

Högstadielävers användning av naturvetenskapligt språkbruk i kemiämnet i TIMSS

Sofie Johansson Kokkinakis & Birgitta Frändberg

In international surveys, the results of Swedish students in natural science indicate a negative trend. In TIMSS, the results have decreased between 1995-2007. The aim of the study described in this paper is to investigate the importance of language skills in the subjects of natural science, more particularly in chemistry. In order to make conclusions on students' language skills, a study on language use in grade 8 in chemistry was carried out. The study compared characteristic language features in natural science, focusing on students language related to productive skills, to language features in chemistry text books. The result of the study indicates a correlation between high-achieving students and the use of the characteristic language features.

Keywords: science and language integrated learning, subject-specific language, natural science, chemistry, TIMSS, secondary school text books.

Introduktion

Det finns flera anledningar till att språkets betydelse för lärande i de naturvetenskapliga ämnena har rönt ökad uppmärksamhet de senaste åren. Det specialiserade språk som används inom det naturvetenskapliga fältet har länge setts som svårtillgängligt, och det har också visats att språket i läroböcker i de naturvetenskapliga ämnena har högre informationstäthet, abstraktion och teknikalitet (ämnesspecifika termer) än texter i andra ämnen (Agnes Edling

Sofie Johansson Kokkinakis, fil. dr i Språkvetenskaplig databehandling, Institutionen för svenska språket. Göteborgs universitet, Box 200. 405 30 Göteborg. E-post: Sofie.Johansson.Kokkinakis@svenska.gu.se

Birgitta Frändberg, fil. lic. Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, Pedagog, Box 300, 405 30 Göteborg. E-post: birgitta.frandberg@ped.gu.se

2006, Pia Nygård Larsson 2011). Ett ökat intresse för hur sociala och kommunikativa faktorer inverkar på lärande sätter också fokus på språket, på många olika nivåer (t. ex. meningsskapande, genrer, lexikal och grammatisk nivå). Ytterligare en anledning att intressera sig för språk i lärande av naturvetenskap är det ökande antalet elever i svenska skolor med annat modersmål än svenska.

Svenska elevers resultat i de internationella utvärderingarna av kunskaper i naturvetenskap visar på nedåtgående trender. I TIMSS årskurs 8 har resultaten i naturvetenskap försämrats från 1995 till 2003 och 2007. Den senaste mätningen, 2011, visar dock att minskningen har avstannat (Skolverket 2012). Från mätningen år 1995 till mätningen år 2003 var det de högpresterande eleverna som minskade sina resultat mest, medan mellan åren 2003 och 2007 var det de lägst presterande (Skolverket 2008). I PISA 2009 har de lågpresterande elevernas resultat sjunkit jämfört med 2006, medan de högpresterande ligger kvar på ungefär samma nivå (Skolverket 2010). Elever med utländsk bakgrund¹ har i genomsnitt ett lägre resultat än infödda elever i läsförståelsedelen av PISA 2009 och i matematik och naturvetenskap i TIMSS 2007 (Skolverket 2008, 2010). Här finns dock en stor variation inom gruppen elever med utländsk bakgrund, med en stor andel elever som presterar på hög nivå.

För att bidra till en ökad förståelse av språkets roll i lärande av de naturvetenskapliga ämnena studerar vi hur språket används och realiseras i lärobokstexter och elevtexter i kemiämnet i årskurs 7-9. Den studie som redovisas här fokuserar på skriftligt språk, både det som används i läroböcker och elevernas egna texter. Syftet med studien är dels att identifiera vad som kännetecknar det naturvetenskapliga språket i ett område inom kemiämnet, dels undersöka i vilken utsträckning elever använder sig av detta språk i förhållande till prestation i ämnesprov (TIMSS 2007). En tidigare studie (Frändberg 2012) visar att elever som presterar sämre också tenderar att i mindre utsträckning använda sig av det naturvetenskapliga språket. Om detta kan bero på bristande allmänna språkkunskaper eller en avsaknad av förståelse av ämnet och ämnestypiska språkliga drag kan diskuteras.

Vi har begränsat studien till att gälla området materia och materiaomvandlingar, en del av det som behandlas inom ramen för kemi (och till viss del fysik) i grundskolan. Det är ett ämnesområde som berör de mest grundläggande frågorna i naturvetenskap, hur materia är uppbyggd och hur man kan förklara materians omvandlingar, både fasomvandlingar och kemiska reaktioner. Att förstå dessa grunder innebär möjligheter att förstå principer inom vitt skilda kunskapsområden som miljövetenskap, fysiologi och hälsa, och energi.

