



GÖTEBORGS UNIVERSITET
Utbildnings- och forskningsnämnden för lärarutbildning

Språkligt perspektiv på naturvetenskap och matematik

En undersökning om hur texters uppbyggnad
påverkar förståelsen av de begrepp som beskrivs

Elin Rönnow
Katarina Ekerfors
Anna-Maria Jakobsson

LAU660

Handledare: Per-Olof Bentley

Rapportnummer: HT06-2611-205

Förord

Vårt examensarbete började en kväll under VFU:n, VT 2006. Elin skulle förbereda en lektion i optik och blev frustrerad över hur dålig texten i läroboken var. Optikkapitlet introducerades med begreppet *Camera Obscura*. Det är tveksamt om elever har en förståelse för detta begrepp eller ens kan översätta det till svenska. Texten verkade vara tänkt att göra eleven intresserad och på ett enkelt och logisk sätt förklara optikresonemang. Elins spontana fundering var: "Om jag som har läst fysik och matematik i fem år på högskolan blir frustrerad och har svårt att förstå poängen med texten är det förmodligen osannolikt att eleverna uppfattar denna text som lättillgänglig!". Vi märkte också när vi diskuterade ämnet vidare att det verkade som om lärobokstexterna i de tre ämnena matematik, fysik och kemi skiljde sig åt i hur främmande de var från det vanliga svenska språket.

De svårigenomtränliga texterna och de problem de förde med sig följde oss under VFU:n. Här väcktes idén att man kanske kan se på naturvetenskapligt språk som ett andraspråk. Andraspråksvinklingen kom genom att Elin också hade kontakt med Anette Walandt som under många år har arbetat som lärare i svenska som andraspråk på Angeredsgymnasiet. I de resonemang som fördes kring problematiken med att försöka tillägna sig kunskap på ett annat språk än sitt modersmål tyckte vi oss känna igen samma problem som vi upplevt dels själva på högskolan och dels hos eleverna under VFU:n när det gäller det naturvetenskapliga och matematiska språket. Vi hade idén att problematiken låg i att naturvetenskap och matematik för en nybörjare är lika främmande som ett andraspråk. Därför ville vi lära oss mer om undervisning på ett andraspråk och tog kontakt med Anette. Hon har under vårt arbete varit till ovärderlig hjälp med att hjälpa oss att reda ut de strikt språkliga begreppen. Språkliga strukturer och karakteriseringar var ett helt nytt område för oss. Anette har ställt upp med sin tid helt utan ersättning både i form av möten, läsning av våra texter, svar på alla möjliga språkfrågor och vidgat våra vyer vad gäller genreskrivning. Vi vill också passa på att rikta ett stort tack till Bengt Johansson som har hjälpt oss med utformningen av begreppsfrågorna och fysik- och kemitexterna.

Vår bakgrund är att vi är civilingenjörer med olika inriktningar; Katarina – väg och vatten, Elin - teknisk fysik och Anna-Maria - kemiteknik. Vi är tränade i naturvetenskapliga forskningsmetoder och är vana vid att använda ett naturvetenskapligt och matematiskt språk. Utmaningen för oss i detta arbete har legat i att tillägna oss det språkliga perspektivet på lärande, och att göra det med en samhällsvetenskaplig forskningsmetod. Det har varit mycket intressant att se hur strikta de olika text- och forskningsgenrerna är och att det finns en skillnad i formulering och underbyggnad av forskningsresultat. Det har breddat våra horisonter att tvingas skriva med ett språk som inte är vårt vetenskapliga hemspråk och det har gjort oss mer ödmjuka för elevernas situation som nybörjare i vårt språk och våra ämnen.

Katarina, Anna-Maria och Elin

Abstract

Examinationsnivå:	Examensarbete 10 p, lärarprogrammet
Titel:	Språkligt perspektiv på naturvetenskap och matematik En undersökning om hur texters uppbyggnad påverkar förståelsen av de begrepp som beskrivs.
Författare:	Elin Rönnow, Katarina Ekerfors, Anna-Maria Jakobsson
Termin och år:	Ht -06
Institution:	Institutionen för pedagogik och didaktik
Handledare:	Per-Olof Bentley
Rapportnummer:	HT06-2611-205
Nyckelord:	Begreppsförståelse – Språkförståelse – Naturvetenskapligt språk – Matematiskt språk – Berättande text

Den språkliga uppbyggnaden av en text påverkar förståelsen av de fenomen som texten beskriver. Det naturvetenskapliga och matematiska språket är abstrakt, objektivt, informationsorienterat, kortfattat och har syntaktisk vaghet. Genom att språket är så tätt kan det vara svårt att avgöra vad satsen säger och därmed går förståelsen förlorad. Språket kan jämföras med ett andraspråk. Eleven/läsaren behöver lära sig detta språk för att förstå innebörden i texten. Vår hypotes är att elevers förståelse inom matematik och naturvetenskapliga ämnen påverkas av språket och dess uppbyggnad.

Syftet med examensarbetet har varit att undersöka om hypotesen är sann.

Hypotesen testades genom en experimentell undersökning med enkäter där populationen utgjordes av gymnasieelever i årskurs 1. Vi har beskrivit tre olika fenomen med koppling till ämnena fysik, kemi och matematik: *elektrisk spänning*, *fotosyntes*- respektive *ekvationer*. För varje fenomen har vi två olika texter. En traditionell matematisk/naturvetenskaplig såsom den är i läroböckerna, och en berättande. Likvärdig och överensstämmande information förmedlas i de båda texterna. Den berättande texten kännetecknas av en närvaro där en berättarröst vänder sig till en läsare och ger beskrivningar på flera olika sätt. Språket i de matematiskt/naturvetenskapliga är passivt och kortfattat.

Ett antal frågor har inkluderats i enkäten för att i möjligaste mån täcka in övriga variabler som kan påverka begreppsförståelsen.

Resultaten av enkäterna har analyserats med statistisk variansanalys med hjälp av statistikprogrammet SPSS och Excel. För ett antal av våra olika svarsalternativ håller hypotesen med tillägget att det finns en interaktionseffekt med elevernas språkbakgrund.

Innehållsförteckning

1. INTRODUKTION/BAKGRUND	2
2. PROBLEM OCH SYFTE	3
3. TEORI	4
3.1 Begreppsförståelse	4
3.1.2 Vardagsförståelse av begrepp	4
3.2 Att överbrygga klyftan - Förankring är att känna igen och kunna relatera till	5
3.2.1 Texten och begreppet	6
3.3 Text och språk	8
3.3.1 Semantiska fält	10
3.4 Specifik karakteristik på Matematiskt och Naturvetenskapligt språk	11
3.4.1 Komprimerat, koncist och kortfattat	12
3.4.2 Ordningen, kausalitet och abstrakt passivitet	12
3.4.3 Behov av eftertanke vid användning av naturvetenskapligt språk i skolan	13
3.5 Varför en berättande text?	14
4. METOD	15
4.1. Övergripande	15
4.1.1 Etiska aspekter	15
4.2 Praktiskt utförande	16
4.3 Utformning av texter och frågor	16
4.3.1 Fysik	16
4.2.1.1 Det valda begreppet	16
4.2.1.2 Frågor om begreppet	18
4.2.2 Kemi	21
4.2.2.1. Det valda begreppet	21
4.2.2.2 Frågor om begreppet	22
4.2.3 Matematik	24
4.2.3.1 Det valda begreppet	24
4.2.3.2 Frågor om begreppet	26
4.2.4. Frågor om texterna och bakgrunden	28
5. RESULTAT	30
5.1. Kontroll av randomiseringen	30
5.2 Analys av svaren	30
5.3 Analys av begreppsfrågorna	31
5.3.1 Fysik	32
5.3.2 Kemi	33
5.3.3 Matematik	35
5.4 Analys av uppfattningen om texterna	36
5.5. Elevernas självskattning av texternas bidrag till begreppsförståelsen	36
6. DISKUSSION	37
7. SLUTSATSER	39
8. REFERENSER	41

BILAGOR

Bilaga 1	Originaltext för den akademiska texten för elektrisk spänning från <i>Quanta A</i> . s.191	
Bilaga 2	Originaltext för den akademiska texten för fotosyntes från <i>Gymnasiekemi A</i> , s.192	
Bilaga 3	Originaltext för den akademiska texten för ekvationer från <i>Matematik 3000, Kurs A</i> . s.164	
Bilaga 4	Facit till fysikfrågorna	
Bilaga 5	Facit till kemifrågorna	
Bilaga 6	Facit till matematikfrågorna	
Bilaga 7	Sammanställning av svarsfördelningen (totalt och för respektive enkät (A /B) och signifikanta påverkans variabler	
Bilaga 8	Kommentarer på enkäterna	

FIGURFÖRTECKNING

Figur1: Modell av olika typer av språkförståelse (kausal, strukturell och olika typer av ord) som påverkar begreppsförståelse	3
Figur2: Modell av relationen mellan en texts uppbyggnad och förståelsen för det begrepp texten beskriver	3
Figur 3: Olika perspektiv på inläring som vi ser det. Vår studie berör interaktionen mellan elev och text.	8
Figur 4: Cummins modell för andraspråkselevernars språk och kunskapsutveckling (Holmegaard & Wikström 2004: s. 545)	9

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1. Skillnader i hur lärare och elever förstå begreppet spänning enligt Andersson	17
Tabell 2. Sammanställning av fördelningen av tre kontrollvariabler i de olika grupperna	30
Tabell 3: Redovisning av vilka faktorer som påverkar begreppsförståelsen för de olika ämnena	31
Tabell 4: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för fysikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan.	32
Tabell 5: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativ för fysikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan.	33
Tabell 6: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för kemifrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan	33
Tabell 7: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativen för kemifrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan	34
Tabell 8: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för matematikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan.	35
Tabell 9: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativen för matematikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan	35
Tabell 10. Självskattning av hur man skulle ha svarat om man inte hade läst texten	36

1. Introduktion/Bakgrund

I skolan använder vi oss av flera olika metoder för att förmedla kunskap varav läroböcker och skrivet material är en stor del. Vi har intresserat oss för hur själva texterna i naturvetenskapliga och matematiska läromedel påverkar förståelsen av de begrepp som de förmedlar.

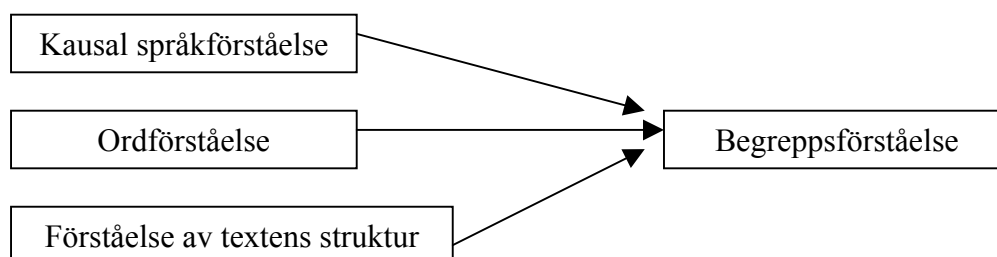
Förförståelsen och elevens vardagsförståelse i kombination med intresse beskriver i någon mening de förutsättningar som en elev har att ta till sig ett nytt begrepp. Hur eleven uppfattar begreppet beror inte bara på den språkliga förmedlingen av det. Elevens förförståelse spelar också en stor roll. Detta kan ses ur ett holistiskt helhetsperspektiv eller som en hermeneutisk utvecklingsprocess där varje ny kunskapscirkel man erövrar bygger på den förra och lägger grunden för en ny (Gilje & Grimen, 2004). Eleven kan även ses i sin helhet utifrån delar av det som Jan Bengtsson skulle kalla elevens livsvärld (Bengtsson, 2005).

Utifrån detta resonemang kanske det kan vara svårt att se språket och dess kunskapsförmedling som en isolerad företeelse. Man kan dock argumentera för att det är relevant att isolera den språkliga förståelsen som en ensam oberoende variabel. Sett utifrån ett variabeltänkande finns det enligt vår vetenskap ingen forskning som tyder på något annat än att språket är oberoende av de två variablerna vardagsförståelse och förförståelse. Beträktat utifrån livsvärldsansatsen, att en individs språk speglas och utvecklas som en del i individens livsvärld, är det bra om livsvärlden också innehåller naturvetenskaplig begreppsforståelse av den typen man försöker lära ut i skolan.

2. Problem och syfte

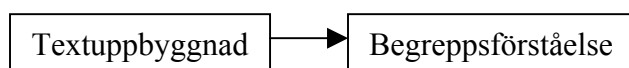
Vårt empiriska problem handlar om hur elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse utvecklas. Det är ett känt problem att naturvetenskapliga uttryck och texter kan vara svåra att ta till sig (Vygotskji, 1934), (Marton & Booth, 2000). Vår frågeställning är om det är så att det språk man använder när man pratar om och beskriver ett begrepp också påverkar förståelsen av det. Det naturvetenskapliga språket kännetecknas bland annat av en kompakt och korthuggen struktur, speciella ämnesord som är viktiga samt kausala bindeord som förmedlar logiken i texten¹. Detta sammantaget kan skapa problem för en ej insatt läsare att koda av och förstå texten. Om man missförstår ett av de kausala bindeorden kan meningen i texten gå förlorad. Ett naturvetenskapligt ämnesord kan vara en ny glosa som man inte vet översättningen till, eller ännu värre ha en annorlunda vardaglig betydelse vilket leder till missförstånd. Den korthuggna och kompakta formen kan dessutom vara svår genomtränglig om man inte är van vid att varje ord och mening bär på information.

Vi vill mera specifikt testa hur språkförståelse påverkar den begreppsmässiga förståelsen. För att förstå ett begrepp måste man förstå alla dessa aspekter i språket som beskriver begreppet. Vi har satt upp följande modell:



Figur1: Modell av olika typer av språkförståelse (kausal, strukturell och olika typer av ord) som påverkar begreppsförståelse

I detta arbete har vi valt att koncentrera oss på hur dessa aspekter i texter påverkar begreppsförståelsen. Hypotesen som ligger till grund för vår undersökning är alltså att begreppsförståelsen påverkas av hur texten är uppbyggd:



Figur2: Modell av relationen mellan en texts uppbyggnad och förståelsen för det begrepp texten beskriver

Syftet med undersökningen är att testa om hypotesen som beskrivs i figur 2 håller. Eftersom en korrekt vetenskaplig hypotes enligt Popper (Gilje och Grimen, 2004) inte kan verifieras utan endast falsifieras börjar vi därför undersökningen med den motsatta hypotesen.

H₀: Textens uppbyggnad påverkar inte begreppsförståelsen.

Om vi genom undersökningen kan falsifiera denna hypotes kan vi istället anta mothypotesen.

H₁: Textens uppbyggnad påverkar begreppsförståelsen.

Om H₁ gäller har vi lyckats visa på att vår modell är gångbar.

¹ Samtal med universitetsadjunkt Anette Walandt, Svenskinstitutionen

3. Teori

3.1 Begreppsförståelse

När begrepp och begreppsförståelse diskuteras är det viktigt att skilja på hur vetenskapen definierar och förklarar ett begrepp och hur begreppet förstås i vardagen av människor som inte är insatta i bakomliggande teorier. Detta gäller i synnerhet naturvetenskapliga begrepp och härnäst kommer vi endast att referera till dem med ordet begrepp.

3.1.1 Naturvetenskapliga begrepp

Ett naturvetenskapligt begrepp **utgår från en definition**. Vad och hur man kan använda begreppet till beskrivs av en **lag**. Begrepp och lagar ordnas tillsammans i en **teori** om hur något fungerar. Många teorier tillsammans bygger upp en **modell** (Sjøberg, 2004, kap 2). Som ett exempel kan tas begreppet kraft. En kraft är ett begrepp som vi alla har erfarenhet av. Den mest grundläggande definitionen av en kraft är att den är en av fyra grundkrafter (elektronmagnetisk, svag, stark och gravitation) som styr hur universum hänger ihop (Frauenfelder & Henley, 1991). Newtons tre lagar, se nedan, beskriver hur krafter fungerar, hur man kan använda kraftbegreppet för att förstå sin omvärld..

- För ett föremål som rör sig likformig är summan av de på föremålet verkande krafterna noll.
- $F=ma$
- Till varje kraft finns en motsvarande kraft som är lika stor och motriktad.
(Kleppner & Kolenkow, 1978)

Tillsammans bildar dessa lagar en teori om hur krafter beter sig när de verkar på föremål och med hjälp av denna teori kan vi bygga en modell av hur stela kroppar rör sig här på jorden. Naturvetenskapliga begrepp blir lätt på detta sätt mycket abstrakta och svåra att ta till sig om man varken är van vid att tänka på det sättet eller att läsa och använda den typen av språk. För en elev som är ovan vid denna typ av språkbruk är det inte konstigt att det kan ställa till problem. Ofta försöker läraren i den situationen med en liknelse för att göra det abstrakta mer förståeligt. Löwing, som är matematisk ämnesdidaktiker, tar dock upp problemet att även de liknelser och metaforer vi använder för att förklara något abstrakt är beroende av ett sammanhang för att fungera för eleven.

Observera att valet av kontext kan vara avgörande för möjligheten att finna de goda metaforer som leder elevers tänkande i avsedd riktning och därmed möjliggör en förståelse.
(Löwing, 2002, s 45)

3.1.2 Vardagsförståelse av begrepp

För att smidigt hjälpa en elev att ta in ett nytt naturvetenskapligt begrepp är vardagen den kontext som är bäst att koppla till. Hur begreppet förstås i elevens vardag brukar kallas för *vardagsförståelse*. Det refererar till den förståelse som vi alla har utifrån våra egna erfarenheter och som bildar grund för orsakssamband om hur världen omkring oss fungerar. Andersson (Andersson, 2001) har undersökt hur elevers vardagsförståelse för olika fenomen (inte) hänger ihop med respektive vetenskapliga förklaring av fenomenet. Ett exempel som illustrerar hur vardagsförståelse för vardagsbetraktaren är fullkomligt logisk, trots att den för vetenskapen är ologisk, är tron att jorden var platt. Utifrån vad man kan observera och erfara som levande på jorden, innan man kunde flyga, är jorden som vi ser (mer eller mindre) platt. Någonstans tar den slut eftersom solen går upp över och försvinner ned bakom någon slags

kant. Alla kan se detta. Utifrån dessa erfarenheter är det rimligt att dra slutsatsen att jorden är en platt skiva som tar slut i en kant och att solen cirklar upp på himlen på dagen och ned under jorden på natten. Detta är en lysande illustration av hur man utifrån observationer av hur självklart tingen beter sig i vardagen kan dra slutsatser som utifrån vetenskaplig synvinkel är fullkomligt felaktiga. I exemplet i (3.1.1) med kraftbegreppet och Newtons lagar är det en vanlig vardagsförståelse att kraften på ett föremål som rör sig är proportionell mot ett föremåls hastighet och inte mot accelerationen som Newtons andra lag säger (Andersson, 2001). Marton och Booth (Marton & Booth, 2000) har gått vidare med Anderssons undersökningar och man kan utifrån detta konstatera att "vardagsmissuppfattningen" kanske inte är så konstig. I princip alla i västvärlden har åkt bil och dagligen sett att hastigheten ökar på hastighetsmätaren när man trycker på gasen och samtidigt känt kraften som trycker en bakåt i sätet (Marton & Booth, 2000, kap 4). I de begrepp vi valt att undersöka, elektrisk spänning, kemiska reaktioner och ekvationer beskriver Andersson de vanligaste missuppfattningarna hos de två första begreppen (Andersson, 2001).

