

# EXAMENSARBETE

## *Hösten 2009*

*Läroarutbildningen*

Fotosyntesspel på ett science center –  
lärande eller bara roligt?

**Författare**  
Sven Burreau

**Handledare**  
Ola Magntorn



# Fotosyntesspel på ett science center – lärande eller bara roligt?

Sven Burreau

## **Abstract**

I den föreliggande studien diskuteras och undersöks olika aspekter av lärandet som sker på ett science center. I arbetets empiriska del undersöks om elever från skolår 4 till gymnasiet år 3 lär sig något om hur fotosyntesen går till, genom att spela det dataspel som heter *Fotosyntesen*. Totalt ingick i studien 182 elever, uppdelade på tre åldersklasser. Alla deltagande elever fick svara på en enkät med frågor om fotosyntesen. Hälften av dem fick först spela *Fotosyntesen*. Resultaten visar att spelet har en signifikant positiv påverkan på elevernas svar på vad som behövs i fotosyntesen. Någon motsvarande effekt av spelet sågs dock inte när det gällde kunskap om fotosyntesens produkter. Dessa resultat gällde för alla åldersklasser. Resultaten förklaras i studien med att kontroll på fotosyntesprodukterna inte poängmässigt gynnar den som spelar spelet, till skillnad från kontroll på ljus och de ämnen som behövs i fotosyntesen. När det gäller djupare förståelse om fotosyntesen visade sig spelets effekt vara åldersberoende. De av de äldre elever som spelat spelet uppvisade bättre djupförståelse än de som inte spelat spelet. Följaktligen lär sig alla som spelar *Fotosyntesen* mer om processen, och för äldre elever gäller detta även den djupare förståelsen.

**Ämnesord:** science center, fotosyntes, lärande, dataspel, elevundersökning



## INNEHÅLL

Introduktion.....	5
Lärande på science center .....	5
Svårigheter vid mätandet av kunskap.....	6
Fotosyntesen – ett svårt och viktigt naturvetenskapligt begrepp .....	7
Syftet med den föreliggande studien.....	8
Material och Metod .....	9
Spelet Fotosyntesen.....	9
Eleverna som deltog i undersökningen .....	12
Enkäten som eleverna fick svara på .....	13
Resultat.....	15
Resultat från Fråga 1, om vad som går åt i fotosyntesen .....	15
Resultat från Fråga 2, om vad som bildas i fotosyntesen.....	17
Resultat från Fråga 3, om mekanismen bakom växters biomasseökning i fotosyntesen .	18
Diskussion .....	21
Lärande om fotosyntesen .....	25
Sammanfattning .....	27
Referenser.....	28



## Introduktion

År 2008 beräknades 290 miljoner människor besöka de cirka 2400 science center som finns runt om i världen (Torontodeklarationen, 2008). I Sverige finns det 17 science center som är anslutna till Föreningen Svenska Science Center (FSSC 2010). Ett science center är tänkt att öka intresset för naturvetenskap och teknik hos allmänheten, med ett särskilt fokus på barn och ungdomar. Science center eftersträvar att utveckla inspirerande lärmiljöer. För att nå detta syfte består science center-anläggningarna av interaktiva utställningar som ska locka besökare. Dessutom eftersträvar science center att öppna för debatter och dialoger om vetenskapliga frågor (FSSC 2004). De interaktiva anläggningarna på science centers består bland annat av så kallade stationer. Stationerna ska å ena sidan vara lockande och roliga och å andra sidan vara lärande inom det tekniska eller naturvetenskapliga området. Exempel på sådana stationer kan vara lärande dataspel.

Via Skolverket betalar den svenska staten årligen ut statsstöd till science center som uppfyller vissa kriterier. Bland kraven staten ställer upp finns att verksamheten riktar sig till allmänheten, men vid fördelningen av pengar ska Skolverket särskilt ta hänsyn till om centren stimulerar barns och elevers lärande (SFS 1997). År 2009 uppfyllde 14 av Sveriges science center Skolverkets krav för statsbidrag. År 2010 fördelar Skolverket ut 28,5 miljoner kronor till science center i Sverige (Skolverket 2010).