Vår hypotes är att det är möjligt att urskilja vissa språkliga drag som kännetecknar och karakteriserar olika ämnestexter. I tidigare forskning inom ämnesdidaktik i kemiämnet (Frändberg 2012) och språkteknologiska studier av ämnesspråk (Lindberg & Johansson Kokkinakis 2007), elevers skrivande i nationella prov i svenska (Johansson Kokkinakis & Magnusson 2010) så har vi identifierat ett antal språkliga drag som kan anses vara typiska dels för ämnesspråket som sådant, men också kännetecknande för elever som presterar bättre än andra.

Det är inte möjligt att inom ramen för den här studien svara på frågan om varför många elever inte tagit till sig det ämnestypiska språket och ofta heller inte kunskapen i ämnet. Genom att belysa vissa specifika lexikala drag i läromedelstexter i kemi, och elevers användning av dessa, vill vi svara mot ett didaktiskt behov som handlar om att säkerställa så att språkliga faktorer inte utgör ett hinder för elever att förstå kemi.

Resultatet av denna studie redovisas genom en beskrivning av en läromedelstext med hjälp av typiska lexikala drag samt hur elever uttrycker sig i skrift och återspeglar dessa kännetecknande språkliga drag.

Bakgrund

Flera olika studier har bidragit till att kartlägga och beskriva det naturvetenskapliga språkets speciella egenskaper, hur det används och vad som gör det svårt för nybörjare. Michael A. K. Halliday och James R. Martin (1993) undersökte historiska och nutida naturvetenskapliga texter och fann kännetecknen typiska för naturvetenskapligt språk: lexikal täthet (informationstäthet), tekniska termer, passiva verb, användning av grammatiska metaforer (vilket enkelt uttryckt innebär ersättning av en grammatisk klass eller struktur med en annan, den vanligaste formen är nominalisering², se också nedan i detta avsnitt) och underförstådda kopplingar mellan betydelser. Allt detta bidrar till ett abstrakt och avpersonifierat språk som ger en bild av världen bestående av olika ting relaterade till varandra, snarare än den bild som det vardagliga språket ger uttryck för, en värld av processer och skeenden.

Martin (1993), Robert Veal (1997), Zhihui Fang (2005), Vassilia Hatzinikita, Kostas Dimopoulos och Vasilias Christidou (2008) har undersökt språket i läroböcker och i stort sett bekräftat ovanstående bild av det naturvetenskapliga språket, dock ser man en viss rekonstruering av innehåll och språk för att passa i undervisningen. Agnes Edling (2006) analyserade graden av abstraktion och teknikalitet

i svenska lärobokstexter i naturvetenskap och jämförde dem med texter i läroböcker i ämnena svenska och SO i årskurs 5, 8 och år 2 på gymnasiet. Hon fann de mest generella/abstrakta och tekniska texterna i de naturvetenskapliga ämnena. Abstraktionsgraden ökade i läromedel för högre årskurser i alla ämnen, i läromedel i naturvetenskap ökade också teknikaliteten med årskurserna. I en undersökning av en biologilärobok för gymnasiets årskurs 1 (Nygård Larsson 2011) bekräftas bilden av läromedelstexter i naturvetenskap som informationstäta och tekniska.

Texter som används i NO-undervisningen kan sägas tillhöra olika *genrer*. En genre är en textaktivitet, eller ett kommunikativt beteende, ett speciellt sätt att bygga upp en text i olika steg och faser, med ett speciellt mål (Martin & Rose 2008). De texter som produceras inom en viss genre har speciella syften, en viss generell struktur och typiska lingvistiska drag, men samtidigt finns stora variationer. Analyser av genreanvändning i NO-undervisningen visar en utveckling från genrer som handlar om att genomföra naturvetenskap (till exempel laborationsredogörelse) till genrer som innebär att förklara och argumentera, och de senare genrerna är också högre värderade (Nygård Larsson 2011, Veel 1997). Läroboks- och elevtexterna i denna artikel kan anses tillhöra gruppen förklarande genrer, eftersom de beskriver och förklarar fysikaliska fenomen eller processer.

Den täthet, abstraktion och teknikalitet som karakteriserar texter i det naturvetenskapliga ämnesområdet är resultat av flera texttypiska drag (Edling 2006, Halliday 1993, Nygård-Larsson 2011). De drag som vi valt att analysera i den här studien är sådana som pekats på i många studier som typiska för det naturvetenskapliga registret, och som går att analysera i de texter vi valt. Dessa är tekniska termer, nominaliseringar och passiva verb och beskrivs närmare nedan.