Elektrisk spänning ses av eleverna ofta som något helt frikopplat från ström som i deras uppfattning är primärt en krets. Vidare så "förbrukas" strömmen när vi använder elektricitet. I verkligheten är det en potentialskillnad över ett visst avstånd som skapar en spänningsskillnad. Strömmen uppstår för att naturen stävar efter att utjämna olikheter och minimera energin i ett system. Detta synsätt är dynamiskt och ingenting "förbrukas" utan systemet drivs istället av energiprincipen (Andersson 2001, kap 20).

Med **kemiska reaktioner** finns en mängd olika missuppfattningar, bland annat att nya ämnen "skapas" snarare än att atomer kombineras om till nya föreningar. Även i detta fall styrs reaktionerna, inte av "det bara blir så" vilket många elever tror, utan av tendensen att minimera energi och öka entropin i reaktionssystemet (Andersson, 2001, kap 18).

Hur elever förstår **ekvationer** är beskrivet i "Algebra för alla" (Bergsten, Häggström & Lindberg, 1997). Det vanligaste problemet verkar vara att eleven ser likamed-tecknet som något som indikerar "blir" snarare än en likhet. För att uppnå full förståelse för vad en ekvation innebär och hur man skall hantera den för att lösa den måste det finnas en förståelse för att "=" innebär en balans mellan ekvationens två sidor och för att lösa ekvationen måste man behandla problemet som en balansvåg. Läger man tre på ena sidan måste man göra det på andra sidan också, annars slutar ekvationen att "väga jämt" (Bergsten, Häggström & Lindberg, 1997).

3.2 Att överbrygga klyftan - Förankring är att känna igen och kunna relatera till

Andersson har, som nämnts tidigare, gjort undersökningar på hur man kan hitta kopplingen mellan en elevs vardagsförståelse och en naturvetenskaplig förståelse. (Andersson, 2001) Ett av centralområdena i hans texter är relationen mellan elevers begreppsforståelse och hur vetenskapen förstår ett begrepp samt hur detta blir tydligt i elevens användning av vardagsspråk och vetenskapligt språk. Han lägger alltså stor vikt vid att kunskaper medieras via språket, men också att individens egen förståelse för ett begrepp är viktig och ser dessa två processer som komplementära. Man bör se eleven som tvåspråkig, och bejaka både vardagsspråket och det naturvetenskapliga, men se till att koppla dem till varandra och integrera dem vilket leder till en större bredd i förståelsen (Andersson, 2001, s 9-12). Andersson poängterar vidare att eftersom det finns skillnader i vetenskapligt och vardagligt språk är det mycket viktigt att ta reda på och använda som utgångspunkt vilken uppfattning eleven har om ett visst begrepp. Eleven har ett eget ansvar som en aktiv medspelare i

inlärningsprocessen och därför är det också viktigt med reflektioner med sitt eget språk kring det egna tänkandet. På så vis fås kopplingen mellan vardag och naturvetenskap (Andersson, 2001, s 14). Naturvetenskapens definitionsmässiga natur rör ytterligare till situationen, vilket tas upp av Löwing. Hon beskriver hur de strikta matematiska definitionerna i olika grupper och klasser kan röra till det om de inte byggs upp och förklaras på rätt sätt på rätt nivå. Till exempel så kan det vara förvirrande för ett barn att en kvadrat är en romb och en rektangel samtidigt men inte alls förvirrande att en flicka kan vara syster och släkting samtidigt. Därför menar Löwing att man bör dra nytta av liknande kopplingar när man definierar nya begrepp och aktivt använda detta som en del i ett genomtänkt didaktiskt språk från lärarens sida. (Löwing, 2002, s 54)

Denna koppling mellan språk och förståelse av begrepp speglas också i Gun Hägerfelth undersökning av elevers olika strategier för att förstå en text (Hägerfelth, 2005). Hon beskriver tre huvudstrategier som han kallar för vattenlöpare, vadare och vävare. Benämningarna är inspirerade av respektive djurs beteende eftersom eleverna använder en liknande strategi för att ta sig an texten. Vattenlöparna "springer på ytan" av texten, dvs. skummar igenom för att hitta enkla svar. Vadarna vadar runt i "den grunda delen" och gör stick här och var ned i den djupare delen. Vävarna slutligen, väver snabbt ett heltäckande nät över hela texten genom att foga bit för bit av nya kunskaper till gamla (Hägerfelth, 2005). Det intressanta är att Hägerfelth drar sina slutsatser utifrån språkliga analyser elevernas samtal kring begreppet energi. Dessa språkliga slutsatser är mycket lika de begreppsmässiga slutsatser Andersson drar kring hur elever förstår ett begrepp. Enligt Andersson (Andersson, 2001 s 128) finns det nämligen några olika huvudsakliga strategier för hur en elev tar sig an en vetenskaplig text. Han exemplifierar med fotosyntesen:

- Elevens vardagskunskaper dominerar läsningen.
- Eleven förlitar sig för mycket på ”viktiga ord”
- Eleven förlitar sig för mycket på fakta i läsandet. lärande är att samla fakta på hög
- Eleven använder sig inte av kunskaperna från texten utan svarar utifrån sitt tidigare vardagstänkande. Detta är ytterligare en anledning till att testa vardagsföreställningar till hur har läst texten, alltså om har tagit till sig innehållet eller inte.
- Vardagligt och vetenskapligt kunnande hålls åtskilda
- Eleven förlitar sig alltför mycket på gammalt kunnande då han försöker förstå textens vetenskapliga innehåll
- Textens vetenskapliga innehåll och tidigare kunnande växelverkar så att begreppslig förändring uppnås

(Andersson, 2001 s 128)

Vid en jämförelse med Hägerfelths språkliga analys (Hägerfelth, 2005) kan vi karakterisera grupp 1, och 2 som vattenlöpare, grupp 3, 4 och 5 som vadare och grupp 6 som vävare. Det finns också kopplingar till Cummins modell (Holmegaard & Wikström, 2004 s 545) som beskrivs i stycke 3.3 och figur 4. De tre första punkterna återfinns till vänster i Cummins modell och de tre senare till högre. Dessa olika strategier har varit vägledande när vi utformat frågor om begrepp utifrån undersöknings texter.

3.2.1 Texten och begreppet

Varför är det då relevant att titta på utformningen av texter för att förstå hur begreppsförståelse går till? Inom kvantmekaniken pratar man om att olika utbytespartiklar medierar (*eng. mediate*) tre av de fyra fundamentala krafterna. (För den fjärde, gravitationen,

vet man ännu inte om det finns någon sådan partikel men man söker efter den.) För att en kraft skall kunna medieras måste det vara rätt utbytespartikel och måste vara i rätt (kvantmekaniska) tillstånd för att någon mediering skall kunna ske (Sakurai, 1994). Man kan se relationen mellan en text och det begrepp som den beskriver på samma sätt. I någon mening skall texten mediera, förmedla, en förståelse för begreppet till läsaren av texten. För att den som läser texten skall kunna få något utbyte av texten måste det även här vara rätt "tillstånd". Personen som läser texten måste kunna förstå språket i texten och ha rätt förkunskaper. Den språkliga aspekten gäller både skillnaden i vardagsspråk och naturvetenskapligt språk såväl som de problem som uppkommer om textens språk inte är läsarens modersmål. Löwing (2002, s 42) sammanfattar behovet av ett från lärarens sida genomtänkt språk:

Man tänker inte alltid på att den kommunikation som sker i skolan bygger på en speciell kultur och en speciell användning av språket. (Löwing 2002, s 42)

Hon poängterar vidare vikten av att ämnesdidaktiken och därmed även läraren uppmärksammar språkets och kulturens roll.

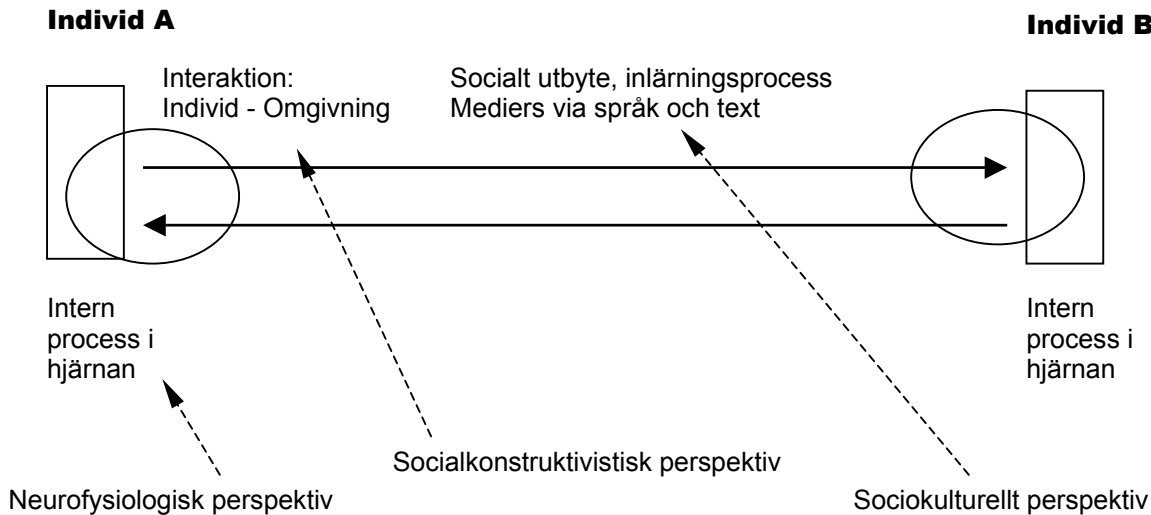
Detta gäller inte minst det språk och det material man använder för att konkretisera undervisningen. Språket i vid mening är också ett viktigt instrument när det gäller att individualisera undervisningen. (Löwing 2002, s 42)

Vad gäller förkunskaper så speglar dessa tillsammans med språkkunskaperna läsarens världsbild. Ur ett holistiskt perspektiv (Gilje & Grimen, 2004) blir det då enkelt att förstå att läsaren får svårt att ta till sig texten och förstå begreppet om det är för stor skillnaden mellan den värld som läsaren har erfarenhet av och förstår och den (naturvetenskapliga) värld som förmedlas i texten. För att komma runt detta måste varje nytt begrepp förklaras utifrån så vardagliga grunder som möjligt.

Man kan argumentera för många olika sätt som kunskap förmedlas eller tas upp på. Ett sätt är socialkonstruktivistiskt, som Björn Andersson utgår ifrån i sina undersökningar, där han specifikt tittar på hur språket medierar en text och som vi grundat våra begreppsförståelsefrågor på. Ett annat är Säljö's mer sociokulturella approach, som också Hägerfelth bekänner sig till. Där ses kunskap som bärare av kulturen i en grupp och medieras endast via språk och tal (Säljö i Forsell 2005, kap 4). Säljö diskuterar även sådant som att **inlärning** och **kunskapsöverföring** inte finns. Han menar att kunskap kan medieras via artefakter, i form av böcker, datorer eller siffersystem, men artefakterna kan inte bidra till att individen tillägnar sig någon ny abstrakt kunskap eftersom sammanhången medieras socialt (Säljö, 2003). Man kan vidare se kunskapsförmedling utifrån en fenomenografisk synvinkel så som Marton vidareutvecklar Anderssons undersökningar (Marton & Booth, 2000). Man kan också betrakta de processer som ske inne i hjärnan när den stimuleras vid inlärning av någon typ av ovanstående. Som vi ser det är dessa olika förhållningssätt bara en fråga om vilken del av inlärningsprocessen man studerar. Löwing och hennes medarbetares diskussion kring vikten av ett medvetet didaktiskt språk där man tänker igenom begreppsmässiga, språkliga och didaktiska effekter av kombinationen av förklaringsmodell och språkbruk är mer fokuserad på det som sker i klassrummet (Löwing, 2002).

Vi begränsar vår undersökning till att gälla endast interaktionen mellan en elev och en text om ett begrepp. Vi har därför intagit en än mera praktiskt approach. Oavsett vilket perspektiv man har så kvarstår det att eleverna i den svenska skolan förväntas läsa läroböcker och läxor och

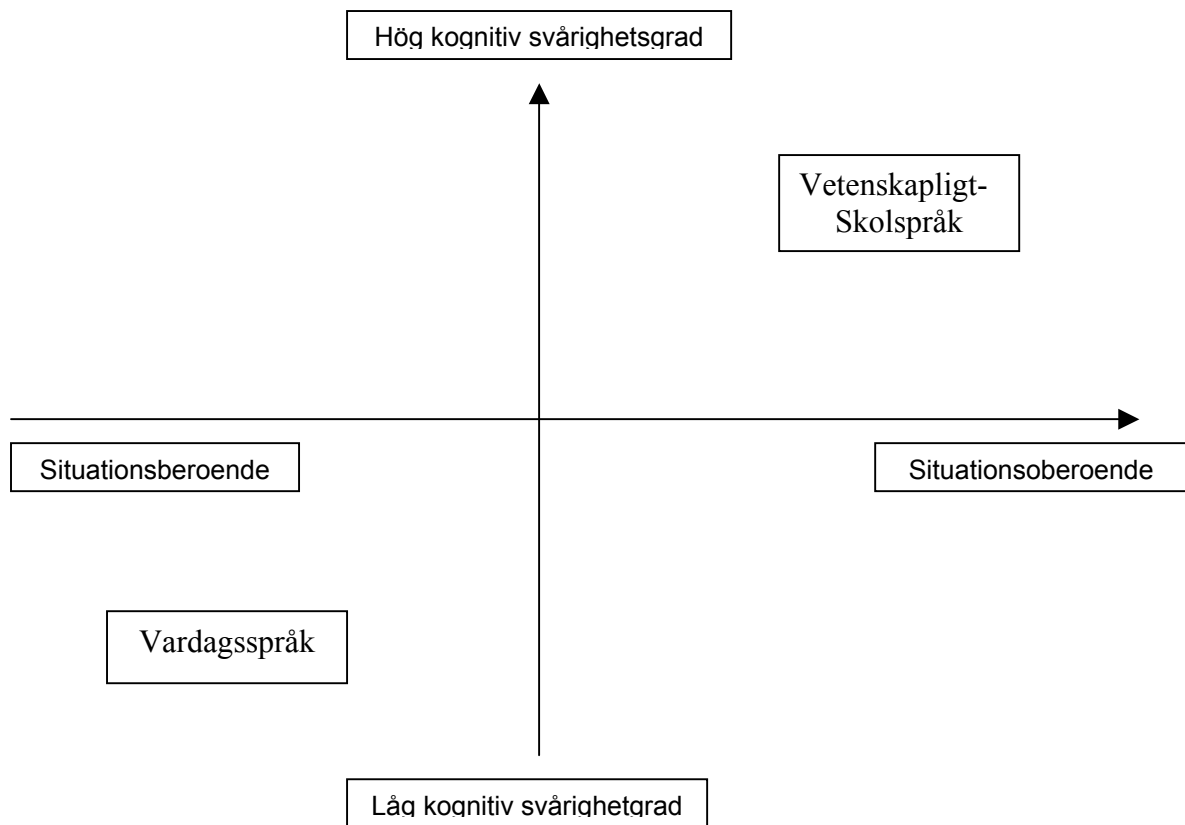
utifrån texter förstå och lära sig om nya begrepp. Därför är det intressant att undersöka hur dessa texters utformning påverkar elevens möjligheter att förstå vad texten beskriver. Vi har baserat textens utformning på Anderssons (Andersson, 2001) och Martons (Marton & Booth, 2004) undersökningar av vanliga missförstånd bland elever.



Figur 3: Olika perspektiv på inlärnin som vi ser det. Vår studie berör interaktionen mellan elev och text.

3.3 Text och språk

Språk och dess användning kan karakteriseras enligt många olika modeller. En modell som vi funnit användbar i vårt arbete är Cummins modell över andraspråkselevs språk och kunskapsutveckling (se figur 4 nedan) (Holmegaard & Wikström, 2004, s 545). Cummins använder två förkortningar för de vi kallar ”vardagsspråk” och ”vetenskapligt” språk. BICS = *Basic Interpersonal Communicative skills* och CALP = *Cognitiv Academic Language Proficiency* (Holmegaard & Wikström 2004, s 545). Denna karakterisering av språket stämmer mycket väl överens med hur Anderssons (Andersson, 2001) karakteriserar vardagsförståelse respektive vetenskaplig förståelse.



Figur 4: Cummins modell för andraspråkselevernas språk och kunskapsutveckling (Holmegaard & Wikström 2004: s. 545)

Enligt Cummins (Holmegaard & Wikström, 2004) så skall elever som befinner sig på avancerade nivåer arbeta i det översta högra fältet, alltså med en hög kognitiv svårighetsgrad och situationsoberoende. De skall enligt Cummins kunna:

argumentera för sin sak, identifiera kriterier, utveckla och underbygga idéer, försvara åsikter och bedömningar, tolka belägg, värdera kritiskt, analysera, formulera hypoteser och tillämpa regler och principer på nya situationer.
(Holmegaard & Wikström, 2004, s 545)

De som har svårt att förstå behöver ett mer välplanerat arbete i det nedre vänstra fältet – alltså med situationsberoende och låg kognitiv svårighetsgrad. Arbetsuppgifterna kan vara att:

identifiera, koppla ihop, namnge, återge, tillämpa kända rutiner, beskriva iakttagelser, ordna, sortera och berätta².
(Holmegaard & Wikström, 2004, s 545)

För att gå från en låg till en hög kognitiv svårighetsgrad kan man gå via de övre högra fältet, alltså genom att först behålla situationsberoendet och sedan gå över till oberoendet. Det är här, enligt Cummins, som man skall arbeta med andraspråkselever så att ”den kognitiva nivån successivt kan höjas samtidigt som förståelsen garanteras genom ett konkret och

² Tyvärr kan man väl konstatera att mycket undervisning fortfarande befinner sig i det nedre vänstra hörnet. Det är inte ovanligt med uppgifter av denna typ på prov enligt vår erfarenhet.

kontextualiserat innehåll och ett interaktivt arbetssätt.” (Holmegaard & Wikström, 2004, s 545). För att öva de kognitiva färdigheterna arbetar man med att generalisera, jämföra, konstatera, sammanfatta, planera, klassificera utifrån kända kriterier, söka lösningar på problem, omforma information och rekapitulera.

Löwing med flera (Löwing, 2002, s 77-78) har också studerat den problematik som uppstår i ett klassrum när det inte bara är svenska som skall samsas med det naturvetenskapliga språket och kulturen, utan flera andra (främmande) språk och kulturer. Löwing poängterar att de problem som uppstår har både att göra med uppfattningen av matematiskt begrepp och hur man beskriver dem språkligt. Ett exempel som tas upp är i vilken ordning man multiplicerar två tal med varandra, det vill säga vilket tal som är multiplikand och vilket som är multiplikator. Förståelsen försvåras ytterligare av att den svenska skolan inte skiljer på dessa utan använder samma ord, faktor, för dem båda. Detta exempel belyser vikten av att läraren är medveten om problematiken och medvetet använder språket ur en didaktisk synvinkel.

