethnographic approach in the classroom context.

The plant tasks encouraged the students' in primary school to develop scientific reasoning and the interviews confirmed that the students had learned about photosynthesis. The ecology teaching in secondary school showed a substantial understanding confirmed both by students' oral and written reasoning. Analyses of test results and understanding as presented in interviews did not always correspond. The interviews showed the importance of letting students try to explain concepts and to correct themselves. Primary students' reasoning and understanding about photosynthesis were in the interviews almost the same as the secondary students'. The secondary students' questioning during the lectures showed wonderments and interest for ecology from a broader view than in the content presented by the teachers and the textbooks, but the large classes and disruptive students stole too much time from the teachers' management in the classroom. Students' knowledge was underestimated and their interest in ecology faded away.

Language:	<i>English</i>
ISBN:	978-91-7264-965-1
Contact:	helena.nas@matnv.umu.se
Download:	http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?parentRecord=diva2:300871&pid=diva2:300885

RECENT DISSERTATIONS

ARTO O. SALONEN, 2010

Sustainable development and its promotion in a welfare society in a global age
Research Report 318

University of Helsinki, Faculty of Behavioral Sciences, Department of Teacher Education, Finland

Abstract

The objective of the dissertation was to determine the concept of sustainable development according to current understanding and to analyze the structuration of sustainable daily life and how it varies between different groups. The theoretical framework of the study was a created model of the Structuration of Sustainability in Everyday Life. The model is based on a synthesis of Giddens Theory of Structuration (1984), Spaargaren & van Vliet's Theory of Consumption as Social Practices (2000) and principles of sustainable development. According to the model created, sustainable everyday life is generated in a context of internal and external factors compromising the interests of ecosystems, society and business.

The literature used in the thesis included international and national statements on sustainable development and research into sustainability and the transition to sustainable societies. The data were collected at Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. The discretionary sample consisted of students of social services ($n = 210$). The data were analyzed using quantitative and qualitative methods.

The results showed that the value placed on ecological, economic and social sustainability increased with age. Activity in non governmental organizations was associated with the acceptance of sustainable development as a whole and especially with global responsibility. Women's everyday life promoted sustainability more than men's. People living in Helsinki had more sustainable ways of living than those living in the surrounding municipalities because of greater recycling and the low importance given to ownership. Preferring vegetarian food turned out to be a real opportunity for a more sustainable way of living because there were few barriers identified. Contradictory human behavior occurred when advanced sustainable consumer were ready to risk their health. The importance of communality was high and it was considered an aspect of health. The most significant obstacles to sustainable development in daily life were high costs, lack of knowledge and busyness.

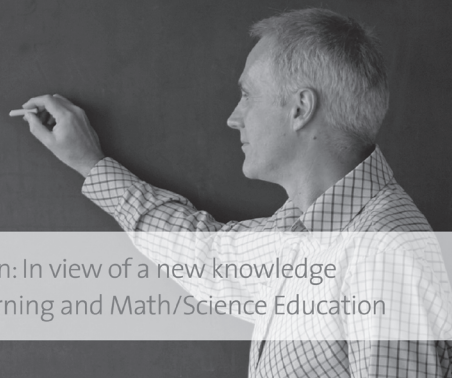
Similar attitudes towards sustainable development translate into different people's behavior, which indicates complexities of the behaviour change in the context of sustainable development. The role of non governmental organizations is significant in increasing global responsibility. Education presents an opportunity to increase sustainability, but there are challenges to face from system thinking and in understanding entities in a state of transition towards sustainable everyday life. The responsibility of policy makers is paramount because high costs create a barrier to a sustainable way of living. The implementation of the concept of sustainable development should be focused on the planetary ethics which cover humans, animals, plants and ecosystems.

Language: Finnish with summary in English
ISBN: 978-952-10-6535-4
Contact: arto.salonen@gmail.com
Download: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-6535-4>

18-20 May 2011, University of Oslo



THE VISIONS CONFERENCE 2011



Visions for Teaching and Teacher Education: In view of a new knowledge base for Teacher Education, Language Learning and Math/Science Education

Celebrating our 200-year anniversary in 2011, the University of Oslo welcomes scholars within the fields of teacher education, language learning and science/mathematics education to the conference

We wish to take this opportunity to focus partly on teacher education, partly on three central school subjects. How can teacher education meet the challenges of the future, and what is the role of literacy in the teaching and learning of mathematics, science and languages?

The conference is organised by the research programme Knowledge in Schools (KiS), the Department of Teacher Education and School Research (ILS) and the UiO Master Level Teacher Education Programme.

Conference Keynotes



Professor Rachel Lotan,
Stanford University, USA



Professor Phil Scott,
University of Leeds, UK



Professor Helmut Johannes Vollmer,
Osnabrück University, Germany



Associate Professor Jørn Hurum,
University of Oslo, Norway

<http://uv-net.uio.no/wpmu/visions-for-teaching>

UiO • University of Oslo



Naturvetenskap som kunskap och kultur

Linköpings universitet, 14-16 juni 2011

För tionde gången anordnas Nordiskt Forskar Symposium om Undervisning i Naturvetenskap, denna gång i Linköping. Tiden för konferensen är 14. – 16. juni 2011 och äger rum på Nationernas Hus, som ligger centralt i Linköping.

Du kan få ytterligare information på **www.liu.se/nfsun2011**

och om du har frågor kan du skicka e-post till **nfsun@ibl.liu.se**

Välkommen till Linköping och NFSUN 2011.