Tekniska termer, det vill säga ämnesspecifika ord, är ord som används med en speciell betydelse i ett ämnesområde (i detta fall kemi/fysik) och en annan betydelse i ett annat ämnesområde eller i vardagen. Bedömningen av vilka ord som är tekniska blir med nödvändighet i viss mån subjektiv, eftersom det inte finns någon entydig definition av tekniska termer. Tekniska termer kan vara av två slag – dels sådana som enbart används inom ämnesområdet och inte förekommer någon annanstans, dels sådana som används med en särskild betydelse inom ämnesområdet, och med en annan betydelse i ett annat ämnesområde eller i vardagen. Exempel på det första i elevernas förklaringar är: *molekyl*, *densitet*. Exempel på den andra varianten är: *reaktion*, *massa*.

Nominaliseringar är vanligen verb eller adjektiv som görs om till substantiv, det vill säga något som normalt uttrycks som en process eller ett attribut/egenskap, istället uttrycks som ett substantiv, med en

förändring i grammatik och betydelse som följd (Magnusson 2010). Ett substantiv realiserar normalt ett ting, en sak eller en person. När man gör om verb eller adjektiv till substantiv så finns den ursprungliga betydelsen (process eller attribut) oftast kvar i högre eller lägre grad, samtidigt med den nya ”ting”-betydelsen (Nygård Larsson 2011). Det är en användbar mekanism för definitioner och klassificeringar i naturvetenskap. Nominaliseringar möjliggör en innehållsmässig ”packning” som i hög grad bidrar till det abstrakta och täta intrycket hos en naturvetenskaplig text. Några exempel ur elevsvaren i den här studien är: reagera – *reaktion*, väga – *vikt*, tung – *tyngd*, skilja – *skillnad*. Ett ord kan kategoriseras både som teknisk term och nominalisering.

Passiva verb ger texten ett drag av objektivitet och auktoritet, och förstärker bilden av frånvaro av mänsklig agentivitet (Veel 1998). De bidrar också till en opersonlig och koncentrerad stil (Ekvall 2011). Användningen av passiva verb är också en konsekvens av vad det är man talar om i den naturvetenskapliga diskursen och vilka förklaringsmodeller man använder sig av. Eftersom det är fysikaliska fenomen i omvärlden som förklaras med fysikaliska lagar och kausala samband – grundidén i naturvetenskapen är att det inte finns någon agent bakom händelser i den naturliga fysiska världen – så kan användningen av passiva verb ses som kongruent med detta.

Ett exempel från elevsvaren på en sats med passivt verb är: ”luft *bildas* i isen”. I denna sats finns ingen agent, endast en process, något *bildas*, *blir till*, och de deltagare som är nödvändiga för processen, det som processen manifesteras i; *luft* och *is*. Vi begränsar oss i analysen till de passiva verb som slutar på -s.

En tidigare studie (Frändberg 2012) undersökte användning av tekniska termer, nominaliseringar och passiva verb i elevsvar från svenska TIMSS 2007 årskurs 8. Elevsvaren som undersöktes rörde materia och materiaomvandlingar. I analysen visades en signifikant skillnad i användning av tekniska termer mellan grupper som presterade lägst, medel eller högst i TIMSS 2007. Den tredjedel av eleverna som hade högst sammanlagt resultat använde i medeltal dubbelt så många tekniska termer per förklaring som den lågpresterande gruppen, i de flesta uppgifterna. Nominaliseringar och passiva verb förekom i så låg grad att det inte gick att se några statistiskt signifikanta skillnader i användningen av dessa mellan de tre grupperna.

Syftet med studien som rapporteras i den här artikeln är att, med hjälp av de lingvistiska mått som användes i den ovan nämnda studien (Frändberg 2012) utökad med ytterligare några, analysera en läromedelstext och elevtexter inom samma ämnesområde. Vilka lexikala drag kännetecknar läromedelstexten respektive elevtexterna?

Hur skiljer sig texter från elever med olika prestation på TIMSS 2007? Med hjälp av dessa analyser hoppas vi kunna säga något om vad i en läromedelstext, och det ämnesspecifika språk den får representera här, som är svårast respektive lättast att förstå och lära sig använda.

Material

Det material som har analyserats i denna studie är dels en läromedelstext i kemi från förlaget Natur & Kultur, dels elevsvar från en kemiuppgift i TIMSS. Insamlingen av elevsvaren och övriga elevdata gjordes inom ramen för en licentiatavhandling (Frändberg 2012).