Detta kräver att läraren behärskar en teori för hur elever, utgående från olika förkunskaper, kan tillägna sig aktuella begrepp och strategier. Det kräver också att läraren, genom denna teori, har utvecklat ett språk som fungerar vid såväl formella som informella förklaringar. (Löwing, 2002, s 77-78)

Vi vill överföra Cummins modell på elever som skall lära sig naturvetenskapligt och matematiskt språk därför att det är i linje med Löwings argument att läraren måste använda språk och förklaringar tillsammans så att det hänger ihop, kort sagt använda ett didaktiskt språk. Om vi ser på naturvetenskapen och matematiken som ett delvis främmande språk så kan vi använda oss av samma undervisningsstrategi för Na/Ma elever som för Sv2-eleverna. Alltså använda oss av texter som är mer situationsberoende, konkreta och kontextualiserade.

3.3.1 Semantiska fält

Språket karaktäriseras inte bara utifrån hur det används som helhet utan enskilda ord karaktäriseras utifrån sitt sammanhang och får även utifrån detta olika betydelse, vilket kan ställa till det för en ovan läsare oavsett ämne. För att få tag på alla möjliga innebörder av ett ord kan man rita upp ett ordfält, eller semantiskt fält. Alla möjliga betydelser kartläggs helt enkelt av ordet genom att det ritas upp hur de är besläktade inbördes. Detta är ofta till stor hjälp på andraspråks elever då man inte intuitivt kan veta att till exempel ordet jordbruksmark innebär att marken kan användas både för odling och för djurhållning. Detta sätt att arbeta med ord knyter också direkt an till hur naturvetenskapliga begrepp är uppbyggda. Varje begrepp är invävt i en struktur av andra begrepp, definitioner och lagar. Ett begrepp, liksom ett ord, är aldrig ”stand alone” och om man inte får förklarat för sig hur dess relation är till omgivningen är det inte svårt att tänka sig att det kan bli missförstånd. Ytterligare en viktig karakterisering för att förstå ett ord och dess innebörd är om det är ett **ämnesspecifikt ord**, ett **ämnesrelaterat** ord eller ett **allmänt ord**. Löwing (Löwing, 2002) refererar till Pims forskning som menar att matematikspråket i skolan är en blandning av vardagsspråk och matematiskt språk (Löwing, 2002, s 89). Detsamma gäller naturligtvis även där typer av naturvetenskapligt språk. Ämnesspecifika ord är, i detta fall, de typiskt naturvetenskapliga orden som har en speciell naturvetenskaplig betydelse, till exempel fotosyntesen. Dessa ord kan läras in som regelrätta glosor, och som vanliga sådana kan de förorsaka ett visst besvär om man lär sig fel betydelse eller stavning, men är relativt lätta att åtgärda. Ämnesrelaterade ord är ord som både har en speciell (naturvetenskaplig) betydelse men som också har en vanlig betydelse. Ett exempel på ett sådant ord är axel: Axel i vår kropp, optisk axel, maskinaxel, cylinderaxel (Axelsson, Rosander, & Sellgren, 2005). Dessa dubbeltydigheter leder naturligtvis till

missförstånd och lägger krokben för begreppsförståelsen. De allmänna orden är de vanliga ord som bygger upp både vardagsspråk och vetenskapligt språk, men som man använder lite olika. Löwing (Löwing, 2002) konstaterar också att om man slarvar med hur man använder de olika typerna av ord leder det lätt till förvirring. Hon drar vidare slutsatsen att:

Eftersom språk och begrepp är intimt kopplade till varandra, så leder ett oklart språk inte bara till oklara begrepp utan eleverna får dessutom problem med att senare utveckla och fördjupa dessa begrepp. (Löwing 2002, s 83)

För andraspråkselever orsakar dessa olika typer av ord extra problem. Dels därför att andraspråkselever ofta helt enkelt inte har ett lika stort ordförråd som förstaspråkselever och därmed har mindre att arbeta med för att förstå en text. Dels därför att kvalitén på ordförrådet kan leda till problem. En lägre kvalitet ger färre associationer att arbeta med och sämre möjligheter att redovisa sina kunskaper. Bara för att man kan använda ett ord i ett sammanhang, innebär inte detta att man fullständig behärskar alla möjliga sammanhang och de olika betydelseerna ett ord kan ha. Detta blir naturligtvis extra problematiskt med de ämnesrelaterade orden som har både en ämnesbetydelse och en vanlig betydelse så som t.ex. axel eller matematiska begrepp som area, omkrets, tecken och tangent. I matematiken kan även det faktum att olika kulturer representerar tider, räkneord och talsystem på olika vis ställa till problem för en andraspråkselev (Holmegaard *et al*, 2005)

Ord och meningar bildar tillsammans någon slags mening/betydelse som texten vill förmedla. Det är lätt att tro att denna mening ligger i textens struktur och ordens betydelse. Språkforskning (Smith, 2000) visar dock att en texts inneboende mening varken ligger i dess *ytstruktur* (de fysiska egenskaperna, ord, pauser, visuell information) eller i dess *djupstruktur* (de aspekter av språk som inte har med den direkta visuella/fysiska överföringen att göra). Meningen finns i sammanhanget. Ord som *not* (musikaliskt ord eller fiskeredskap) och *ram* (björntass eller kant kring tavla) exemplifierar detta. Man kan inte ens säga att en mening får sin mening utifrån dess grammatik eftersom man måste veta ett ords betydelse innan man kan karakterisera det grammatiskt. Exempel på detta är *leda*, *skrapa*, och *skola* som alla är både verb och substantiv beroende på sammanhanget (Smith, 2000). De absolut svårast orden att översätta betydelsen av mellan språk är prepositioner som enligt Smith ”är praktiskt taget oöversättbara till ett annat språk om man inte förstår åtminstone den fras i vilken de ingår”(Smith, 2000, s 89). Löwing visar på hur förvirrande det kan bli när elever och lärare inte kan komma överens om vilka prepositioner som skall användas när man diskuterar division och orden *i*, *med* och *på* används i exemplet av olika personer för att säga samma sak. (Löwing, 2002, s 80). I den naturvetenskapliga texten förmedlas logiken och den kausala ordningen i texten av en annan typ av bindeord, konjunktioner. Exempel på konjunktioner som används i naturvetenskapliga texter är: *om*, *medför att*, *vilket*, *så att*, *för att*, *liksom*, *genom att*, *ty*. Detta är en av de mest utmärkande egenskaperna hos en naturvetenskaplig text. Om man inte kan förstå textens sammanhang kan det enligt resonemanget ovan bli svårt att förstå bindeordet. Det gör texten mer obegriplig, vilket i sin tur gör sammanhanget mer svårförståeligt och så vidare i en negativ spiral. Detta knyter an till varför kopplingen mellan vardagsförståelsen och den vetenskapliga förståelsen (som kommer att diskuteras mer senare) är så viktig.

3.4 Specifik karakteristik på Matematiskt och Naturvetenskapligt språk

Utifrån ovanstående karakterisering av språk kan det matematiska språket nästan ses som ett andra språk – ett som är skilt från alla andra språk – men samtidigt relativt internationellt.

Det matematiska språket är inte självklart ens för en elev som läser det på sitt modersmål. Holmegaard talar om att det har en egen karaktäristik med ett eget ordförråd och en bestämd struktur (Holmegaard *et al*, 2005). En matematisk text kan i viss mån förstås över de vanliga språkgränserna, men man måste först lära sig det. Troligen är det tydligt att det matematiska språket är sitt eget eftersom det har en egen uppsättning av symboler och uttryck men även det naturvetenskapliga språket kan man se som ett eget språk. Vi har utifrån litteraturen (främst (Axelsson, Rosander & Sellgren, 2005) och (Holmegaard *et al*, 2005)) gjort en uppställning av vad vi tycker kännetecknar både det naturvetenskapliga och det matematiska språket som vi diskuterar mer ingående nedan.

3.4.1 Komprimerat, koncist och kortfattat

För det första är matematiska och naturvetenskapliga texter ofta korta. Detta kan de vara dels för att det finns en mängd egna ord och symboler som uppbär en specifik mening som egentligen kan kräva en ganska lång förklaring. Men, förutom den egna vokabulären, så är dessutom själva stilen på språket väldigt kortfattat. Man använder sig generellt inte av fler ord än man behöver och strävar ofta efter att få en kort och koncis text som innehåller all information. Ofta förutsätts nog att man förstår varje mening och ord i texten och det ges inte förklaringar på olika sätt. Man kan säga att texterna är väldigt informationsorienterade. Det matematiska språket i synnerhet är mycket koncist med precisa uttryck. Det saknar redundans (återupprepning av information) och parafrasering (omskrivande förklaringar) vilket normalt underlättar förståelsen i andra språkliga sammanhang. Därför är det också svårt att utifrån texten få ledtrådar till ordens och meningarnas betydelse (Holmegaard *et al*, 2005). Detta relaterar också direkt till det i föregående stycke refererade resonemanget Smith för; att ordens och meningens betydelse ligger i sammanhanget (Smith, 2000). Det finns heller inga onödiga eller överflödiga ord i texterna som kan ge mer förklaringar. Strömdahl (2002) sammanfattar det hela med:

Det naturvetenskapliga språket har som vi sett [ovan] en specifik karaktär och ofta ett inslag av matematik. Att förstå och tillägna sig dessa berättelser kräver speciella tolkningsverktyg. Vad säger exempelvis texten om avgränsningar och giltighet? Vilka antaganden har gjorts för de fenomen som beskrivs? Att vara medveten om detta är avgörande för att texten skall kunna tolkas på ett framgångsrikt sätt. (Strömdahl, 2002, s 142)

Löwing beskriver mer specifikt problematiken med det kompakta och precisa matematiska språket.

Eftersom elever inte är vana vid texter av det här slaget får de problem med att koda av texten och översätta den till en matematisk operation.
(Löwing 2002, s 88)

3.4.2 Ordningen, kausalitet och abstrakt passivitet

Vidare är, som nämndes tidigare, den kausala ordningen och hur den förmedlas mycket viktig för textens betydelse i en matematisk text. Allt skall följa på vartannat i en logisk ordning. Varje bit som tillfogas bygger på de tidigare resonemangen. Om man då inte har förstått ett av de tidigare blir det svårt att förstå ett senare resonemang. Har man tappat bort sig i början blir det svårt att ta igen senare. Jämför med resonemanget ovan om att betydelsen av en text ligger

i sammanhanget som delvis ges av konjunktioner och logiska bindeord. Om man inte har den kunskapen som förutsätts när man börjar läsa texten blir det också svårt.

Utmärkande för naturvetenskapligt språk som helhet är att meningar företrädesvis skrivs i passiv form vilket innebär att man undviker pronomen i första person. (Axelsson, Rosander, & Sellgren, 2005). Det finns ingen närvaro av en berättare vilket gör språket mer abstrakt. Som ett exempel kan man jämföra meningarna: *Jag tog kontakten i handen, stoppade den i vägguttaget och då lyste lampan*, med *Lampan kopplades in vilket medförde att den lyste*, där den första meningen är skriven i första person och den andra är i passiv form.

3.4.3 Behov av eftertanke vid användning av naturvetenskapligt språk i skolan

För det tredje har det naturvetenskapliga och matematiska språket, förutom att man använder symboler mer för att illustrera än som språk, samma utmärkande drag vad gäller vokabulär och kausala syftning och sammanbindningar. I dessa texter finns det många både ämnesspecifika ord och symboler. Flera av dessa kan dessutom låta som vardagliga ord (Axelsson, Rosander, & Sellgren, 2005) och uppfattas som något vardagligt och enkelt som man känner igen vilket medför att läraren tror att eleverna vet ordens innebörd; även den naturvetenskapliga (Axelsson, Rosander, & Sellgren, 2005). Det är dessutom svårt att få ledtrådar till vad de olika orden betyder eftersom det är ett kortfattat och koncist språk, vilket naturligtvis ger samma problem som i de matematiska texterna. Vidare är ofta själva innebörden i orden väldigt viktig, så man måste förstå dem för att kunna förstå vad texten handlar om (orden är meningsbärande) och om man inte förstår dessa orden kan det således vara svårt att förstå resten.

Dessvärre kan det vara svårt att få ledtrådar om nyckelordens betydelse eftersom naturvetenskapliga texter ofta karaktäriseras av att de ord som används definierar varandra; Det blir som ett nät av sammankopplade definitioner (Axelsson, Rosander, & Sellgren, 2005). Detta gör att när man skall lära sig ett naturvetenskapligt ämne har det ämnet och inlärningsprocessen också en språklig dimension. Både Strömdahl och Löwing trycker på vikten av att se språket som en del av naturvetenskapen och av att använda det genomtänkt och didaktiskt från lärarens sida.

Den professionella läraren har genom sin utbildning skaffat sig den förmåga som krävs för en sådan tolkningsprocess. Eleven befinner sig i gränsområdet mellan sin egen vardagliga erfarenhetsgrundade förmåga att tolka texter i ett allmänskulturellt perspektiv (med allmänskulturella tolkningsverktyg) och det sätt att resonera som sker inom de naturvetenskapliga diskurserna. Det blir därför ett ansvar för läraren att explicit göra tolkningsverktygen och tolkningar för den studerande. (Strömdahl, 2002, s 142)

Att lära sig det naturvetenskapliga språket och språkstrukturen blir lite som när man lär sig ett andraspråk – för att kunna lära in och förstå begreppen måste man först förstå och lära sig orden som beskriver dessa. För att kunna läsa texten måste man först ha kommit över en tröskelnivå där man förstår de ord som ingår. Att läsa en naturvetenskaplig eller matematisk text utan att ha förståelse för ett antal av nyckelbegreppen i texten (de som texten inte avser att förklara) blir lite som att läsa en text på italienska eller kanske för matematikern på kinesiska som förklarar italienska/kinesiska.

3.5 Varför en berättande text?

Varför skulle då en berättande text göra jobbet bättre än en naturvetenskaplig text. Naturvetenskapen är ju till sin struktur logisk och kausal och man bygger upp texten på samma sätt borde detta leda till fullkomlig glasklarhet om än en något kompakt text. Strikt naturvetenskapliga texter är ju som vi har diskuterat och relaterat till Löwing (2002) och Strömdahl (2002) tidigare, dock ofta svärgenomträngliga och abstrakta. För att utöver de språkliga och didaktiska perspektiv som beskrevs i förra avsnittet reda ut varför vi har lättare för att ta till oss berättande texter än abstrakta - logiska texter, kan man titta på vilken roll man tror att språket har spelat under människans utveckling. Peter Gärdenfors beskriver i boken *Hur Homo blev Sapiens* (Gärdenfors, 2000) många olika aspekter av språkutveckling och visar att intentionalitet och förmågan att tala om abstrakta saker som inte finns här och nu är en väsentlig skillnad mellan människors språk och andra primaters språk, vilket även Vygotskji tar upp i *Thought and Language* (Vygotskji, 1934). Detta torde peka på att naturvetenskapliga texter är något vi har lätt för att ta till oss eftersom de ofta beskriver just de abstrakta saker vi inte kan se här och nu. En annan central aspekt av det mänskliga språket och dess koppling till vår evolution är att det är narrativt, dvs. *berättande* (Gärdenfors, 2000, s 147). Denna aspekt saknas fullständig i ett strikt naturvetenskapligt språk. Gärdenfors redovisar vidare de teorier som, ur ett evolutionsperspektiv, beskriver att språket främst har utvecklats som en funktion av social samvaro. När grupperna med människor blev större kunde man inte, så som andra primater kunde göra, uppehålla den sociala kontakten med alla i gruppen genom att putsa varandra. Man hinner helt enkelt inte med. Med ett utvecklat språk kan man hinna med att både socialt "putsas" många fler och samtidigt ha händerna fria för annat. Detta betyder alltså att ett berättande språk är något fundamentalt mänskligt och något som vi har lätt för att ta till oss därför att det är en del i det som vi gjort oss till.

Vår utveckling är alltså knuten till att berätta för varandra om andra människor, den typen av språk är en del av det som gjort oss till Homo Sapiens, den tänkande människan. Den berättande texten skapar en struktur för minnet, "förlänger det utanför våra hjärnor" och ökar vår förmåga att minnas och kombinera. är en del av det som gör mänskliga och möjligheten att hantera information är en förutsättning för att kunna reflektera och anpassa oss på det sätt vi är bäst i världen på. Det visar sig också att Schimpanser som man lärt att tala teckenspråk eller autistiska barn har problem med eller inte kan ta till sig ett berättande språk som inte handlar om här och nu. Gärdenfors (2000) sammanfattar de egenskaper en berättande text har med

- tidsuppfattning
- orsaksuppfattning - kausalitet
- ordnar element i ett historisk sammanhang

Om man jämför detta med vad som gäller för en naturvetenskaplig struktur, definitioner och lagar (orsaksuppfattning) ordnas i teorier efter hur de hänger samman (tids och orsaksuppfattning) och tillsammans beskriver de modeller och utvecklar tidigare modeller (ordning i ett sammanhang) så är det kanske inte så svårt att förstå att en berättande text lämpar sig mycket väl för att beskriva ett naturvetenskapligt begrepp (Gärdenfors, 2000).

4. Metod

4.1. Övergripande

Vi har valt att använda oss av en experimentell design med en enkätundersökning. Orsaken är att vi vill undersöka hur en skriftlig text förmedlar ett begrepp till eleven. För att inte interferera i överföringen mellan text och elev vill vi hålla själva undersökningen fullständigt textbaserad också. För att undersöka hur de olika aspekterna på naturvetenskapligt språk påverkar elevens begreppsförståelse har vi konstruerat en enkät. Vi har valt ut tre olika begrepp, **elektrisk spänning**, **kemiska reaktioner** och **ekvationer** från ämnena fysik, kemi respektive matematik. Varje begrepp beskrivs med två olika typer av texter. I enkät A (Akademisk) är texterna naturvetenskapligt akademiska och lätt fragmentariska till sin uppbyggnad. De saknar underlättande syftningar och bindeord. I enkät B (Berättande) beskriver texterna samma begrepp i en mer berättande form som har sin utgångspunkt i något vardagligt som (nästan) alla elever kan förväntas känna till. Språket i denna enkät är uppbyggt med korta meningar utan förvirrande inskjutna satser. De syftningar som finns håller samman texten och understryker sammanhanget. Passiva satser har över huvudtaget inte använts. Man skall få känslan av att det är en berättande röst i texten. En annan distinkt skillnad mellan de båda texterna är att den akademiska texten förutsätter att eleverna kan vissa begrepp redan innan, jfr teoriavsnittet om naturvetenskapliga begrepp med definition som bygger på definitioner. Den berättande texten förklarar varje nytt ord eller begrepp som måste användas. I vår analogi med naturvetenskapligt och matematiskt språk som ett andraspråk har vi alltså använt oss av Cummins modell där man arbetar med ett konkret och kontextualiserat innehåll. (Axelsson, Rosander & Sellgren, 2005), (se även figur 4 i teoriavsnittet).

Den oberoende variabeln som vi har undersökt är textens uppbyggnad, antingen Akademisk "A" eller Berättande "B". Den beroende variabeln, begreppsförståelsen, testar vi genom ett antal frågor. Frågorna testar till viss del det som förutsätts i den ena och förklaras i den andra texten, men som framförallt testar om eleverna utifrån texten har förstått det begrepp som texten beskriver. I vissa av frågorna har nyckelord förkommit i texten men inte i fråga och svarsalternativ. I andra frågor finns nyckelorden både i frågorna och bland svarsalternativen, dock inte alltid i rätt svar. Denna konstruktion går ut på att försäkra sig om att elevens svar beror på vad som lästs i texten och inte som ett resultat av fylleriövningar med frågor och svar. Eleverna har även svarat på frågor om hur de uppfattade texterna.

4.1.1 Etiska aspekter

För att säkerställa den etiska aspekten försäkrades varje elev om att enkäten är valfri och anonym samt att den inte kommer att användas för något annat syfte än vetenskapliga undersökningar. På följande sätt har vi strävat att efterfölja Vetenskapsrådets fyra etiska krav: (Vetenskapsrådet, s 7,9,10,14):

- Samtyckeskravet – genom att alla elever informerades om att enkäten var helt valfri
- Konfidentialitetskravet – genom att enkäterna är helt anonyma och det finns överhuvudtaget inga personuppgifter eller något som kan göra att man kan spåra en enkät till en viss elev
- Nyttjandekravet – genom att materialet endast används för forskningsändamål och eleverna informeras om detta.
- Informationskravet – Genom att eleverna fick information om att syftet med enkäterna var att undersöka texters betydelse för begreppsförståelsen

4.2 Praktiskt utförande

Idealt skulle vi vilja göra en enkätundersökning på ett randomiserat urval av 16-åringar, både de som har valt att gå vidare i gymnasiet och de som inte valt det. Av praktiska skäl har vi inte kunnat göra det utan har gjort en undersökning på tillgängliga gymnasieskolor i Göteborg. Vår population är alltså alla gymnasister i årskurs 1. Vi representerar detta med de tillgängliga gymnasterna i åk 1 i Göteborg. Detta torde vara en god representation eftersom gymnasister i Göteborg både kommer från stan men också består av eleverna från kranskommunerna där landsbygd finns representerad. Vidare finns det en god spridning på om man har svenska som sitt modersmål eller som sitt andraspråk vilket är en misstänkt samspelsvariabel. Dessutom vill vi komma bort från lärarens inverkan. Alltså vill vi att de inte skall ha haft en lärare för länge och årskurs 1 skall i någon mening ha en standardiserad kunskap från grundskolan men har ännu inte hunnit läsa särskilt mycket Naturvetenskap på gymnasiet.

Försökspersonerna delas, fullständigt randomiserat, in i två grupper där alla får läsa tre texter. För att åstadkomma randomisering har vi gjort slumptabeller för två betingelser innan utdelningen av enkäterna. I enkäterna ingår ett antal olika kontrollfrågor som används för att kontrollera att det verkligen är en slumpmässig fördelning. Enkäterna har delats ut till 380 elever på N, S och E programmet på Samskolan, Angeredsgymnasiet, Elof Lindälvs gymnasiet, Hvitfeldtska och NTI-gymnasiet.

4.3 Utformning av texter och frågor

4.3.1 Fysik

Fysiktextens utformning och frågorna och kring fysikalisk begreppsforståelse utgick från Anderssons studier av vanliga "missuppfattningar" av begrepp som elever har (Andersson, 2001). Marton och Booth hänvisar också och exemplifierar från dessa studier i sina resonemang kring hur elever lär sig begrepp utifrån en fenomenografisk ståndpunkt (Marton & Booth 2000, kap 4).

Utifrån två av de vanligaste fysikböckerna: *Quanta A* (Ekstig, et al, 2000) samt *Heureka A* (Bergström et al, 2004) gjordes en lista på de begrepp/områden som upplevs ha större problem med "missuppfattningar" och begreppsforståelse än andra:

- Newtonsk mekanik: alla tre lagarna.
- Förhållandet Tyngd - Massa - Kraft
- Spänning (och ström)
- Magnetism
- Induktion
- Kvantbegreppet

4.2.1.1 Det valda begreppet

Begreppet **spänning**, **U**, valdes av tre skäl. Dels är det ett ganska litet och väldefinierat begrepp. Dels är det ett begrepp som erfarenhetsmässigt vid kontakt med elever vållar stora svårigheter för att ta till sig. Slutligen är det, kanske för att det kan tyckas vara ett litet begrepp, ofta styvmoderlig behandlat i läroböckerna. Andersson beskriver hur det i många förklaringsmodeller inte ens finns med som en nödvändig komponent utan det istället blir strömmen, **I**, som får huvudrollen. Se tabell 1.

Tabell 1. Skillnader i hur lärare och elever förstå begreppet spänning enligt Andersson (Andersson 2001).

Begrepp:	Fysikalisk beskrivning av begreppet (Lärarens bild ?)	Elevers "förståelse" av begreppet.
Spänning	Systemtänkande	Sekvenstänkande
	Elektroner beter sig som en kvantmekanisk vätska, dvs. all information medieras med ljusets hastighet.	Förbrukning i sekvens. Komponenterna i en krets "gör åt" ström.
	Spänningen orsakas av en elektrostatisk potentialskillnad	Spänning orsakas av ström

I verkligheten beror spänning på en potentialskillnad och strömmen uppkommer som en konsekvens av detta då fria laddningar försöker utjämna potentialskillnad genom att förflytta sig i en ledare. Se ekvation 1 och 2.

$$U = V_2 - V_1 \quad (1)$$

$$I = f(U) \quad (2)$$

I *Quanta A* (Ekstig, et al, 2000) finns en text som introducerar begreppet spänning som är typisk för texter som i och för sig är fysikaliskt korrekta men som måste vara oerhört svårbegripliga för någon som för första gången kommer i kontakt med begreppet och detta naturvetenskapliga sätt att beskriva det.

I *Heureka A* (Bergström et al, 2004) finns en annan text som i och för sig är mycket lättare att följa med i men som introducerar spänning som något som finns i batterier och definieras utifrån SI enheterna och relationen mellan energi och laddningsmängd.

Texten från *Quanta A* (Ekstig, et al, 2000) (se bilaga 1 för originaltexten) men en lite modifiering, valdes att representera en naturvetenskaplig text skriven med ett strikt men fragmentariskt språk. Modifiering rör den första meningen. I originaltexten finns en bild på en bandgenerator. Denna bild har vi valt bort då vi velat hålla oss till inverkan på begreppsförståelsen av endast texten och dess utformning.

Akademisk text:

En bandgenerator används för att med hjälp av statisk elektricitet ladda upp två kulor som inte står i kontakt med varandra. I en bandgenerator flyttas laddningar mellan en större och en mindre kula vilket orsakar en laddning mellan kulorna. Med denna teknik kan man skapa mycket stora spänningar.

Det bildas ett elektriskt fält mellan de två laddade kropparna. Det finns ett samband mellan det elektriska fältet och spänningen. Vid tillräckligt höga spänningar kan man få en gnista, ett överslag, i form av en snabb elektrisk urladdning mellan kulorna. I luften finns det fria elektroner. I starka elektriska fält accelereras dessa och stöter ihop med luftmolekyler. Luften blir så varm att den lyser. Den plötsliga uppvärmningen gör att luften expanderar i en ljudvåg som vi uppfattar som knall.

En användbar spänningskälla måste kunna ge en kontrollerbar urladdning. Det var först år 1800 som man fick tillgång till en sådan spänningskälla då Alessandro Volta konstruerar ett batteri som kunde ge en varaktig *likspänning*. Voltas stapel består av ett antal celler sammankopplade från pluspol till minuspol, en *seriekoppling*. Den spänning som uppstår mellan batteriets poler är en följd av att kemiska energi omvandlas till elektrisk energi.

Spänning betecknas med U och enheten är 1 Volt (en volt).

Den elektriska spänningen mäts med en voltmeter. Spänning mäts alltid mellan två punkter i en elektrisk krets. Voltmetern ansluts till de två punkterna.

Quanta A (Ekstig et al 2000, s 191)

Berättande text:

Vad beror åska och blixtpå? Varför slår blixten ibland ned i marken och ibland uppe i molnen?

Blixt och åska uppkommer när det är mycket varmt ute. Då börjar luften att cirkulera väldigt snabbt mellan marken och himlen. I luft- och vattenmolekylerna uppe i molnen rivs då elektroner loss. Elektronerna har blivit fria att röra sig och kan förflytta sig från ett moln till ett annat. I ett moln kan det bli ett överskott på elektroner och jämfört med marken blir då molnet minusladdat. Ett annat moln som kan ha lämnat ifrån sig elektroner blir plusladdat. De två molnen får *olika laddning*, det vill säga att ett moln är plusladdat och det andra molnet är minusladdat. Man säger att det uppkommer en skillnad i *elektrisk potential mellan molnen*. Skillnaden i laddning skapar också ett elektriskt fält. Det elektriska fältet är helt enkelt hur starkt en elektron i luften mellan molnen dras till plusmolnet och stöts bort från minusmolnet. Om molnet med för många elektroner är starkt laddat och ganska nära marken "vill" elektronerna utjämna skillnaden genom att strömma ned till marken. Om molnen är på långt avstånd från marken är tendensen att utjämna laddningen mindre. Hur stark denna "önskan" är att utjämna ojämnheterna i laddning kallas för spänning. *Spänningen beror* både på *skillnaden i potential och på avståndet* mellan det laddade molnet och marken. Det kan också vara så att det är mycket långt till marken och det är lättare att utjämna de olika laddningar mellan två moln som är olika laddade. Då bildas spänningen mellan de två molnen.

Man låter ofta bokstaven *U* symbolisera *spänning*.

Spänningen är alltså hur stark tendensen att utjämna skillnaden i laddning är. Om spänningen är mycket stor rusar elektronerna från molnet där det är ett överskott på elektroner till marken eller ett annat moln där det saknas elektroner. Det ser vi som en blixtpå. Detta är förklaringen till varför blixten ibland slår i marken och ibland uppe i molnen.

Man använder ju spänning och elektriska strömmar varje dag. Varför får man inte en blixtpå i sig då? Varför lyser en lampa när man stoppar kontakten i väggen?

Vi sticker in lampsladden i de två hålen i en väggkontakten. Trots att det för det mesta inte syns så består lampsladden av två hopsatta tunnare sladdar. En sladd leder från de ena hålet i väggen till lampan. Den andra sladden leder tillbaka från lampan till det andra hålet i väggen. Det första hålet har en högre elektrisk potential (mera minus) och det andra hålet har en lägre elektrisk potential (mera plus). Precis som med molnen finns det en spänning mellan de två hålen i väggen. För att försöka jämna ut den elektriska potentialskillnaden blir det en *ström*. Det betyder att vi har en krets där laddningarna från det ena hålet strömmar genom sladden till lampan och tillbaka genom den andra delen av lampsladden till det andra hålet. Strömmen gör glödtråden i lampan varm och då lyser den. Om vi kopplar in lampan med hjälp av två sladdar till ett batteri händer samma sak. Batteriets två kontakter har olika potential. För att försöka jämna ut den potentialskillnaden blir det en ström genom en sladd till lampan och sedan från lampan genom den andra sladden tillbaka till lampan. Skillnaden mellan ett batteri och en väggkontakt är att i väggkontakten bestämmer Vattenfall vilket hål som har vilken potential. I ett batteri skapas potentialskillnaden genom en kemisk reaktion. Man låter ofta bokstaven *I* symbolisera *ström*.

Blixten är en mycket kortvarig ström och nu vet vi både hur den uppkommer och hur man kan använda spänning och ström på ett kontrollerat sätt hemma.

4.2.1.2 Frågor om begreppet

Frågorna om begreppet spänning utgick från Anderssons studier (Andersson 2001) av vanliga "missuppfattningar" av begrepp och frågorna ställdes utifrån texten och dessa missuppfattningar. Ytterligare en aspekt av texten är om den förklarar eller förutsätter kunskap om nya begrepp. Här är det en stor skillnad. Lärobokstexten förutsätter nästan alla begrepp utom spänning som den försöker förklara, medan vår text förklarar varje begrepp som introduceras som kan tänkas vara nytt både ur språkligt som begreppsmässigt perspektiv. Lärobokstexten förutsätter att eleverna känner till och förstår vad en bandgenerator är och vad den gör, vad laddning innebär och vad en elektron är, att ström orsakas av en tendens att vilja

utjämna laddningsskillnader samt vad en elektrisk krets är. Huruvida sambandet mellan elektriskt fält och spänning eller vad en spänningskälla är förklarad är oklart. Det enda som förutsätts i den berättande texten är att man känner till vad en elektron är och att den är negativt laddad. Frågorna 1 testar just förkunskaper. Det är inte orimligt att förutsätta att alla elever i årskurs 1 på gymnasiet skall känna till att en elektron är minusladdad.

De huvudsakliga begreppsförståelsefrågorna i detta avsnitt är fråga 3 och 4. Fråga 3 testar om läsaren utifrån texten kunnat förstå hur elektrisk spänning uppstår och hur stor den blir. Fråga 4 testar om det framgått i texten att ström är en funktion av spänningen. Det är enligt Andersson (2001) en vanlig missuppfattning att det förhåller sig tvärt om. Fråga 5 testar om läsaren klarar av att överföra det teoretiska förhållandet mellan spänning och ström till ett verklighetsbaserat exempel, en lampa i en krets, och dra slutsatser om vad som händer så man ändrar på spänningen. Den sista fråga tar upp elektrisk urladdning och blix, framförallt för att medan den berättande texten använder det som utgångspunkt för beskrivningen av begreppet spänning så har den akademiska texten det som enda referens till någon slags ström.

Vid tillräckligt höga spänningar kan man få en gnista, ett överslag, i form av en snabb elektrisk urladdning mellan kulorna. I luften finns det fria elektroner. I starka elektriska fält accelereras dessa och stöter ihop med luftmolekyler. Luften blir så varm att den lyser. Den plötsliga uppvärmningen gör att luften expanderar i en ljudvåg som vi uppfattar som knall.

Quanta A (Ekstig *et al* 2000, s 191)

Vi ville helt enkelt testa om denna formulering gjorde onödigt många läsare förvirrade när det gäller att reda ut dels hur uppladdning och spänning och dels ström och spänning hänger ihop.

Frågorna på enkäten om elektrisk spänning:

1) En elektron är

- plusladdad
- minusladdad
- neutral
- oladdad
- Vet ej.

2) En spänningskälla

- består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en spänning
- består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en ström
- består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en spänning
- består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en ström
- består av en kemisk reaktion
- Vet ej.

3) Storleken på en elektrisk spänning beror på

- hur stor laddningsskillnaden är mellan två laddade områden oberoende av avståndet mellan områdena
- hur stor laddning elektronerna har
- hur stor laddningsskillnaden och avståndet är mellan två laddade områden
- hur stor strömmen är mellan två laddade områden
- hur stor avståndet är mellan två laddade områden oberoende av deras laddning
- Vet ej.

4) Elektrisk ström beror på en drivkraft att

- utjämna olikheter i spänning
- utjämna olikheter i rörelse
- utjämna olikheter i elektrisk energi
- öka den kemisk energi i ett batteri
- bevara elektrisk energi i ett batteri
- Vet ej.

5) I en elektrisk krets är en lampa inkopplad. Om man ökar spänningen tror du då att strömmen

- minskar?
- är oförändrad?
- ökar?
- försvinner?
- är oberoende av spänningen?
- Vet ej

6) Vad sker vid en elektrisk urladdning?

- elektronerna rör på sig för att utjämna potentialskillnaden
- elektronerna rör på sig så att det uppstår en potentialskillnad
- elektronerna blir laddade
- det blir en laddning mellan olika elektroner
- man laddar ett batteri
- Vet ej

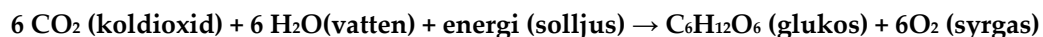
4.2.2 Kemi

4.2.2.1. Det valda begreppet

Andersson skriver att det ”framstår som nödvändigt att ha ett elementärt vetenskapligt tankesystem då man försöker förstå fotosyntesen” (Andersson 2001:s.94). Man kan vända på det så att om man förstår fotosyntesen, så har man erövrat ett vetenskapligt tankesystem. Fotosyntesen är vidare ett utmärkt exempel på en kemisk reaktion. En vanlig missuppfattning om kemiska reaktioner är enligt Andersson att reaktanterna blandas med varandra och blandningen är den nya ”ämnet”. Fotosyntesen är ett exempel på en kemisk reaktion där det finns många olika vardagsförklaringar till hur den fungerar som inte nödvändigtvis stämmer överens med den vetenskapliga beskrivningen (Andersson 2001). Tre olika böckers texter om fotosyntesen granskades för att hitta en lämplig akademisk text: *Kemi för gymnasieskolan* (Lindberg, Pilström & Wahlström, 1996, s 280), *Medan jorden snurrar* (Svanfeldt & Svensson, 2000, s 35) och *Gymnasiekemi A* (Andersson et al 2000, s 192). Alla texterna skiljde sig lite åt i grad av det vi kallat för akademiskt språkbruk men var ganska likvärdiga. Slutligen blev det en text som utgår till större delen från *Gymnasiekemi A* (Andersson et al, 2000, s 192) med vissa modifieringar³ (Se bilaga 2 för originaltexten).

Akademisk text:

En del av solljusets energi utnyttjas av växter när de bygger upp energirika föreningar i en process kallad *fotosyntes*. I denna process bildas kolhydrat (glukos) och syrgas ur koldioxid (från luften) och vatten. Fotosyntesen är en endoterm (energiupptagande) kemisk reaktion som kan ske genom att växten med hjälp av klorofyll absorberar energin i solljus enligt följande formel:



Det kolhydrat som bildas, här exemplifierat som glukos, kan växten utnyttja för att bygga mer komplicerade kolhydrater, som cellulosa och stärkelse. Dessa föreningar utgör viktiga beståndsdelar i växter. Energin som tas upp genom fotosyntesen används också när växterna bildar fetter och proteiner.

När däggdjur, t.ex. människor, äter föda som innehåller stärkelse eller socker återbildas glukos. Glukosen förbränns i kroppen genom den omvända reaktionen, och människor kan tillgodogöra sig samma energimängd som togs upp vid fotosyntesen.

Som vi ser av formeln ger fotosyntesen också syre. Luftens syre ingår i ett kretslopp i naturen. Syre förbrukas vid olika processer men återbildas ständigt genom fotosyntesen.

Växterna utnyttjas – direkt eller indirekt – som energikälla av andra levande organismer. Livet på jorden är alltså helt beroende av solenergin som tas upp genom fotosyntesen.

³ modifieringarna var främst för att det skulle var likvärdig information i både den berättande och akademiska texten, t.ex. kompletterades reaktionen med namnen på de ingående föreningarna (och vilken fas de är i togs bort).