Den läromedelstext som analyserades i denna studie behandlar ämnet materia i läromedel för högstadiet, ”Kemi FOKUS (2007) för grundskolans senare del”, Natur & Kultur. Läromedlet är ett av de mest använda i svensk skola i årskurs 7 – 9. Den valda texten, ungefär en sida, används här som en representativ text för ämnesområdet materians uppbyggnad och omvandlingar, och bedömdes tillhöra förklarande genrer. Innehållet i texten behandlar vad materia är och hur olika ämnen är uppbyggda av atomer. Vidare förklaras vad ett grundämne är och att ämnen förändras vid kemiska reaktioner. Texten består av drygt 4000 graford (varje enskilt ord som det står i texten). Av dessa är 897 ord unika. Övriga ord förekommer mer än en gång. På grund av copyrightskäl kommer text från läromedlet inte att citeras.

Elevsvar från den svenska delen av TIMSS 2007, årskurs 8, naturvetenskap användes som datakälla till elevtexter. Vi valde en uppgift som kan publiceras³, och som var ställd i ett relativt vardagligt sammanhang, men med skolsammanhanget ändå närvarande (se Bild 1). I denna analys användes alla elevsvar på uppgiften, alltså även de obesvarade fanns med i de statistiska beräkningarna.

Dessutom användes uppgifter om elevernas resultat på uppgiften och totalresultat på den naturvetenskapliga delen av TIMSS 2007, hämtat från TIMSS databas.

En burk med 300 g vatten ställs in i frysen så att vattnet fryser till is.
Hur stor är isens massa när vattnet har frusit?

(Välj ett alternativ.)

Mer än 300 g

300 g

Mindre än 300 g

Motivera ditt svar.

Bild 1. Uppgiftstext för en av uppgifterna från TIMSS 2007, uppgiften kallas i den här artikeln för *Frysa vatten*.

Det är en relativt NO-kontextbunden uppgift på grund av termerna ”massa” och ”300 g” samt det faktum att vatten vägs innan det ställs in i frysen och efteråt. Den var ganska svår om man tittar på andelen elever som fick poäng på uppgiften (24,5 %), vilket kan bero på att det blir en volymförändring när vatten fryser. Svårigheten ligger i att hålla isär volym, massa och densitet. Det är möjligt att uppgiften lurar in eleven i ett felaktigt resonemang eftersom den frågar efter massan när vattnet frusit, och det korrekta (eller i alla fall det rimligaste) svaret är att massan inte förändras⁴. 399 elevförklaringar analyserades från den här uppgiften.

Metod

I avsnitten 4.1 och 4.2 redogörs för metod och analyser av elevsvar i provtexter respektive läromedelstexter i kemi. Alla analyser som gjorts har varit kvantitativa, med beräkningar av antal ord i olika kategorier, med graford som analysenhet.

I denna studie valde vi att studera tre karakteristiska språkliga drag som i tidigare forskning anses känneteckna texter i det naturvetenskapliga ämnesspråket. Dessa är, som tidigare nämnts, andel tekniska ord, nominaliseringar och passiva verb. Utöver dessa tre drag så analyserar vi även förekomsten av fyra ytterligare kategorier, för att få en mer fullständig bild av språket som används. Vi definierar de olika kategorierna på följande sätt;

Tekniska termer är ord som är typiska för kemiämnet och i princip inte förekommer i vardagsspråket eller i andra ämnen som inte är naturvetenskapliga. Till exempel *atom*, *materia*.

Nominaliseringar är substantiverade former av ord som används i samma betydelse som verb eller adjektiv. Till exempel *reaktion*, *förändring*.

Passiva verb begränsas till verb uttryckta i passivform som slutar på -s. Till exempel *bildas*, *omvandlas*.

Vardagliga och snedfördelade ord är vardagliga ord som förekommer i en större omfattning än de gör i andra texter. Detta har ofta att göra med temat som behandlas. Till exempel *vatten*, *värme*.

Vardagliga och ämnesspecifika ord är vardagliga ord som ofta får en specifik betydelse i ämnet men normalt associeras till en annan betydelse i vardagsspråket. Till exempel *koppar*, *massa*.

Namn/formler är ofta namn på länder, vetenskapsmän, ämnen. Formler kan vara kemiska formler. Till exempel *Aristoteles*, H_2O .

Akademiska ord är ord som ofta förekommer i läromedel och vetenskapliga texter men sällan återfinns i vardagsspråket. Orden kan användas i flera ämnen och är inte ämnesspecifika. Till exempel *teori*, *framställa*.

De kategorier som ord indelas enligt är inte ömsesidigt uteslutande vilket innebär att ett ord kan tillhöra mer än en grupp. Det betyder att den sammanlagda procentsatsen av ord i alla grupper kan överstiga 100%. Kategoriseringen har gjorts med avsikt att jämföra bruk av olika ordkategorier i elevers språkbruk. Ordkategorierna används även för att jämföra elevernas bruk av de olika kategorierna med den aktuella lärobokstextens bruk av dessa.