Berättande text:

Har du tänkt på att det i många offentliga miljöer (köpcentrum, hos tandläkaren, sjukhus, banken, din skola etcetera) finns en del konstgjorda växter? "Varför är det så?" kan man undra. Ibland vill man en växt där det är mörkt. Ett sånt ställe kan till exempel vara ett mörkt hörn eller ett rum utan fönster. Med andra ord är det ett ställe dit inte solljuset når. Dessutom kan det vara så att ingen har möjlighet att vattna växterna. Vad skulle hända då? Jo, växterna dör.

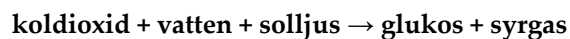
Det är så att en växt behöver tre saker för att kunna leva: *Solljus, vatten och koldioxid*. För att sköta om växter måste man vattna dem och se till att de står ljust, till exempel i ett fönster. För att växterna skall få koldioxid behöver vi inte göra någonting. Det finns tillräckligt med koldioxid i luften omkring oss.

Man kan säga att växterna "äter" koldioxid, vatten och solljus. Men varför gör de det? Jo, växter består till största delen av cellulosa och stärkelse. De måste bygga cellulosan och stärkelsen från kolhydrater. Kolhydraterna tillverkar växterna från just koldioxid, vatten och solljus. Vi kallar processen när växterna bildar kolhydrater för **fotosyntes**. Det finns många olika kolhydrater. En av de kolhydrater som växterna tillverkar är glukos som är en sorts socker.

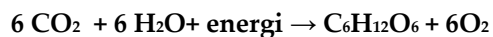
I koldioxid- och vattenmolekylerna finns det mer syreatomer än vad som behövs för att tillverka kolhydratmolekyler, t.ex. glukos. Syreatomerna som blir över är växternas "avfall". Det innebär att växterna gör sig av med syre för att de behöver inte det. Detta tycker vi är bra för då får vi syrgas i luften. Att andas syrgas är livsnödvändigt för oss.

Allt det här som växterna gör för att överleva och växa är en process som kallas för **fotosyntes**.

Fotosyntesen kan också skrivas som en kemisk reaktion. Först skriver vi den i ordform:



På kemiskt vis skriver man samma reaktionsformel så här:



Man kan säga att den kemiska formeln talar om att när en växt har tillgång till koldioxid och vatten och den får energi från solen så kommer växten att tillverka glykos och syre. Växten behöver 6 stycken koldioxidmolekyler och 6 stycken vattenmolekyler för att bygga en glukosmolekyl och 6 stycken syrgasmolekyler. De 6 syremolekylerna görs sig växten av med.

Energi finns i många olika former. Växterna vill ha sin energi från solljuset. Solljus innehåller massor med energi. En del av energin kan en växt ta hand om och använda i sin fotosyntes. Då använder växten ett ämne som heter klorofyll. Med hjälp av solljus och klorofyll kan växterna också bilda fetter och proteiner.

Växterna innehåller alltså en massa energirika ämnen, till exempel stärkelse, och när människor och djur äter växter får vi i oss och bryter ner dessa ämnen för att komma åt den energi som finns lagrad i glukos. I kroppen förbränns glukos och då blir koldioxidmolekyler och vattenmolekyler restprodukter. Det betyder att reaktionen går åt andra hållet jämfört med fotosyntesen. Detta kallas för förbränning. Det som sker är att glukosen reagerar med syrgasen. Vi kan då få tillbaka energin men inte som solljus utan i en annan form som kroppen kan använda. Ibland sker det i ett steg, som när du äter en morot, och ibland i två steg, som när du äter ägg, fisk eller kött eller dricker mjölk. På så sätt kan även vi i princip äta solljus, och allt tack vare fotosyntesen.

4.2.2.2 Frågor om begreppet

I Anderssons text "Elevers tänkande och skolans naturvetenskap" finns ett helt avsnitt om fotosyntesen (Andersson 2001:kap 9). Det var också en av anledningarna till att just detta begreppet valdes för det fanns mycket information om vilka uppfattningar som är vanliga

bland elever kring detta begrepp. Denna information är utgångspunkten för frågorna på kemiavsnittet. Efter frågorna följer en diskussion av tankarna bakom dem.

Frågor om fotosyntesen

1) Kemiska föreningar innehåller energi. Vilka av följande påståenden är sanna?

- glukos och syre innehåller mer energi än vatten och koldioxid
- glukos och syre innehåller mindre energi än vatten och koldioxid
- glukos och syre innehåller lika mycket energi som vatten och koldioxid
- vet inte

2) Tallplantor på ett kalhygge har vuxit. Den största delen av massan består av cellulosa som är hopkopplade glykosmolekyler. Varifrån kommer den ökade massan i plantorna?

- koldioxid
- vatten
- marken
- syrgas
- gödsel
- vet inte

3) Varifrån kommer kolatomerna, C, som finns i den glukos/kolhydrat som bildas?

- växternas rötter
- luft
- marken
- gödsel
- kloforyll i bladen
- vet inte

4) Fördelen med fotosyntesen för växterna är att:

- skapa O₂
- växterna skall kunna växa
- rena luften från CO₂
- skapa koldioxid
- vet inte

5) Vilka av följande påståenden är sanna?

- växter börjar lysa om fotosyntesen går baklänges
- en människa som äter mycket morötter behöver inte andas så mycket syre
- koldioxid innehåller vatten
- vatten förbrukas vid fotosyntesen
- fotosyntesen är inte viktig för t.ex. potatis som växer under jorden
- fotosyntesen sker främst på kvällar och nätter eftersom det är mycket fukt i luften då
- vet inte

6) I en vanlig bilmotor sprutas luft och bränsle, d.v.s. en kemisk förening av bl.a. kol och väte, in en cylinder där förbränning sker (- alltså det brinner kontrollerat). Vad bildas i huvudsak då?

- väte
- glukos
- syrgas
- koldioxid
- vatten
- Vet ej

I fråga 1 är huvudresonemanget att den energin som tas upp från ljuset under fotosyntesen lagras i de föreningarna som bildas; glukos och syrgas. Eleven skall förstå dynamiken i den kemiska reaktionen. Fråga två är en modifierad version av den som har ställts till elever i

årskurs 9 i en undersökning (Andersson 2001: s.92). Här skall elevens i huvudsak förstå materians bevarade, dvs. identifiera att atomerna inte kan förstöras utan endast ombildas och att den massa som ”skapas” är kolhydrater som ombildats från CO_2 och H_2O . Detta knyter återigen an till att eleven skall förstå dynamiken i en kemiska reaktionen .

Fråga 3 behandlar också materiens bevarande och materietransformation (Andersson 2001:s. 96), alltså hur atomerna omorganiserar till nya molekyler. Man skall se att det är samma kolatomer som kommer ifrån koldioxid som sedan återfinns i glukosmolekylerna. För att man inte bara skall leta efter namnet kol eller beteckningen C så fick använde vi oss av alternativet luft som rätt svar. Man måste alltså dessutom ha tagit till sig informationen i texten om att koldioxid ingår i luft. Bland svarsalternativen finns dessutom ”klorofyll” för att testa om eleverna har läst genom att hänga upp sig på viktiga ord (Andersson 2001:s. 128). I fråga 4 testas om eleverna har ett teleologiskt synsätt på fotosyntesen, dvs. om de ”tillskriver naturen ett syfte då de menar att fotosyntesen är till för människors och djurs räkning” (Andersson 2001: s. 96). Kan eleven lyfta blicken och se utanför begreppet, vad dess syfte är? Syftet för växten är inte att skapa syre till oss aeroba djur utan att bygga lagringsbar näring för växterna där syret råkar bli en biprodukt. Detta testar i viss mån elevernas förmåga att se samband. I frågorna 5 och 6 måste man använda sig av kunskapen från texten och överföra de slutsatser man kan dra till nya problem. Fråga 5 handlar om hur man kan applicera kunskapen om fotosyntesen och kemiska reaktioner på omgivningen. Fråga 6 överför reaktionstänkandet till en annan förbränningsreaktion, nämligen den i en bilmotor för att se om eleverna klarar av transfer av begrepp.

4.2.3 Matematik

4.2.3.1 Det valda begreppet

Motiveringen till att välja begreppet ekvationer var flerhövdad. Dels är ekvationer något som alla stöter på i sin matematik undervisning. Dels är konceptet om att = - tecknet signalerar likhet och inte resultat fullständigt fundamentalt för att man skall kunna gå vidare och lösa ekvationer men också en dokumenterat svårt sprng för många elever (Bergsten *et al* 1997). Sist men inte minst är ekvationslösning faktiskt en del av matematiken som de flesta skulle kunna använda i sin vardag om man behärskar det. Frågorna har därför syftat till att utröna om eleverna har förstått kvalitén i =-tecknet vilket krävs för att man skall kunna ta till sig lösningsmetoden för ekvationslösning. Vidare har matematikens symboliska kvalitéer och elevernas förståelse för dess testats. Slutligen hur transfer från det beskriva begreppet med sina variabler till en ny variabel fungerar, dvs. om man kan överför och dra slutsatser.

Akademisk text:

Kostnaden K kr för att framställa x broschyrer vid en reklamkampanj kan beräknas med formeln

$$K = 500 + 3x$$

Hur många broschyrer kan tillverkas för 2000 kr?

Formeln ger: $2000 = 500 + 3x$

En sådan likhet kallas för en ekvation. 2000 är ekvationens vänstra led (VL). $500 + 3x$ är ekvationens högra led (HL). Det okända talet x bestäms så att VL är lika med HL. Nu är ekvationen löst.

Ekvationen kan också lösas så här:

1. Subtrahera först 500 från båda leden
2. Dividera sedan båda leden med 3
3. Roten $x = 500$ ger att ekvationen stämmer

Berättande text:

Föreställ dig följande situation:

Du äger ett eget företag som gör kuddar. Det är viktigt att det skall gå bättre för företaget, annars kan du inte behålla alla anställda. Det har blivit dyrare att betala deras löner. Facket har bestämt att lönerna skall höjas för medlemmarna. Därför bestämmer du att företaget skall göra en reklamkampanj. "Då kan vi säkert sälja bättre" tänker du. Men hur skall du göra kampanjen? Kanske att det är en bra idé att göra broschyrer som man kan dela ut?

Du tycker att kampanjen inte får kosta mer än 2000 kr. Nu tar du kontakt med ett tryckeri. De talar om för dig att varje broschyr kostar 3 kr att trycka. Dessutom tar de ut en fast avgift på 500 kr för att starta tryckmaskinerna, förpacka broschyrerna etcetera.

Nu undrar du hur många broschyrer du kan trycka för 2000 kr. "Det här har jag lärt mig i skolan när vi lärde oss att räkna med ekvationer" tänker du. "Få se nu: Jag har 2000 kr. Av de pengarna skall jag betala 500 kr (den fasta kostnaden) och 3 kr / broschyr. Det här blir en bra ekvation! Men man brukar ju ha ett x i ekvationer. Vad skall vara mitt x ? Vad är det jag skall räkna ut egentligen?"

Jo, antalet broschyrer! Om du sätter $x =$ antalet broschyrer kommer ekvationen att se ut så här:

$$\underbrace{2000 \text{ kr}} = \underbrace{500 \text{ kr} + 3 \text{ kr} \cdot x}$$

Så här mycket har du Så här mycket skall du betala

Den här ekvationen ser ut så här på ett matematiskt språk:

$$K = 500 + 3x$$

Där $K =$ total kostnad, $500 =$ fast kostnad, $3 =$ kostnad / broschyr, $x =$ antal broschyrer. Den totala kostnaden K beror alltså på x , det vill säga på hur många broschyrer som trycks.

Antalet broschyrer, som betecknas med x , kan man beräkna genom att lösa ut x ur ekvationen. En ekvation betyder att det är en likhet, att varje sida om likamed-tecknet är lika stor.

"Det enda jag inte vet i ekvationen är x . Då är det ju bara att lösa ut x ur ekvationen. Jag drar först bort den fasta kostnaden 500 från båda sidor om likamed-tecknet. Då blir ekvationen så här":

$$K-500 = 500 + 3x - 500$$

$$K - 500 = 3x$$

Nu sätter jag in mitt värde på K . $K = 2000$

$$2000-500 = 3x$$

$$1500 = 3x$$

"Nu blir det klurigt! Jag vill ju ha x ensamt. Det är ju det jag vill veta, hur många broschyrer jag kan trycka upp för mina pengar. Om jag delar x med 3 då måste jag dela 1500 med 3, så här":

$$\frac{1500}{3} = \frac{3x}{3}$$

"Nu kan jag räkna ut varje sida om likamed-tecknet!"

$$500 = x$$

"Jag vänder på ekvationen:"

$$x = 500$$

Att $x = 500$ betyder att jag kan trycka upp 500 broschyrer för mina 2000 kr.

"Jag kontrollerar om det stämmer med min första ekvation. Istället för x där sätter jag in 500":

$$500 + 3 \cdot 500 = 2000 \text{ kr}$$

$$500 + 1500 = 2000$$

$$2000 \text{ kr} = 2000 \text{ kr}$$

"Yippie! Jag har räknat rätt och löst min ekvation!"

4.2.3.2 Frågor om begreppet

Fråga 1 och 2 testar båda om man förstår ekvations/likhets begreppet och skiljer sig endast åt med sättet som de är formulerade på; fråga 1 med svarsalternativ är formulerad symboliskt / matematiskt; fråga 2 med svarsalternativ är formulerad utan symboler med en berättande text. I fråga 3 behöver man kunna överföra resonemanget om ekvationslösning från exemplet i texten till en ny variabel, annonser, istället. Fråga fyra testar uppfattningen =-tecken, om det representerar "likhet" eller "blir" för eleven. Alla svarsalternativ är egentligen rätt om man bortser från denna språkliga och matematiskt viktiga skillnad. I fråga 5 är symboler utbytta och variabeln har bytt namn vilket testar om eleven förstår att det fortfarande är samma variabel och kan manipulera ekvationen den beskriva metoden.

I fråga 6 introduceras en ny variabel i ekvationen för att se om eleven kan hantera och skilja på variabler och konstanter.

Frågor om Ekvationer

1) $K = 500 + 3x$. $K = 2000$ när $x = 500$. Vad är K när $x=1000$?

- 2000 kr
- 4000 kr
- 1000 kr
- 3500 kr
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

2) Kostnaden för att tillverka broschyrer är 500 kronor plus 3 kronor per broschyr. Hur mycket kostar det att tillverka 1000 broschyrer jämfört med 500 broschyrer?

- mer än dubbelt så mycket
- mindre än dubbelt så mycket
- samma pris
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

3) Ett alternativ till broschyrer är annonser. Den fasta kostnaden är 200 kr. Varje annons kostar 3 kr. Hur många reklamaffischer blir det för samma kostnad som broschyrerna (i fråga 2)?

- samma antal som broschyrerna
- fler än broschyrerna
- färre än broschyrerna
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

4) Vilka av följande påståenden är sanna?

- Kostnaden beror på antalet broschyrer
- Antalet broschyrer beror på kostnaden
- K blir $500 + 3x$
- K är lika stor som $500 + 3x$
- x är lika stor som $(K-500)/3$
- vet inte

5) Vilka av följande uttryck kan man använda för att beräkna priset, P , för 200 broschyrer om $P = 500 + 3a$ och a är antalet broschyrer?

- $3x + 500 = K$, beräkna K när $x = 200$
- kostnaden är $500 + 3 \cdot 200$
- $a = (200-500)/3$
- för lite information
- vet inte

6) Du har 2000 kronor att köpa broschyrer för och har kontaktat olika tillverkare. Hos alla kostar det 3 kronor per broschyr men det fasta priset, F , är olika. Var får du flest broschyrer?

- om $F = 200$
- om $F = 500$
- om $F = 0$
- om $F = 2500$
- vet inte

4.2.4. Frågor om texterna och bakgrunden

Till varje textavsnitt gavs samma frågor om texten och elevernas uppfattning om den. De första tre frågorna är för att utröna läsbarheten, hur förståelig och hur lättläst texten är. Vidare har vi med självskattningsfrågor för varje avsnitt där man får svara på hur många rätt man tror att man har och hur många rätt man hade svarat om man inte hade läst texten. Ur detta vill vi få reda på om läsaren upplever att han/hon har fått information ifrån texten för att besvara frågorna eller om det är förkunskaper.

Frågor om texten

7) Hur uppfattande du texten?			
Svårtillgänglig		Lättillgänglig	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5		<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
8) Hur bra tyckte du att du förstod texten?			
Inte alls		Mycket bra	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5		<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
9) Tyckte du texten var lättläst?			
Inte alls		Mycket	
lättläst			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5		<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
10) Hur bra tror du att du har svarat på frågorna?			
Inga rätt alls		Alla rätt	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
11) Hur bra tror du att du hade svarat på frågorna om du inte hade läst texten?			
Inga rätt alls		Alla rätt	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

Efter texterna fick varje elev också svara på ett antal bakgrundsfrågor och deras intresse för ämnena. Dessa frågor syftar till att kontrollera att enkäterna blivit randomiserade, deras språkbakgrund och om det finns en skillnad i hur man ser på texterna beroende på ens ämnesintresse.

Bakgrundsfrågor

1) Tycker du det är roligt med naturkunskap?

Inte alls

intresserad

Mycket

intresserad

1

2

3

4

5

6

7

2) Tycker du det är roligt med matematik?

Inte alls

intresserad

Mycket

intresserad

1

2

3

4

5

6

7

3) Tycker du det är roligt med språk?

Inte alls

intresserad

Mycket

intresserad

1

2

3

4

5

6

7

4) Är svenska ditt modersmål? (Om ja gå direkt vidare till fråga 7)

Ja

Nej

5) Hur länge gick du i skolan i ditt hemland?

Inte alls

Motsvarande åk 1-6

Motsvarade åk 1-9

Gymnasiet

Högskolan/Universitet/annan utbildning

6) Hur länge har du bott i Sverige?

mindre än 1 år

1-3 år

3-5 år

5-10 år

mer än 10 år

7) Vilken typ av utbildning har dina föräldrar? (Inklusive eventuell utbildning utanför Sverige)

Ingen alls

Motsvarande åk 1-6

Motsvarade åk 1-9

Gymnasiet

Högskolan/Universitet

5. Resultat

Totalt har 365 enkäter utvärderats med Excel och SPSS. Följande variabler och benämningar används:

Oberoende variabler

- *enkät*: typ av text, antingen A (akademisk) eller B (berättande). Detta är den oberoende variabeln i hypotesen.
- *skola*, *program* och *kön* är oberoende variabler som kan påverka begreppsförståelsen.
- *språkbakgrund*: är om man har svarat att man har svenska som modersmål (Sv1) eller inte (Sv 2).

Beroende variabler

- *-Begreppsförståelse* för *Fysik*, *Kemi*, och *Matematik*. Dessa utgörs av summan av antalet rätt angivna svar avseende elektrisk spänning, fotosyntes, respektive ekvationer. *Fysik*, *Kemi*, och *Matematik* är vår primära beroende variabler som vi vill testa med vår hypotes.