Metod och analys av läromedelstexter

För att kunna säga något om vilka slags ord som var kännetecknande för det naturvetenskapliga språket i kemi, och jämföra med användningen i elevernas provsvar, så gjordes en parallell analys av en läromedelstext i kemi. En text som handlade om ”materia” valdes därför ut. Därefter undersöktes denna text för att redovisa förekomster av andel ord av de olika kategorier som nämnts tidigare. Därutöver jämfördes texten med 8000 av de vanligaste orden i svenska språket med hjälp av en täckningsanalys/frekvensbandsanalys .

Metod och analys av elevsvar

Elevernas totalresultat i den naturvetenskapliga delen av TIMSS 2007 användes för att dela in eleverna i tre grupper, beroende på hur de presterat. Alla elever i den elevgrupp som var med i TIMSS 2007 årskurs 8, det vill säga ungefär 5200 elever, delades in i tre grupper efter totalprestation på TIMSS 2007 (den naturvetenskapliga delen), så att varje elev tilldelades grupptillhörigheten låg (grupp 1), medel (grupp 2) eller högpresterande (grupp 3).

Varje graford i elevsvaren till uppgiften ”Frysa vatten” (se bild 1) fördes in som en post i statistikprogrammet spss version 17 tillsammans med de kategoriseringar som nämnts tidigare. Totalt var det 4197 ord som kategoriserades på det här sättet.

Resultat

I detta avsnitt redovisas först resultat från analysen av läromedelstexten i kemi (5.1), sedan resultat av analyserna av elevsvaren från uppgiften Frysa vatten (5.2).

Resultat av analys av läromedelstexten

Analysen av läromedelstexten om materia redovisas genom gruppering av ord enligt de kategorier som tidigare nämnts. Därefter görs en täckningsanalys på texten för att undersöka graden av vardagligt språk.

Texten bestod av 4014 graford. Av dessa var 897 unika, det vill säga förekom bara en gång. De ord som förekom i texten indelades på samma sätt som elevsvarsorden i olika grupper enligt de grupperingar som nämnts tidigare, se tabell 1.

Totalt antal ord	Antal	897
	% av alla ord	100
Tekniska termer	Antal	187
	% av alla ord	20,9
Nominaliseringar	Antal	17
	% av alla ord	1,9
Passiva verb	Antal	41
	% av alla ord	4,1
Vardagliga och snedfördelade ord	Antal	21
	% av alla ord	2,3
Vardagliga och ämnesspecifika ord	Antal	51
	% av alla ord	5,7
Namn/formel	Antal	14
	% av alla ord	1,6
Akademiska ord	Antal	82
	% av alla ord	9,2

Av de här analyserade kategorierna är tekniska termer störst med 20,9 %. De kan vara både verb och substantiv, t.ex. *järn*, *syre*, *reagerar*, *framställa*. Akademiska ord (till exempel *teori*, *läran*, *upptod*, *uppkomma*), är den näst största gruppen med 9,2 %. Gruppen vardagliga ord som också kan ha en ämnesspecifik betydelse utgör 5,7 % av alla ord (till exempel *förening*, *koppar*, *löser*). Verb i passivform (*fastställas*, *binds*, *omvandlas*) representerar 4,1 % av alla ord. De tre sista grupperna, vardagligt snedfördelade (ämnen, vatten), nominaliseringar (*reaktion*, *framställning*, *blandning*) och namn/formler, är minst.

En täckningsanalys av läromedelstexten gjordes för att undersöka hur stor andel vanliga ord som fanns i texten. Detta gjordes genom en

jämförelse med 8000 av de vanligaste orden i svenska. Enligt denna jämförelse täcks 78,6 % av orden av läromedelstexten, det vill säga 78,6 % av orden i läromedelstexten är vanliga. I analysen fördelas ord efter hur vanligt förekommande de är. Ett frekvensband består av graford indelade efter frekvens. Frekvens 1000 innehåller de tusen vanligaste orden, *det, i, och, att, som*. Frekvens 2000 innehåller de två tusen vanligaste orden, *slags, består, används, vattnet* osv. I Bild 2 nedan visas fördelningen mellan de olika frekvensbanden för läromedelstexten.

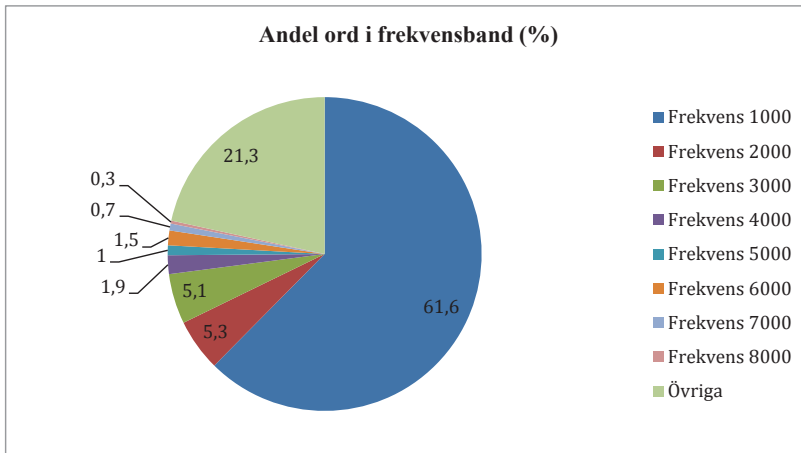


Bild 2. Illustration av procentuell andel av ord i den analyserade läromedelstexten, indelat på frekvensband

21,3 % av orden finns inte bland de vanligaste orden. Exempel på dessa ord är *materien, urämnen, atomslag, alkemi, påskynda, framställas*. Det är viktigt att notera att analysen är gjord på grafordsnivå vilket innebär att grafordet *påskyndar* (verb i presensform) kan existera i en ordlista medan formen *påskynda* (verb i infinitivform) inte gör det. Anledningen är att vissa ord är mer frekventa i vissa ordformer än andra. Frekvensordlistan består alltså av de vanligaste graforden/ordformerna.

Resultat av analys av provsvar från ”Frysa vatten”

Analysen av elevsvar från uppgiften om ”Frysa vatten” redovisas dels för alla elevsvar, dels för de tre grupperna 1-lågpresterande, 2-medelpresterande, 3-högpresterande. Tabell 2 visar hur orden i elevsvaren fördelar sig på olika kategorier. Observera att kategoriseringarna inte alltid är varandra uteslutande.

		Alla ord	i grupp 1	i grupp 2	i grupp 3	Sign skillnad mellan grupper, Pearson's Chi-square (på 0,001 nivå)
Totalt antal ord	antal	4197	1026	1286	1885	
	% av totala		24,4%	30,6%	44,9%	
Tekniska termer	antal	258	34	67	157	ja
	% av alla ord inom gruppen	6,1	3,3	5,2	8,3	
	% av tek. term	100	13,2	26,0	60,9	
Nominaliseringar	antal	36	6	10	20	nej
	% av alla ord inom gruppen	0,9	0,6	0,8	1,1	
	% av alla nom	100	16,7	27,8	55,6	
Passiva verb	antal	74	9	16	49	ja
	% av alla ord inom gruppen	1,8	0,9	1,2	2,6	
	% av passiva v	100	12,2	21,6	66,2	
Vardagliga och snedfördelade ord	antal	609	144	203	262	nej
	% av alla ord inom gruppen	14,5	14,0	15,9	13,9	
	% av vard snedf	100	23,6	33,3	43,0	
Vardagliga och ämnesspecifika ord	antal	212	32	58	122	ja
	% av alla ord inom gruppen	5,1	3,1	4,5	6,5	
	% av vard äspec	100	15,1	27,4	57,5	
Namn/formel	antal	30	9	12	9	nej
	% av alla ord inom gruppen	0,7	0,9	0,9	0,5	
	% av namn/f	100	30,0	40,0	30,0	
Akademiska ord	antal	66	6	13	47	ja
	% av alla ord inom gruppen	1,6	0,6	1,0	2,5	
	% av akadem	100	9,1	19,7	71,2	

Resultaten från den här analysen bekräftar tidigare resultat (Frändberg 2012), som visat att användningen av tekniska termer är signifikant högre i den högpresterande gruppen. Dessutom får vi här en signifikans i skillnaden i användning av passiva verb. Kategorien Akademiska ord uppvisar också en statistiskt signifikant skillnad i användning mellan prestationsgrupperna. Sammanfattningsvis ger denna analys av elevtexter att de högpresterande eleverna använder fler tekniska termer, passiva verb och akademiska ord.

Tabell 3 visar en jämförelse av fördelningen av ord i de olika kategorierna mellan läromedelstexten och elevtexterna. Som man kan se i tabellen är andelarna tekniska termer och akademiska ord betydligt mindre i elevtexterna. Kategorierna nominaliseringar, passiva verb och namn/formel är ungefär dubbelt så vanliga i läromedelstexten, medan vardagliga snedfördelade är mycket vanligare i elevtexterna. Intressant är att andelarna av vardagliga ämnesspecifika ord, det vill säga de ord som används i andra sammanhang än naturvetenskap med andra betydelser, är lika stora i de båda texttyperna.