Alla svaren på enkäterna har kodats och matats in i en datamatrix i Excel. Varje svarsalternativ på varje fråga har fått en egen kolumn för att möjliggöra analys både av rätta och felaktiga svar. För att utvärdera resultaten har vi valt att använda oss av både Excel och statistikprogrammet SPSS. För att analysera om det är någon signifikant skillnad mellan de olika variablerna har vi använt F-test vilket är en statistisk standardmetod (se till exempel (Box, Hunter & Hunter, 1978)). Genomgående har vi satt signifikansnivån till 95%.

5.1. Kontroll av randomiseringen

Vi kontrollerade att betingelsen *enkät* var slumpmässigt fördelad genom en envägsvariansanalys med avseende på tre olika variabler: *kön*, *skola* och *program*. De beräknade F-värdena för våra tre kontrollvariabler redovisas i tabell 2. För att kunna säga med 95% säkerhet att ett oberoende urval har gjorts ur populationen skall F-värdet vara mindre än det kritiska F-värdet, $F\text{-krit}_{95\%}$, som under betingelserna är 3,8.

Tabell 2. Sammanställning av fördelningen av tre kontrollvariabler i de olika grupperna

Kontrollvariabel	Resultat av variansanalys F-värde	Är det med 95 % säkerhet någon skillnad av fördelningen av enkäterna med avseende på kontrollvariabeln?
<i>Skola</i>	0,03	Nej
<i>Kön</i>	1,44	Nej
<i>Program</i>	0,097	Nej

$F\text{-krit}_{95\%} = 3,8$

Som vi kan se i tabell 2 är kan vi med minst 95% säkerhet säga att det är en slumpmässig fördelning och att randomiseringen har fungerat. Vi har alltså fått en jämn fördelning av pojkar och flickor, olika program och skolor mellan de berättande och akademiska texterna.

5.2 Analys av svaren

För varje ämnesområde har vi summerat ihop antalet rätt angivna svar på begreppsfrågorna. Detta kallar vi för "begreppsförståelsen" för det aktuella ämnet. Vi har analyserat om det finns

något samband mellan begreppsförståelsen och följande oberoende variabler: *enkät* (det vill säga den variabel vi främst är intresserade av), *program*, *kön*, *skola* och *språkbakgrund* (de variabler som vi tror kan ha mest påverkan och eventuellt ha en samspelseffekt med typen av enkät).

Tabell 3: Redovisning av vilka faktorer som påverkar begreppsförståelsen för de olika ämnena

Ämne	Variabler som har en signifikant effekt på summerade begreppsförståelsen *	Samspelseffekter
Fysik	Skola, (99,4 %) Program (99,8%)	Inga samspelseffekter (med 95% säkerhet)
Kemi	Skola (99,9%) Program (99,8%)	Program * Enkät (94,9%) Program * Kön (96,3 %)
Matematik	Skola (99,8%) Program (99,99%)	Skola*Enkät*Språk (96,7 %) Program*Enkät*Språk (95,6%)

* procenten anger hur stor säkerhet det är att det är en skillnad mellan de olika grupperna inom variabel. Den är beräknad utifrån signifikansnivåerna från resultaten.

Ur tabell 3 kan man utläsa att den totala sammanräkningen av ”rätt svar” på frågorna inte verkar ha påverkats av varken elevens *språkbakgrund* eller typ av *enkät*. Alltså kan vi inte med 95% säkerhet säga att det har blivit någon skillnad i begreppsförståelsen beroende på om man har läst den akademiska eller den berättande texten. Däremot finns en signifikant skillnad för både *skola* och *program*. Dessa två sista faktorer är inte intressanta för denna undersökning som rör hur texttyp och språkbakgrunden påverkar begreppsförståelse. De kan ses som en indikation avsende elevens förförståelse och intresse. Vi kommer inte att diskutera detta i övrigt.

I analysen av resultaten ingår även eventuella samspelseffekter. Som kan ses i tabell 3 finns det inga samspelseffekter som har en signifikant effekt på antalet rätt vad gäller fysikfrågorna. Däremot verkar det som *enkät* tillsammans med *program* har en effekt på hur många rätt man har svarat på kemifrågorna och, beroende på om man har svenska som första eller andraspråk och *skola/program*, på hur många rätt man har totalt på matematikfrågorna.

För att kunna dra några slutsatser av resultatet när det gäller kopplingen mellan begreppsförståelse och de två oberoende variablerna *enkät* och *språkbakgrund* måste man gå djupare och se till de enskilda frågorna och vilka svarsalternativ inom respektive avsnitt som ger utslag. Det finns olika tankar bakom de olika svarsalternativen. Till exempel finns det frågor som tar upp vad eleven förutsätts veta specifikt om begreppet för att förstå texten och elevens begreppsförståelse utifrån texten. Detta innebär att man inte kan klumpa ihop dessa två olika aspekter av begreppsförståelse. Det första har att göra med elevens förkunskaper som beror på en mängd olika saker vi inte råder över. Den andra typen av frågor är istället det vi är intresserade av, nämligen hur begreppsförståelsen har fungerat utifrån texten. Förutsättningsfrågorna testar i vilken grad man måste förstå de för förståelsen nödvändiga begrepp som förklaras i den berättande texten men som förutsätts i den akademiska texten. Begreppsfrågorna testar direkt om eleven förstått det övergripande begrepp som texten bör/vill förklara och svarsalternativen här är direkt kopplade till de vanliga missuppfattningar som Andersson beskriver (Andersson 2001, s 14).

5.3 Analys av begreppsfrågorna

Det är inte bara intressant att studera om eleverna har svarat rätt eller inte på våra frågor. För det första har framtagningen av frågorna varit en del av arbetet och vi är därför intresserade av hur väl de har fungerat. För det andra är det intressant att studera om typ av text påverkar

vilket felaktigt svarsalternativ som valts, alltså om de olika texterna har någon tendens att leda in läsaren felaktigt i någon viss riktning. Därför har vi även gjort en tvåvägsvariansanalys för varje svarsalternativ (både korrekta och felaktiga; totalt ca 80 stycken analyser) med avseende på samma variabler som ovan (*enkät, program, skola, språkbakgrund* och *kön*). För varje svarsalternativ har vi gått igenom vilka variabler som har haft en signifikant påverkan på om eleverna har svarat detta alternativ eller inte. Eftersom vårt arbete främst är koncentrerat på språk och text har vi gått vidare med de svarsalternativ där *enkät, språkbakgrund* och/eller deras samspel haft en effekt och gjort en analys av hur variablerna har påverkat. I bilaga 7 finns en uppställning över hur många som har svarat på varje svarsalternativ, vilken andel av dem som svarat ett visst alternativ som har läst den akademiska respektive den berättande texten, vilka variabler som har haft en signifikant inverkan på svarsalternativet med mer än 95% samt F-värde och signifikansnivå för de där enkät eller språk är signifikant.

5.3.1 Fysik

Alla de rätta fysiksvaren är påverkade av någon eller några variabler. Här inriktar vi oss på de svar där *enkät, språkbakgrund* och/eller deras samspelseffekt har haft utslag. Tabell 4 består av en sammanställning av de korrekta svaren där man kan se för vilka frågor som det korrekta svaret har varit påverkat av *enkät* eller *språkbakgrund*.

Tabell 4: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för fysikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan.

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
2. En spänningskälla <i>består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en spänning</i>	Språkbakgrund	- större andel av Sv1-eleverna anger detta korrekta alternativ
3. Storleken på en elektrisk spänning beror på <i>hur stor laddningsskillnaden och avståndet är mellan två laddade områden</i>	Samspel mellan enkät & språk	- av Sv1-eleverna som har svarat rätt har flest läst enkät B. - för Sv2 spelar det ingen roll vilken enkät man har fått.

Som kan ses i tabell 4 har i fysikavsnittet fråga 2 har gett utslag när det gäller *språkbakgrund*. Frågan handlar om vad en spänningskälla är. Det är en större andel av eleverna som har svenska som modersmål som anger detta korrekta alternativ. Det rätta svaret, ”består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en spänning”, innehåller ord som ”består” och syftningar som ”vilket”. Dessa ord är relativt abstrakta ord av den typ som tydligen försvårar för elever med svenska som andraspråk (Sv2).

Vidare visas i tabell 4 att fråga 3, som handlar om vad elektrisk spänning beror på, har givit utslag på en kombination av *språkbakgrund* och *enkät*. Det är en direkt fråga om man har förstått begreppet elektrisk spänning ”Storleken på en elektrisk spänning beror på” och det rätta alternativet är ”hur stor laddningsskillnaden och avståndet är mellan två laddade områden”. Bland Sv2-eleverna har inte typen av text (akademisk eller berättande) påverkat hur många som har svarat rätt. Däremot är det en större andel av Sv1-eleverna som har svarat rätt då de har läst enkäten med den berättande texten. För Sv1-eleverna verkar det som om den berättande texten har bidragit till begreppsförståelsen för denna fråga.

Som nämnts tidigare är det också intressant att titta på de frågor där fel svarsalternativ har en signifikant skillnad mellan olika *språkbakgrund* eller *enkät*. En sammanställning av detta ges i tabell 5. Osäkerheterna i hur variablerna påverkat är här större eftersom antalet angivna svar för ett visst felaktigt svarsalternativ är färre än för de korrekta alternativen.

Tabell 5: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativ för fysikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan.

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
2. En spänningskälla består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en spänning	Språkbakgrund	- större andel av Sv2 eleverna har angett detta
3. Storleken på en elektrisk spänning beror på hur stor strömmen är mellan två laddade områden	Enkät	- större andel av dem som angett detta felaktiga svar har läst Enkät A..
4. Elektrisk ström beror på en drivkraft att utjämna olikheter i rörelse	Enkät	- större andel av dem som angett detta felaktiga svar har läst Enkät A.
4. Elektrisk ström beror på en drivkraft att bevara elektrisk energi i ett batteri	Språkbakgrund	- större andel inom gruppen Sv2 angav detta felaktiga svar

Som visas i tabell 5 finns för fråga 2 en signifikant skillnad för språkbakgrunden hos dem som valt svarsalternativet ”består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en spänning”. En större andel bland dem som har svenska som andraspråk har valt detta alternativ medan svaren för de som har svenska som modersmål är jämnt fördelade. Nyckelordet ”spänning” finns med både i frågan och i detta felaktiga svarsalternativ.

För fråga 3 finns ett samband mellan det angivna felaktiga svarsalternativet och enkät A, vilket kanske inte är så konstigt med tanke på att text A inte direkt förklarar begreppet spänning utan endast pratar runt det.

Fråga 4, som handlar om att ström beror på spänningsskillnad, visade det felaktiga alternativet ”utjämna olikheter i rörelse” ha ett samband med enkät A. Det är inte heller förvånande då ström i den endast beskrivs som en urladdning då luften joniseras. Det felaktiga alternativet ”bevara elektrisk energi i ett batteri” hade ett samband med språkbakgrunden: en större andel av Sv2-eleverna har angett detta alternativ än andelen Sv1-elever.

5.3.2 Kemi

För kemifrågorna finns ett antal av de rätta svarsalternativen där inte någon av faktorerna påverkar resultatet, det blir alltså ingen skillnad för vare sig *enkät*, *språkbakgrund*, *skola*, *program* eller *kön*. Detta kan tolkas som att det antingen är en gemensam förkunskap som alla har, eller att alla har tagit till sig informationen ifrån texten oberoende av texttyp. Några av frågorna visar signifikanta samband mellan *begreppsförståelse* och typ av *enkät* och *språkbakgrund* vilket sammanfattas i tabell 6 (korrekta svar) och tabell 7 (felaktiga svar).

Tabell 6: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för kemifrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
2. Tallplantor på ett kalhygge har vuxit. Den största delen av massan består av cellulosa som är hopkopplade glykosmolekyler. Varifrån kommer den ökade massan i plantorna? <i>vatten</i>	Samspel mellan Enkät & Språk	- av Sv1-eleverna som har svarat rätt har flest läst enkät A. - för Sv2 spelar det ingen roll vilken enkät man har fått.
6. I en vanlig bilmotor sprutas luft och bränsle, d.v.s. en kemisk förening av bl.a. kol och väte, in en cylinder där förbränning sker (- alltså det brinner kontrollerat). Vad bildas i huvudsak då? <i>koldioxid</i>	Språkbakgrund	- större andel av Sv1-eleverna som har svarat rätt.

Fråga 2, som handlar om tallplantor på ett kalhygge, har två rätta svarsalternativ: koldioxid och vatten. Som kan ses i tabell 6 finns det en samspelseffekt för svarsalternativet ”vatten” mellan svenska som modersmål och den raka akademisk enkäten. Bland Sv2-eleverna har inte typen av text (akademisk eller berättande) påverkat hur många som har svarat rätt. Däremot är det en större andel av Sv1-eleverna som har svarat rätt då de har läst enkäten med den akademiska texten. Det kan tänkas att om man har svenska som sitt andraspråk så ingår inte tallplantor och kalhyggen i vardagsförståelsen och därför kan det blir svårt att förstå vad som frågas efter i fråga 2. Att det är enkät A som ger ett positivt utslag torde bero på att de vetenskapliga orden glykos och cellulosa kommer igen i frågetexten och de är lätta att hitta i text A. Text B är mycket längre och det blir kanske i detta fall svårare att identifiera var man hittar informationen om glykos och cellulosa. Eftersom det inte skiljer mellan grupperna för det andra korrekta alternativet, koldioxid, så kan det också tänkas bero på att man har läst texterna olika noga beroende på språk och enkät.

Fråga 6 handlar om att överföra resonemanget kring fotosyntesen till en liknande men annan reaktion, nämligen förbränningsprocessen i en bilmotor. Här finns ett samband mellan *språkbakgrund* och korrekt svarsalternativ. Som tabell 6 visar har en större andel elever med Sv1-bakgrund anggett rätt svar. Ord som ”cylinder”, ”bränsle” och ”sprutas in” kan vara ord som är svåra att relatera till för en andraspråkselev.

Många av eleverna hade ett såkallat teleologiskt perspektiv i besvarandet av fråga 4 och svarade att fördelen med fotosyntesen för växterna är att skapa O₂. Det var ingen skillnad mellan de olika grupperna för detta svarsalternativ. På fråga 6 var det en väldigt stor andel av alla elever som hade svarat att det bildas koldioxid vid förbränning. Det kan vara så att det är många som har haft förståelse för detta (från alla klimatkussioner). Det är inte alls lika stor andel som har svarat bägge de korrekta alternativen vilket skulle tyda på att man har förstått att det är reaktionen i texten som går baklänges (fast energin kommer ut i en annan form förstås). Tanken med denna fråga var att testa om man kan vända på reaktionen. Vid konstruktionen av frågan beaktades inte den stora diskussionen kring klimatförändringarna. Det kan nog snarare ses som ett utfall av god allmänbildning att så många svarade att växthusgasen koldioxid bildas vid förbränning. Väldigt få hade svarat att vatten bildas. Här är förmodligen ett exempel på hur man kan råka testa något helt annat än det man avsett.

I tabell 7 återges de felaktiga svarsalternativen för kemifrågorna.

Tabell 7: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativen för kemifrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspelet dem emellan

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
3. Varifrån kommer kolatomerna, C, som finns i den glukos/kolhydrat som bildas? växternas rötter	Enkät	- större andel av de som fått enkät A har svarat detta alternativ
5. Vilka av följande påståenden är sanna? fotosyntesen sker främst på kvällar och nätter eftersom det är mycket fukt i luften då	Samspel mellan Enkät & Språk	- av Sv2-eleverna som har svarat fel har flest läst enkät A. - för Sv1 spelar det ingen roll vilken enkät man har fått.

Analysen av påvisbara samband för felaktiga svarsalternativ på kemifrågorna är också intressant. För de två frågorna 3 och 5 som har att göra med förståelse av kemiska reaktioner ser vi ett samband mellan enkät A och ett felaktigt svar.

Som kan ses i tabell 7 så finns det en samspelseffekt mellan *språkbakgrund* och *enkät* för påståendet i fråga 5 att ” fotosyntesen sker främst på kvällar och nätter eftersom det är mycket fukt i luften då”. För de som har svenska som modersmål har inte enkättexten påverkat svarsfrekvensen, men däremot för Sv2-eleverna, där majoriteten av de som angett detta svarsalternativ har läst den akademiska texten.

5.3.3 Matematik

För alla de korrekta svarsalternativen i matematik finns det en påverkan av de olika bakomliggande faktorerna, speciellt program. Man kan alltså anta att förkunskaper och/eller intresse kraftigt slår igenom. Bland de korrekt ikryssade svarsalternativen är fråga 4 mest intressant. Fråga 4 tar upp ekvationsbegreppet som helhet och testar, genom att flera svarsalternativ är korrekta, om elever har förstått denna helhet. Ett av svarsalternativen sticker ut i analysen, nämligen ”K är lika stor som $500 + 3x$ ”. Här finns ett signifikant samband mellan detta alternativ och de som har svenska som modersmål och har läst text A. Detta samband finns inte för något av de andra svarsalternativen på denna fråga.

Man kan notera att en majoritet har på fråga 4 svarat ”K blir $500 + 3x$ ”. Att så många elever felaktigt uppfattar tecknet ”=” som *blir*, och inte som *likhet*, är anmärkningsvärt.

Tabell 8: Sammanställning av de korrekta svarsalternativen för matematikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspellet dem emellan.

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
4. Vilka av följande påståenden är sanna ? K är lika stor som $500 + 3x$	Enkät	- större andel av de som fått enkät A har svarat detta alternativ

Bland de felaktigt ikryssade svarsalternativen ser man störst effekt av *enkät* med viss inverkan av *språkbakgrund*. Fråga 1 har inte de som fick den berättande enkäten kunnat hantera. Man har svarat med det alternativ som mest liknar frågan och med andra ord inte kunnat hantera den symboliskt formulerade frågan. Det intressanta är att fråga 2, som är exakt samma fråga fast ställd med berättande språk, inte ger några signifikanta skillnader eller samband. Det tycks alltså gå att förstå en berättande fråga utifrån en symbolisk/matematisk text medan det är mycket svårare åt andra hållet. Fråga 3 handlar om att kunna överföra resonemanget från exemplet i texterna till ett nytt exempel. Här erhöles påverkan både av *enkät* och *enkä* i samspel med *språkbakgrund* (se tabell 9). Många med enkät A, den korta symboliska/matematisk texten, har kanske upplevt att de saknar information för att kunna göra denna överföring.

Tabell 9: Sammanställning av de felaktiga svarsalternativen för matematikfrågorna där det är en signifikant skillnad med avseende på språk, enkät eller samspellet dem emellan

Fråga och svarsalternativ	Variabel	Påverkan
1. $K = 500 + 3x$. $K = 2000$ när $x = 500$. Vad är K när $x=1000$? 1000 kr	Enkät	- större andel av de som fått enkät B har svarat detta alternativ
3. Ett alternativ till broschyrer är annonser. Den fasta kostnaden är 200 kr. Varje annons kostar 3 kr. Hur många reklamaffischer blir det för samma kostnad som broschyrerna (i fråga 2)? det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta	Enkät och ett samspel mellan Enkät & språkbakgrund	- störst andel med enkät A har svarat detta alternativ. Bland svenska 2 eleverna var effekten av ”Enkät” tydligast.