Tabell 3. Fördelning av ord i de olika kategorierna i läromedelstexten och i elevtexterna.

		lärobok	elevtext
Totalt antal ord	Antal	897	4197
	% av alla ord	100	100
Tekniska termer	Antal	187	258
	% av alla ord	20,9	6,1
Nominaliseringar	Antal	17	36
	% av alla ord	1,9	0,9
Passiva verb	Antal	41	74
	% av alla ord	4,1	1,8
Vardagliga och snedfördelade ord	Antal	21	609
	% av alla ord	2,3	14,5
Vardagliga och ämnesspecifika ord	Antal	51	212
	% av alla ord	5,7	5,1
Namn/formel	Antal	14	30
	% av alla ord	1,6	0,7
Akademiska ord	Antal	82	66
	% av alla ord	9,2	1,6

Den kategori som uppvisar störst likhet mellan läromedelstext och elevtexter är alltså vardagliga och ämnesspecifika ord som till exempel *fast* och *övergår*. Texter från den högpresterande gruppen har till och med en högre andel av dessa än läromedelstexten. De kategorier som skiljer sig mest är tekniska termer och akademiska ord. Dessa uppvisar dock en tydlig ökning med prestationsgrupp. En sådan ökning kan också ses vad gäller nominaliseringar och passiva verb, som det också finns fler av i läromedelstexten.

Sammanfattning

I studien har redogjorts för tidigare forskning och beskrivning av karakteristiska drag i naturvetenskapligt språkbruk. En redogörelse för hur elever använder sig av ett urval av dessa karakteristiska drag i skriftspråket i provsammanhang visar ett tydligt samband mellan prestation vad gäller innehållet och elevernas språkliga uttrycksförmåga, mätt med de mått vi använt oss av här.

Resultaten bekräftar tidigare studier av elevsvar i TIMSS 2007, att högpresenterande elever använder sig av en större andel tekniska termer (Frändberg 2012). I föreliggande studies djupanalys av en specifik provuppgift visades även högpresterande elever använda fler akademiska ord, de skriver längre svar, använder fler passiver och vardagliga ord med ämnesspecifik betydelse. Det senare kan vara ett tecken på ett djup i ordförrådet då eleven uppvisar kunskap om fler betydelser av ett ord.

I analysen av läromedeltexten uppvisade denna, av de karakteristiska drag som analyserats, i storleksordning, en stor andel vanliga ord, tekniska ord, akademiska ord och vardagliga ord med ämnesspecifik betydelse i kemiämnet. Vidare gjordes en frekvensbandsanalys av läromedelstexten för att urskilja de vanligaste orden från övriga ord. De 1000 vanligaste orden utgjorde där 60 % av texten. 21,3 % av orden fanns inte i frekvensordlistan som användes i analysen och utgjordes till största delen av tekniska och akademiska ord.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att det finns ett tydligt samband mellan högstadielevs prestation i det analyserade materialet och deras förmåga att uttrycka sig naturvetenskapligt i text. Vi har redovisat vilka för naturvetenskapen karakteristiska språkliga drag som existerar i det studerade läromedlet för att kunna jämföra vilka gemensamma drag som finns i de båda källorna. Det verkar som att det är de tekniska termer som används i andra betydelser i andra sammanhang som är lättast för elever att använda.

Vi kan i denna studie inte dra slutsatser om elevs förmåga att förstå innehållet i läromedelstexterna eller spekulera i om språket utgör ett hinder för förståelsen, men vi har med denna analys skapat en utgångspunkt för att arbeta språkdidaktiskt med kemiämnet.

I en fortsättning av denna studie är ett läsförståelsetest och ett ordkunskapstest en naturlig del för uppföljning och för att besvara de frågor som vi inte genom denna studiens analyser fått svar på. Analysen i denna studie tittar på elevernas användning av språket när de skriver egenformulerade svar, det vill säga deras aktiva ordförråd. Det passiva ordförrådet är minst lika intressant att studera när det gäller vilken tillgång elever har till den naturvetenskapliga

diskursen. Vidare är ytterligare studier både inom NO-ämnet (fysik, biologi) och matematik önskvärt för att studera likheter samt ur ett kontrastivt perspektiv även inom so-ämnet. Närmare studier av språkanvändningen i olika grupper av elever, till exempel de som inte når upp till den elementära nivån i TIMSS, (en grupp som ökat från 3 % år 1995 till 9% åren 2007 och 2011 enligt Skolverket 2012) är något som framstår som angeläget för att ytterligare öka förståelsen för de utmaningar elever ställs inför i NO-ämnet i skolan.

Noter

1. Som elever med utländsk bakgrund räknas de som är födda utomlands eller födda i Sverige med båda föräldrarna födda utomlands (Skolverket, 2008).
2. Idén om grammatiska metaforer utgår ifrån att olika företeelser i språket uttrycks mest naturligt med en viss grammatik, t.ex processer, händelser uttrycks mest naturligt med verb (t.ex. *att cykla*). Om man i stället använder ett substantiv för att realisera händelsen (t.ex. *cykling*) så använder man en grammatisk metafor, i detta fall, när ersättningen är ett substantiv, en nominalisering (Halliday & Martin, 1993).
3. Ungefär hälften av uppgifterna i TIMSS publiceras efter varje provomgång, resten används i nästa provomgång, för att göra det möjligt att jämföra resultaten mellan provomgångarna (Olson, Martin, & Mullis, 2008).
4. Det finns andra möjliga svar, vilket också bedömningsguiden tar hänsyn till. Man kan tänka sig att vatten eller is har avdunstat mellan vägningarna, eller att luft kapslats in under infrysningen, och att massan då blir antingen mindre eller större än 300 g.

Referenser

- Edling, Agnes (2006): *Abstraction and Authority in Textbooks: The Textual Paths Towards Specialized Language*. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Fang, Zhihui (2005): Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, 89(2), 335–347. doi:10.1002/sce.20050
- Frändberg, Birgitta (2012): *Elevers språk i naturvetenskapliga förklaringar. Analys av skriftliga svar från årskurs 8 i TIMSS 2007*. [The language used by students in scientific explanations. Analysis of written answers from year 8 in TIMSS 2007]. Chalmers University of Technology. Hämtad Januari 16, 2013, från <http://www.gu.se/forskning/publikation/?publicationId=157683>
- Halliday, Michael A. K. & Martin, Jim O. (1993): *Writing Science. Literacy and Discursive Power*. London/Washington D.C.: The Falmer Press.
- Hatzinikita, Vassilia; Dimopoulos, Kosta & Christidou, Vasilias (2008): PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92(4), 664–687. doi:10.1002/sce.20256
- Johansson Kokkinakis, Sofie & Magnusson Ulrika (2010): Computer based quantitative methods applied to first and second language student writing. I *Young Urban Swedish - Variation and change in multilingual settings*. s 105-124. Red. Roger Källström & Inger Lindberg. Göteborgsstudier i nordisk språkvetenskap 14. <http://hdl.handle.net/2077/26570>
- Kemi FOKUS (2007) för grundskolans senare del. Kemilärobok [Chemistry FOKUS for secondary school. Textbook in chemistry]. Förlag: Natur & Kultur.
- Lindberg Inger & Johansson Kokkinakis Sofie (Red.) (2007): *OrdiL – en korpusbaserad kartläggning av ordförrådet i läromedel för grundskolans senare år. Rapporter om svenska som andraspråk (ROSA)*. <http://hdl.handle.net/2077/20503>
- Magnusson, Ulrika (2010): Om definitionen av grammatisk metafor [On definition of grammatical metaphor]. I *Svenskans beskrivning 30*. Institutionen för nordiska språk, Stockholm Universitet.
- Martin, James R. (1993): Technicality and abstraction: language for the creation of specialized texts. I Halliday, Michael A. K., & Martin, Jim O. eds: *Writing Science. Literacy and Discursive Power*. s 203-220. London/Washington D.C.: The Falmer Press.

- Martin, James R., & Rose, David (2008): *Genre Relations*. Equinox.
- Nygård Larsson, Pia (2011): *Biologiämnets texter: text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass* [Texts in the subject area of biology: text, language and learning in a linguistically heterogenous upper secondary class]. Malmö: Lärarutbildningen, Malmö högskola.
- Olson, John F., Martin, Michael O. & Mullis, Ina V. S. (red.) (2008): *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Skolverket. (2008): *TIMSS 2007 -huvudrapport. Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv* [TIMSS 2007 - Main report. Swedish compulsory school students knowledge in mathematics and science in an international perspective]. Rapport nr 323, 08:1064. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2010): *Rustad att möta framtiden? PISA 2009 om 15-åringars läsförståelse och kunskaper i matematik och naturvetenskap - Resultaten i koncentrat* [Equipped to meet the future? PISA 2009 about 15 year olds reading comprehension and knowledge in mathematics and science - results in essence]. Rapport nr 352, 10:1196.
- Skolverket (2012): *TIMSS 2011. Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv* [Swedish compulsory students knowledge in mathematics and science in an international perspective]. Rapport nr 380, 12:1308.
- Veel, Robert (1997): Learning how to mean-scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. I *Genre and Institutions: Social Processes in the Workplace and School* (Francis Christie & James R. Martin (Red.), ss 161–196). New York: Continuum Intl Pub Group.