5.4 Analys av uppfattningen om texterna

Vidare gjorde vi en analys av hur eleverna uppfattade texterna. För varje text fick eleverna ge graderade svar på i vilken grad de tyckte texten var lätt- till svårtillgänglig, om de tyckte att de förstod texten mycket bra eller inte alls, och hur lättläst texten var. Det var ingen utav de olika variablerna som gav något utfall för någon av dessa frågor. Det verkar alltså som att det inte skiljer i uppfattningen av texternas läsbarhet, förklarandenivå och tillgänglighet mellan vare sig bakgrund, enkät eller *språkbakgrund*. Det fanns en del kommentarer skrivna på vissa av enkäterna om texterna, både positiva och negativa, men bland annat att den berättande matematiktexten var ”mycket bättre än matteboken! Men jag kan inte matte” – alltså precis till den person som texten vänder sig i första hand (som inte har tagit till sig det matematiska andraspråket ännu). Detta var mycket roligt att se!

5.5. Elevernas självskattning av texternas bidrag till begreppsförståelsen

För varje avsnitt finns två självskattningsfrågor där man får svara på hur många rätt man tror att man har och hur många rätt man hade svarat om man inte hade läst texten. I tabell 10 är resultaten från elevernas självskattningar presenterade.

Tabell 10. Självskattning av hur man skulle ha svarat om man inte hade läst texten

	Akademisk text			Berättande text		
	Fler rätt svar med texten	Lika många rätt	Färre rätt med texten	Fler rätt svar med texten	Lika många rätt	Färre rätt med texten
Fysik	38%	50%	13%	55%	32%	13%
Kemi	30%	60%	10%	47%	40%	13%
Matematik	23%	64%	14%	25%	59%	16%

För alla de akademiska texterna har flest svarat att de skulle ha svarat rätt på lika många frågor om de inte läst texten som de tror att de har gjort nu (se tabell 10). Detta tyder på att de inte har haft hjälp av den akademiska texten. För de berättande fysik- och kemitexterna har de flesta svarat att de har fått hjälp av texten. För matematik har flest svarat att de skulle ha svarat rätt på lika många oavsett texten – alltså att de inte har använt texten till att svara på frågorna. Det verkar alltså som om typen av text har påverkat den egna uppfattningen om hur många man skulle ha svarat rätt på.

6. Diskussion

Val av undersökningsmetod

När vi gav oss in i arbetet upptäckte vi att det skulle kunna ha varit ett examensarbete i sig bara att studera hur begreppsförståelse kunde testas. Vilken typ av frågor skulle vi ställa för att verkligen få reda på hur eleverna har uppfattat ett begrepp? Vilken typ av undersökningsmetod skulle passa bäst för vår hypotes, våra djupintervjuer och öppna frågor? Skulle flervalsfrågor eller öppna frågor användas? En fördel med öppna frågor jämfört med flervalsfrågor är att man kan få mer information om elevens egen uppfattning. En nackdel är att det inte är alla som själva kan verbalisera sin förståelse – och då kan skillnader bero på just förmågan att själv uttrycka sig snarare än själva förståelsen som sådan. För denna studie hade det dessutom varit för omfattande att göra intervjuer med tillräckligt många för att få ett bra statistiskt underlag – det hade snarare blivit en studie av några separata fall.

Enkätundersökning

Vår enkätundersökning var en momentan undersökning. Det fanns ingen tid för reflektion och begrundan eller för en pilotstudie. Å andra sidan, om man skulle ha givit utrymme för längre tids begrundan så skulle man inte kunna vara säker på att det bara är vår text som har gjort skillnaden – det skulle kunna komma in andra påverkansfaktorer också.

Texter

Att utarbeta lämpliga texter är både svårt och tidsödande. I skrivandet av en berättande text är det en svår balansgång mellan att vara konkret och att ge en tydlig berättelse med en röd tråd i. Alla elever skall kunna känna igen sig i texten samtidigt som den inte får bli för ”situationsberoende”. I vårt fall kan det ha varit så att de berättande texterna blev lite för långa för att eleverna skulle hinna läsa igenom alla tre texterna. En indikation på detta fick vi genom att en majoritet av de som inte besvarat begreppsfrågorna fick enkäten med de berättande texterna (bilaga 7).

Begreppsfrågor

För att kunna få ett mått på begreppsförståelsen var det viktigt att det fanns frågor som testade olika grad av förståelsen för begreppet. Det var viktigt att det verkligen blev en skillnad mellan de olika eleverna i hur de hade svarat, så att inte alla antingen hade svarat rätt eller fel på alla frågorna. Vi fick en bra spridning över hur eleverna har valt de olika svarsalternativen (se bilaga 7). Alltså har nog frågorna varit lagom svåra och diskriminerande. Däremot skulle vi nog ha behövt fler frågor på varje område för att säkerställa validiteten i svaren. Genom att ställa frågorna på flera olika sätt och sedan göra en analys av överensstämmelsen sinsemellan skulle vi kunna få en uppfattning om hur säkert ett svar återspeglade elevens uppfattning om begreppet.

Osäkerheter/felkällor/tillförlitlighet

Den största felkällan i vår undersökning är förmodligen frågan om eleverna verkligen har läst texterna (ordentligt). På några av enkäterna finns det kommentarer skrivna (se bilaga 8, ”kommentarer”) vilka tyder på att de inte har orkat eller hunnit läsa texterna.

På självskattningsfrågorna är det ganska många elever som har svarat att de skulle ha svarat rätt på fler alternativ om de INTE hade läst texten (se tabell 10). Det kan finnas olika anledningar till detta. En kan vara att det var en lite olycklig formulering med ett *inte* i frågan

som kan ha förbisetts. Då kan man tänka sig att de har läst det som om hur många frågor de skulle ha svarat rätt på om de hade läst texten. Eventuellt är det så att en del av dessa alltså inte har läst texten. Det kan således vara ett tecken på att de inte har läst texten ordentligt.

Resultaten

En utgångspunkt för alla analyser är att vi förutsätter att alla elever som svarat på enkäten faktisk läst texterna. Huruvida detta stämmer är ju inte helt klart, men i de fall där vår undersökning ger utslag med avseende på enkät kan vi nog ändå anta att eleverna fått sin kunskap om begreppet utifrån våra texter. Vi kan göra denna distinktion utifrån två argument. Det ena är att vi medvetet valt områden där de flest elever ännu inte hunnit undervisas på gymnasienivå, eller om så är fallet endast lite. Det andra är att om svaren endast skiljer sig åt på vilken typ av enkät som använts så kan det vara rimligt att anta att det är den som ger utslaget, alltså att utslaget härrör från det man läst i sin enkät. Men det är fortfarande en osäkerhetsfaktor som vi inte kan råda över. Om det nu är så att eleverna inte har läst texterna så har undersökningen i alla fall testat hur språkbakgrunden påverkar. Vi kan inte veta om utfallet hade blivit större eller mindre på textformen. Man kan både resonera att texttypen inte skulle ha haft ett utslag – men också att det skulle kunna ha haft ett större utslag om alla verkligen hade läst texten. Eftersom vi onekligen har en viss osäkerhet i denna faktor så vore det väldigt intressant att gå vidare och undersöka vår hypotes med en modifierad undersökning.

Förbättringsmöjligheter

Utifrån våra erfarenheter från detta arbete skulle vi göra följande:

- använda endast en text (alltså fysik, kemi *eller* matematik) och ge väldigt gott om tid för genomläsning,
- poängtera att det är viktigt att eleverna verkligen läser texten,
- tidigarelägga enkäten till i början av läsåret för att minska skillnaden i förförståelse (en del hade redan läst om till exempel fotosyntesen), och
- på ett bättre sätt identifiera eventuell förförståelse
- göra en pilotstudie först

7. Slutsatser

Vi har inte i vår undersökning fått fram ett entydigt svar på att det blir någon skillnad i den totala begreppsförståelsen med våra olika texter, vilket kan bero på att vi tyvärr har en viss osäkerhet i om eleverna verkligen har läst texterna ordentligt. Det är däremot en skillnad i hur eleverna skattar hur texterna har bidragit till begreppsförståelsen. För de berättande fysik- och kemitexterna har de flesta svarat att de har fått hjälp av texten. För matematik har flest svarat att de skulle ha svarat rätt på lika många oavsett texten – alltså att de inte har använt texten till att svara på frågorna. Alltså har de iallafall uppfattat texternas bidrag som olika.

Med förbehållet att vi inte kan vara helt säkra på att alla verkligen läst texterna ordentligt drar vi följande slutsatser utifrån den djupare analysen av begreppsfrågorna:

Utifrån analysen av fysik-, kemi- och matematikfrågorna kan man dra slutsatsen att både språkbakgrunden och vilken typ av text påverkar begreppsförståelsen så som vi har testat den med våra frågor, dock på lite olika sätt dels beroende på ämnena olikheter men också beroende på vad eleverna redan vet om begreppet och hur frågorna var ställda.

För det fysikaliska begreppet spänning och även dess relation till begreppet ström verkar den övergripande slutsatsen vara att om man har svenska som sitt modersmål påverkar också typen av enkät förståelsen. Begreppsförståelsen blir högre om man använder sig av en berättande och förklarande text. Förklaringen till detta torde vara att den berättande texten är lättare att följa, förklara varje nytt begrepp som introduceras och bygger förklaringen på åska, ett fenomen som alla oavsett bakgrund har erfarenhet av och därför kan koppla denna yta som introduceras till sin vardagsförståelse.

En strikt och fragmentarisk text utan kopplingar till vardagen minskar möjligheterna till begreppsförståelse. Om man har svenska som sitt andraspråk spelar typen av text mindre roll. Andraspråkselever är erkänt duktiga på att plocka ut nyckelord ur en text och använda dem för att svara som frågor eftersom de använder en teknik som liknar "vadarnas" kunskapssökningsteknik. (Hägerfelt, 2005). Det finns dock ingen direkt koppling från detta till begreppsförståelse. Texter enbart är kanske inte den bästa metoden för att förmedla begreppsförståelse till någon som är andraspråkselev. Bilden kompliceras ytterligare av att olika kulturer använder sig av lite olika algoritmer och metoder för att lösa problem. Löwing refererar också en undersökning av Kilborn i Hammarkullen där det tydligt framgår att det inte bara är språket som ställer till det. I olika kulturer och olika delar av världen används olika metoder för till exempel subtraktion. Undersökning visade att eleverna tillsammans behärskade 16 olika vis medan läraren kunde tre. (Löwing, 2002, s 77) Detta gör naturligtvis bilden ännu mer komplicerad och visar på att man som lärare inte bara måste vara medveten om och lyhörd för språket utan också beredd att ta till sig nya förklaringsmodeller från sina elever för att kunna nå fram.

När det gäller både kemi och matematiken så kan man sluta sig till att för att förstå begreppet direkt och använda det direkt kan det vara lättare en symbolisk text eftersom den, om man kan ta den till sig, ger bättre överblick. För att kunna överföra begreppet till andra situationer underlättare en berättande text, eftersom man då får mer "runtomkring"-information att hänga upp både begreppet och överföringen på.

Slutsatser i relation till läraryrket:

Vi började vår lärarutbildning med ”*vad* bör skolan göra”. Efter närmare ett och ett halvt år är vi nu framme vid vårt examensarbete där vi kommit fram till ”*hur* bör skolan göra” för att undervisa det vi kommit fram till att skolan bör göra, eller mer specifikt ”*hur* bör vi som *lärare* göra” för att förmedla våra ämneskunskaper inom fysik, kemi och matematik. Vi har fått upp ögonen för att våra ämnen är egna kulturer, att de inte bara består av eget innehåll utan även av ett eget språk och ett sätt att uttrycka sig. I vårt läraryrke kommer vi att fortsätta att tänka på *hur* vi förmedlar, hur det akademiska språket påverkar förståelsen, och hur vi kan förbättra vår undervisning genom att också använda oss av ett mer berättande språk. Arbetsnamnet på vårt arbete har varit ”naturvetenskap och matematik som andraspråk” och det tycker vi kan vara en bra minnesregel.

8. Referenser

- Andersson, B., "Elevens tänkande och skolans naturvetenskap", Skolverket, 2001
- Andersson, S., Sonesson, A., Stålhandske, B., och Tullberg, A., "Gymnasiekemi A", 2:a upplagan, Liber, 2000, Stockholm, Liber AB
- Axelsson, M. Rosander, C. & Sellgren, M. "Stärkta trådar flerspråkiga barn och elever utvecklar språk, litteracitet och kunskap". Spånga: Språkforskningsinstitutet i Rinkeby, 2005
- Bengtsson, J.(red.), "Med livsvärlden som grund", 2:a uppl., Lund: Studentlitteratur, 2005
- Bergsten, Häggström, & Lindberg, "Algebra för alla", NCM; Nämnaren, Göteborgs Universitet, 1997
- Bergström, Johansson, Nilsson, Alphonse, & Gunvald, "Heureka A ", Stockholm, Natur och Kultur, 2004
- Björk, Borg, Brodin, Ekstig, Heikne, Larsson, "Matematik 3000, Kurs A", 1:a upplagan, Stockholm, Natur och Kultur", 2000
- Box, Hunter & Hunter, "Statistics for experimenters", Wiley series in probability and mathematical statistics, 1978
- Ekstig, Boström, & Bleckert, "Quanta A", Stockholm, Natur och Kultur, 2000
- Frauenfelder, H., & Henley, E.M., "Subatomic Physics" kap 5, Prentics Hall Upper Saddle River, New Jersey, 2:nd edition, 1991, ISBN: 0138594309
- Gilje, N. & Grimen, H., "Samhällsvetenskapernas förutsättningar", Göteborg, Daidalos, 2004
- Gärendfors, P., "Hur Homo blev Sapiens om tänkandets evolution", Nya Doxa, Nora, 2000
- Holmegaard mfl., Projektet Ord i Läroböcker; Språket och kunskapen, Rapport från nordisk konferens den 78 oktober 2005 i Göteborg
- Holmegaard, M. & Wikström, I. "Språkutvecklande ämnesundervisning" i "Svenska som andraspråk i forskning, undervisning och samhälle" Hyltenstam, K. & Lindberg, I. (red.), Stockholm, Studentlitteratur, 2004
- Hägerfelth, G., "Olika sätt att använda språket i naturkunskap", Språket och Kunskapen, Rapport från nordisk konferens den 8 oktober 2005
- Kleppner & Kolenkow, "An Introduction to Mechanics", McGrawHill, International edition 1978
- Lindberg, Y., Pilström, H., & Wahlström, E., "Kemi för gymnasieskolan", Stockholm, Natur och Kultur, 1996

Löwing, M., "Ämnesdidaktisk teori för matematikundervisning Ämneskunskapers relation till individ och omvärld", IPDrapporater, Göteborgs Universitet, Institutionen för Pedagogik och didaktik, Nr 200211

Marton, F. och Booth, S., "Om lärande", Lund, Studentlitteratur, 2000

Sakurai, J.J., "Modern Quantum Mechanics" Revised edition, Editor: San Fu Tuan, AddisonWesley Publishing Company, 1994, ISBN: 0201539292

Sjøberg, S., "Naturvetenskap som allmänbildning", Lund, Studentlitteratur, 2004

Smith, F., kap5 Språkets mening, Läsning, Stockholm, Liber, 2000

Svanfeldt, K., och Svensson, M., "Medan jorden snurrar", Naturkunskap kurs A, Stockholm, Natur och Kultur, 2000

Strömdahl, H., "Kommunicera naturvetenskap i skolan några forskningsresultat", Lund, Studentlitteratur, 2002, ISBN: 9144040776

Säljö, R., "L.S. Vygotskij forskare, pedagog och visionär", kapitel 4 i "Boken om Pedagogerna", Redaktör Anna Forsell, Stockholm, Liber, 2005

Säljö, R., "Inget överträffar samtalet", Pedagogiskt magasin, s 1622, nr 1/03, 2003

Vetenskapsrådet, *Forskningsetiska principer inom humanistisk- samhällsvetenskaplig forskning*, [http://www.vr.se/download/18.668745410b37070528800029/HS\[1\].pdf](http://www.vr.se/download/18.668745410b37070528800029/HS[1].pdf)

Vygotskij, L., "Thought and Language", Originalförlag skrivet med Kyrilliska bokstäver, 1934, Revised and edited by Alex Kozukin, The MIT Press, 1986

**Bilaga 1 Originaltext för den akademiska texten för elektrisk spänning från
Quanta A. s.191 (Ekstig, Boström, & Bleckert, 2000)**

I en bandgenerator (Bild i marginalen utan förklarande text) flyttas laddningar mellan en större och en mindre kula. Det uppstår laddningar mellan kulorna. Med denna teknik kan man skapa mycket stora spänningar.

Det bildas ett elektriskt fält mellan de två laddade kropparna. Tydligt finns det ett samband mellan det elektriska fältet och spänningen. Vid tillräckligt höga spänningar kan man få en gnista, ett överslag, i form av en snabb elektrisk urladdning mellan kulorna. I luften finns det fria elektroner. I starkt elektriskt fält accelereras dessa och stöter ihop med luftmolekyler. Luften blir så varm att den lyser. Den plötsliga uppvärmningen gör att luften expanderar i en ljudvåg som vi uppfattar som knall.

En användbar spänningskälla måste kunna ge en kontrollerbar urladdning. Det var först år 1800 som man fick tillgång till en sådan spänningskälla då Alessandro Volta konstruerar ett batteri som kunde ge en varaktig likspänning. Voltas stapel består av ett antal celler sammankopplade från pluspol till minuspol, en seriekoppling. Den spänning som uppstår mellan batteriets poler är en följd av att kemiska energi omvandlas till elektrisk energi.

Spänning betecknas med U och enheten är 1 Volt (en volt).

Den elektriska spänningen mäts med en voltmeter. Spänning mäts alltid mellan två punkter i en elektrisk krets. Man ansluter voltmeter till de två punkterna.

(*Quanta A*, s 191)

**Bilaga 2 Originaltext för den akademiska texten för fotosyntes från *Gymnasiekemi A*
(Andersson et al, 2000, s 192)**

En mindre del av solljusets energi utnyttjas av växterna när de bygger upp energirika föreningar. Den här processen, fotosyntesen, är den viktigaste energiupptagande kemiska reaktionen på vår jord. Genom fotosyntesen bildas en energirik kemisk förening, glukos. Summaformeln för reaktionen, som i själva verket sker i många steg, är:



Som vi ser av formeln ger fotosyntesen också syre. Luftens syre ingår i ett kretslopp i naturen. Syre förbrukas vid olika processer men återbildas ständigt genom fotosyntesen.

En del av glukosen omvandlas av växterna till andra energirika ämnen, t.ex. stärkelse och cellulosa. Energin som tas upp genom fotosyntesen används också när växterna bildar fetter och proteiner.

Växterna utnyttjas – direkt eller indirekt – som energikälla av andra levande organismer. Livet på jorden är alltså helt beroende av solenergin som tas upp genom fotosyntesen.

Bilaga 3 **Originaltext för den akademiska texten för ekvationer från
Matematik 3000, Kurs A (Björk et al, 2003, s 164)**

Exempel Kostnaden K för att framställa x broschyrer vid
en reklamkampanj kan beräknas med formeln

$$K = 500 + 3x$$

Hur många broschyrer kan man tillverka för 2000 kr?

Formeln ger: $2000 = 500 + 3x$

Ekvation Vi kallar en sådan likhet för en *ekvation*.

2000 är ekvationens vänstra led (VL).

$500+3x$ är ekvationens högra led (HL).

Om vi bestämmer det okända talet x så att vänstra ledet
blir lika med högra ledet, har vi löst ekvationen.

I det här fallet kanske du direkt ser att lösningen är $x = 500$.

Lösning Annars kan du göra så här:

1. Subtrahera först 500 från båda leden

$$2000 - 500 = 500 - 500 + 3x$$

$$1500 = 3x$$

2. Dividera sedan båda leden med 3

$$\frac{1500}{3} = \frac{3x}{3}$$

$$500 = x$$

$500 = x$ Du har x fritt. Lösningen är klar.

$$x = 500$$

Rot Vi säger också att $x = 500$ är en rot till ekvationen.

Bilaga 4 Facit till fysikfrågorna

De rätta svarsalternativen är markerade i fetstil.

7) En elektron är

- plusladdad
- minusladdad**
- neutral
- oladdad
- Vet ej.

8) En spänningskälla

- består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en spänning
- består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en ström
- består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en spänning**
- består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en ström
- består av en kemisk reaktion
- Vet ej.

9) Storleken på en elektrisk spänning beror på

- hur stor laddningsskillnaden är mellan två laddade områden oberoende av avståndet mellan områdena
- hur stor laddning elektronerna har
- hur stor laddningsskillnaden och avståndet är mellan två laddade områden**
- hur stor strömmen är mellan två laddade områden
- hur stor avståndet är mellan två laddade områden oberoende av deras laddning
- Vet ej.

10) Elektrisk ström beror på en drivkraft att

- utjämna olikheter i spänning**
- utjämna olikheter i rörelse
- utjämna olikheter i elektrisk energi
- öka den kemisk energi i ett batteri
- bevara elektrisk energi i ett batteri
- Vet ej.

11) I en elektrisk krets är en lampa inkopplad. Om man ökar spänningen tror du då att strömmen

- minskar?
- är oförändrad?
- ökar?**
- försvinner?
- är oberoende av spänningen?
- Vet ej

12) Vad sker vid en elektrisk urladdning?

- elektronerna rör på sig för att utjämna potentialskillnaden**
- elektronerna rör på sig så att det uppstår en potentialskillnad
- elektronerna blir laddade
- det blir en laddning mellan olika elektroner
- man laddar ett batteri
- Vet ej

Bilaga 5 Facit till kemifrågorna

De korrekta svarsalternativen är markerade i fetstil.

7) **Kemiska föreningar innehåller energi. Vilka av följande påståenden är sanna?**

- glukos och syre innehåller mer energi än vatten och koldioxid
- glukos och syre innehåller mindre energi än vatten och koldioxid
- glukos och syre innehåller lika mycket energi som vatten och koldioxid
- vet inte

8) **Tallplantor på ett kalhygge har vuxit. Den största delen av massan består av cellulosa som är hopkopplade glykosmolekyler. Varifrån kommer den ökade massan i plantorna?**

- koldioxid
- vatten
- marken
- syrgas
- gödsel
- vet inte

9) **Varifrån kommer kolatomerna, C, som finns i den glukos/kolhydrat som bildas?**

- växternas rötter
- luft
- marken
- gödsel
- kloforyll i bladen
- vet inte

10) **Fördelen med fotosyntesen för växterna är att:**

- skapa O₂
- växterna skall kunna växa
- rena luften från CO₂
- skapa koldioxid
- vet inte

11) **Vilka av följande påståenden är sanna?**

- växter börjar lysa om fotosyntesen går baklänges
- en människa som äter mycket morötter behöver inte andas så mycket syre
- koldioxid innehåller vatten
- vatten förbrukas vid fotosyntesen
- fotosyntesen är inte viktig för t.ex. potatis som växer under jorden
- fotosyntesen sker främst på kvällar och nätter eftersom det är mycket fukt i luften då
- vet inte

12) **I en vanlig bilmotor sprutas luft och bränsle, d.v.s. en kemisk förening av bl.a. kol och väte, in en cylinder där förbränning sker (- alltså det brinner kontrollerat). Vad bildas i huvudsak då?**

- väte
- glukos
- syrgas
- koldioxid
- vatten
- Vet ej

Bilaga 6 Facit till matematikfrågorna

De korrekta svarsalternativen är markerade i fetstil.

12) $K = 500 + 3x$. $K = 2000$ när $x = 500$. Vad är K när $x=1000$?

- 2000 kr
- 4000 kr
- 1000 kr
- 3500 kr**
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

13) Kostnaden för att tillverka broschyrer är 500 kronor plus 3 kronor per broschyr. Hur mycket kostar det att tillverka 1000 broschyrer jämfört med 500 broschyrer?

- mer än dubbelt så mycket
- mindre än dubbelt så mycket**
- samma pris
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

14) Ett alternativ till broschyrer är annonser. Den fasta kostnaden är 200 kr. Varje annons kostar 3 kr. Hur många reklamaffischer blir det för samma kostnad som broschyrerna (i fråga 2)?

- samma antal som broschyrerna
- fler än broschyrerna**
- färre än broschyrerna
- det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta
- vet inte

15) Vilka av följande påståenden är sanna?

- Kostnaden beror på antalet broschyrer**
- Antalet broschyrer beror på kostnaden**
- K blir $500 + 3x$**
- K är lika stor som $500 + 3x$**
- x är lika stor som $(K-500)/3$**
- vet inte

16) Vilka av följande uttryck kan man använda för att beräkna priset, P , för 200 broschyrer om $P = 500 + 3a$ och a är antalet broschyrer?

- $3x + 500 = K$, beräkna K när $x = 200$**
- kostnaden är $500 + 3 \cdot 200$**
- $a = (200-500)/3$
- för lite information
- vet inte

17) Du har 2000 kronor att köpa broschyrer för och har kontaktat olika tillverkare. Hos alla kostar det 3 kronor per broschyr men det fasta priset, F , är olika. Var får du flest broschyrer?

- om $F = 200$
- om $F = 500$
- om $F = 0$**
- om $F = 2500$
- vet inte

Bilaga 7 Sammanställning av svarsfördelningen (totalt och för respektive enkät (A /B) och signifikanta påverkans variabler

Förklaringar och förkortningar:

<p>Tabellhuvud: Totalt svarat: Totalt antal som har svarat alternativet % läst enkät A: % av de som har svarat som har läst den akademiska texten % läst enkät B: % av de som har svarat som har läst den berättande texten Variabler: Variabler för vilka det finns ett samband med om man har svarat (sign.nivå > 95%), för de där enkät, språk elelr enkät*språk är signifikant anges ävn F-värdet och signifikansnivån.</p>	<p>Variabelförkortningar prg: program sk: skola enk: enkät spr: språkbakgrund k : kön</p>
--	--

FYSIK

FRÅGA och SVARSALTERNATIV. De korrekta svaren är markerade med kursiverad stil och gråmarkerade	Totalt svarat	% läst Enkät A	% läst Enkät B	Variabler för vilka det finns ett samband med om man har svarat (sign.nivå > 95%)
1. En elektron är				
plusladdad	44	57%	43%	prg
<i>minusladdad</i>	277	50%	50%	skola, prg
neutral	23	52%	48%	skola, prg, skola*enk, pgr*enk*spr
oladdad	8	50%	50%	prg, k , prg*spr
Vet ej	15	53%	47%	
Ej svarat	0			
2. En spänningskälla				
består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en spänning	44	52%	48%	spr (F: 12,913,sign:0,000), sk*spr*enk
består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en ström	53	42%	58%	ingen
<i>består av två delar som är olika elektriskt laddade vilket skapar en spänning</i>	193	51%	49%	spr (F: 15,077, sign: 0,000)
består av en del som är elektrisk laddad vilket skapar en ström	22	50%	50%	ingen
består av en kemisk reaktion	8	63%	38%	ingen
Vet ej	42	64%	36%	
Ej svarat	5	0%	100%	
3. Storleken på en elektrisk spänning beror på				
hur stor laddningsskillnaden är mellan två laddade områden oberoende av avståndet mellan områdena	65	52%	48%	sk*spr, enk*spr (sk*k*spr)
hur stor laddning elektronerna har	56	54%	46%	sk, prg*k, (prg*k*enk*spr)
<i>hur stor laddningsskillnaden och avståndet är mellan två laddade områden</i>	134	41%	59%	enk * spr
hur stor strömmen är mellan två laddade områden	35	74%	26%	enk (F: 4,030, sign: 0,046)
hur stor avståndet är mellan två laddade områden oberoende av deras laddning	20	50%	50%	prg

Vet ej	52	56%	44%	
Ej svarat	8	63%	38%	
4. Elektrisk ström beror på en drivkraft att				
<i>utjämna olikheter i spänning</i>	122	42%	58%	prg*enk, k*enk
utjämna olikheter i rörelse	44	57%	43%	enk (F: 3,032, sign: 0,048)
utjämna olikheter i elektrisk energi	100	50%	50%	sk*enk, k*enk
öka den kemisk energi i ett batteri	10	70%	30%	ingen
bevara elektrisk energi i ett batteri	28	46%	54%	spr (F: 4,154, sign: 0,043), sk*spr
Vet ej.	59	68%	32%	
Ej svarat	6	17%	83%	
5. I en elektrisk krets är en lampa inkopplad. Om man ökar spänningen tror du då att strömmen				
minskar	38	37%	63%	(prg*k*spr, k*enk*spr)
är oförändrad	47	53%	47%	ingen
<i>ökar</i>	203	52%	48%	sk, k*spr, k*enk*spr
försvinner	12	58%	42%	
är oberoende av spänningen	35	54%	46%	ingen
Vet ej	30	57%	43%	
Ej svarat	1	0%	100%	
6. Vad sker vid en elektrisk urladdning?				
<i>elektronerna rör på sig för att utjämna potentialskillnaden</i>	121	45%	55%	sk, (prg*k*enk*spr)
elektronerna rör på sig så att det uppstår en potentialskillnad	79	49%	51%	sk*spr
elektronerna blir laddade	34	53%	47%	ingen
det blir en laddning mellan olika elektroner	47	60%	40%	ingen
man laddar ett batteri	15	73%	27%	sk*k, k*spr
Vet ej	64	55%	45%	
Ej svarat	8	38%	63%	

KEMI

FRÅGA och SVARSALTERNATIV. De korrekta svaren är markerade med kursiverad stil och gråmarkerade	Totalt svarat	% läst Enkät A	% läst Enkät B	Variabler för vilka det finns ett samband med om man har svarat (sign.nivå > 95%)
1. Kemiska föreningar innehåller energi. Vilka av följande påståenden är sanna?				
<i>glukos och syre innehåller mer energi än vatten och koldioxid</i>	133	52%	48%	ingen
glukos och syre innehåller mindre energi än vatten och koldioxid	75	48%	52%	sk, k*enk, (prg*enk*spr)
glukos och syre innehåller lika mycket energi som vatten och koldioxid	92	54%	46%	sk, prg (prg*k*spr)
vet inte	58	52%	48%	
Ej svarat	7	14%	86%	
2. Tallplantor på ett kalhygge har vuxit. Den största delen av massan består av cellulosa som är hopkopplade glykosmolekyler. Varifrån kommer den ökade massan i plantorna?				
<i>koldioxid</i>	140	44%	56%	ingen
<i>vatten</i>	100 [◇]	51%	49%	enk*spr (F: 4,218, sign: 0,041)
marken	49 [◇]	53%	47%	ingen
syrgas	29	41%	59%	(prg*k*spr)
gödsel	30	50%	50%	ingen
vet inte	58	64%	36%	
Ej svarat	7	71%	29%	
3. Varifrån kommer kolatomerna, C, som finns i den glukos/kolhydrat som bildas?				
växternas rötter	38	66%	34%	enk (F: 6,716, sign: 0,010), (prg*k*enk)
<i>luft</i>	165	52%	48%	sk, prg prg*enk
marken	49	47%	53%	ingen
gödsel	19	37%	63%	sk sk*spr
kloforyll i bladen	50	42%	58%	sk, prg, (prg*k*enk*spr)
vet inte	48	54%	46%	
ej svarat	4	25%	75%	
4. Fördelen med fotosyntesen för växterna är att:				
skapa O ₂	105	54%	46%	sk, sk*spr
<i>växterna skall kunna växa</i>	140	45%	55%	ingen
rena luften från CO ₂	77	55%	45%	k*spr, (prg*k*spr)
skapa koldioxid	39	49%	51%	ingen
vet inte	29	66%	34%	
ej svarat	4	25%	75%	

5. Vilka av följande påståenden är sanna?				
växter börjar lysa om fotosyntesen går baklänges	16	44%	56%	
en människa som äter mycket morötter behöver inte andas så mycket syre	18	39%	61%	ingen
koldioxid innehåller vatten	82	54%	46%	ingen
<i>vatten förbrukas vid fotosyntesen</i>	206	50%	50%	sk, prg*k, prg*enk, (sk*k*enk)
fotosyntesen är inte viktig för t.ex. potatis som växer under jorden	43	42%	58%	ingen
fotosyntesen sker främst på kvällar och nätter eftersom det är mycket fukt i luften då	40	53%	48%	enk*spr enk*spr*k
vet inte	54	63%	37%	
ej svarat	4	0%	100%	
6. I en vanlig bilmotor sprutas luft och bränsle, d.v.s. en kemisk förening av bl.a. kol och väte, in en cylinder där förbränning sker (- alltså det brinner kontrollerat). Vad bildas i huvudsak då?				
väte	33	42%	58%	ingen
glukos	27	37%	63%	k*enk
syrgas	37	54%	46%	k, sk*enk, (sk*k*snk)
<i>koldioxid</i>	215 ^{◇◇}	51%	49%	spr (F: 5,647, sign: 0,018)
<i>vatten</i>	16 ^{◇◇}	75%	25%	prg
Vet ej	51	55%	45%	
ej svarat	4	50%	50%	

◇ varav 30 st har svarat korrekt på båda svarsalternativen: koldioxid och vatten

◇◇ varav 8 st har svarat korrekt på båda svarsalternativen: koldioxid och vatten

MATEMATIK

FRÅGA och SVARSALTERNATIV. De korrekta svaren är markerade med kursiverad stil och gråmarkerade	Totalt svarat	% läst Enkät A	% läst Enkät B	Variabler för vilka det finns ett samband med om man har svarat (sign.nivå > 95%)
1. $K = 500 + 3x$. $K = 2000$ när $x = 500$. Vad är K när $x=1000$?				
2000 kr	18	39%	61%	ingen
4000 kr	63	54%	46%	ingen
1000 kr	23	35%	65%	enk (F:4,138, sign: 0,043) , prg*k, prg*spr, (prg*k*spr)
<i>3500 kr</i>	182	56%	44%	sk, (prg*k*spr)
det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta	25	36%	64%	
vet inte	43	53%	47%	
Ej svarat	12	25%	75%	
2. Kostnaden för att tillverka broschyrer är 500 kronor plus 3 kronor per broschyr. Hur mycket kostar det att tillverka 1000 broschyrer jämfört med 500 broschyrer?				
mer än dubbelt så mycket	106	52%	48%	k, prg*enk
<i>mindre än dubbelt så mycket</i>	146	51%	49%	prg
samma pris	32	44%	56%	prg*k, sk*spr, (sk*k*spr)
det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta	16	50%	50%	ingen
vet inte	58	60%	40%	
Ej svarat	11	18%	82%	
3. Ett alternativ till broschyrer är annonser. Den fasta kostnaden är 200 kr. Varje annons kostar 3 kr. Hur många reklamaffischer blir det för samma kostnad som broschyrerna (i fråga 2)?				
samma antal som broschyrerna	21	48%	52%	ingen
<i>fler än broschyrerna</i>	150	47%	53%	prg
färre än broschyrerna	61	61%	39%	sk*k
det finns för lite information i texten för att kunna räkna ut detta	33	61%	39%	enk (F: 4,490, sign: 0,035), enk*spr (F: 4,153, sign: 0,043)
vet inte	89	53%	47%	
Ej svarat	14	29%	71%	
4. Vilka av följande påståenden är sanna?				
<i>Kostnaden beror på antalet broschyrer</i>	142	51%	49%	sk
<i>Antalet broschyrer beror på kostnaden</i>	59	42%	58%	prg, k*spr
<i>K blir $500 + 3x$</i>	143	52%	48%	prg*spr
<i>K är lika stor som $500 + 3x$</i>	99	55%	45%	enk(F:10,485, sign:0,001), prg*k, (prg*enk*spr)
<i>x är lika stor som $(K-500)/3$</i>	63	46%	54%	ingen
vet inte	62	60%	40%	
Ej svarat	15	27%	73%	

5. Vilka av följande uttryck kan man använda för att beräkna priset, P, för 200 broschyrer om $P = 500 + 3a$ och a är antalet broschyrer?				
$3x + 500 = K$, beräkna K när $x = 200$	94	54%	46%	prg, (sk*k*spr, sk*enk*spr)
<i>kostnaden är $500 + 3 \cdot 200$</i>	134	51%	49%	k*spr
$a = (200-500)/3$	34	47%	53%	ingen
för lite information	28	64%	36%	k, sk*spr, (sk*k*enk, sk*k*spr)
vet inte	103	51%	49%	
Ej svarat	19	37%	63%	
6. Du har 2000 kronor att köpa broschyrer för och har kontaktat olika tillverkare. Hos alla kostar det 3 kronor per broschyr men det fasta priset, F, är olika. Var får du flest broschyrer?				
om $F = 200$	30	33%	67%	(k*spr*enk)
om $F = 500$	40	50%	50%	prg*enk
<i>om $F = 0$</i>	159	57%	43%	spr, prg, (sk*enk*spr)
om $F = 2500$	28	57%	43%	spr, sk, sk*spr
vet inte	93	49%	51%	
Ej svarat	17	29%	71%	

Bilaga 8 Kommentarer på enkäterna

Texterna:

”grymt jobbiga texter att få ut något information ifrån, gör inga böcker med sådan text [Berättande text]
frågorna är svåra att fatta” [berättande text]

Om Fy texten:

”texten var bra men lite för utdragen och jag började snabbt läsa flummig. Jag hade dessutom förkunskaper innan. ”

Om Ma texten:

Berättande Ma text: ”Mycket bättre än matteboken! Men jag fattar inte matte”
”bra forumlerat för någon som har svårt för matte. Inte i mitt fall dock ”

Frågorna:

”visste inte vad kalhygge betyder”
”tråkig att fylla i ”
”orkar inte svara”
”hann inte alla frågorna”

Ma frågorna:

”hann ej!”
”förstår ej frågan” – vid matematikfråga #3
”orkar inte” – vid matematikfråga #3

Kemifrågorna:

”Jag fick ingen hjälp av texten.” [akademisk text]

Generellt:

”Har inte läst texten”
”Förvänta er inte att man är seriös”
”Obs! läste inte texterna, pga prov, så räkna ej detta resultat för seriöst”
”Har psykisk spärr, kan inte läsa natursaker, sorry” [akademisk text]
”Denna undersökning sög orkade inte sätta mig in i den