### *Lärande på science center*

Dierking och Falk (1994) har i en översiktsstudie undersökt olika aspekter av lärandet som sker på science centers och andra platser för informellt lärande. De olika studier som ligger till grund för artikeln består både intervju- och enkätundersökningar som riktats till besökarna. I vissa fall har så kallade *pre- och post-tester* genomförts där besökarnas kunskaper före och efter ett besök på in informell lärandesituation undersökts. Författaren påpekar särskilt vikten av besökarnas motivation som en gynnsam faktor för att lärande ska ske. Wilde och Urhahne (2008) har genom så kallade pre- och posttest undersökt vilken slags uppgifter som skolelever dels uppskattar mest och dels lär sig mest av vid ett besök på ett naturhistoriskt museum. Uppgifterna karakteriserades som ”öppna” eller ”slutna” och författarna kom fram till att en kombination av de två sorternas uppgifter både var mest uppskattat och mest effektiv som lärandeinstrument, både på kort och längre sikt

I Sverige har två doktorsavhandlingar undersökt olika aspekter på science center som institutioner för lärande. Fors (2006) har skrivit en doktorsavhandling som grundar sig på en empirisk undersökning med sammanlagt fem intervjuade personer. Studien fokuserar på hur de fem ungdomarna uppfattar anläggningen vid ett av de science center som finns i Sverige. Författaren drar slutsatsen att anläggningen bjuder för lite av öppna och problematiserande frågor för att locka tonåringar. Forss (2006) har inte studerat pedagogisk verksamhet vid centret, utan begränsat sin studie till själva anläggningen.

Eva Davidsson har skrivit en doktorsavhandling (Davidsson, 2008) som grundar sig på fyra empiriska studier med enkäter och intervjuer till personalen på nordiska science center. Personalkategorin hon valt att ställa frågor till är i de som planerar och konstruerar stationer. I Davidsson & Jakobsson (2007) undersöks personalens vetenskapssyn genom en enkätundersökning till 66 personer på alla de science center som fanns i Norden vid tiden för studien. Författarna kommer fram till att utställningar på science center tenderar att visa upp en ganska oproblematiserad vetenskapsbild. I (Davidsson & Jakobsson 2008) undersöker författarna vad personalen på science center har för syn på det lärande som besökarna går igenom, genom 17 intervjuer.

Jakobsson (2003) har utvärderat ett ämnesövergripande pedagogiskt skolprojekt, grundat i öppna frågor, som bland annat bedrevs på det science center där Forss (XXXX) gjorde sin empiriska studie. Jakobsson (XXXX) rapporterar att det studerade projektet avsevärt ökar de deltagande tonåringarnas intresse för teknik, i synnerhet flickors.

Varken Jakobsson (2003), Fors (2006), Davidsson & Jakobsson (2007, 2008) eller Davidsson (2008) eller gör några kvantitativa undersökningar av lärandet inom specifika naturvetenskapliga begrepp på science center.

### *Svårigheter vid mätandet av kunskap*

Vad som lockar en publik till ett science center kan sägas vara mätbart, t.ex. genom mätningar av besökar- eller deltagarantal på ett science center, på en kurs eller liknande. Utvärderingar till besökarna kan också ge liknande kunskap. Vad man skulle vilja ha bättre kunskap om, är hur mycket besökare på ett science center egentligen lär sig till exempel genom att använda de



så kallade stationer som utställningarna består av. Att mäta vad någon har lärt sig är dock alltid en mycket svår uppgift. Det som är lätt att mäta är ofta det som inte är intressant att veta och det som är intressant att veta är ofta det som inte är lätt att mäta. Detta är ett dilemma som är välkänt från debatten om skolans förmedlande av kunskap, synen på prov i skolan och synen på betyg. Dessutom finns det grundläggande problemet att man inte egentligen kan mäta vad en annan människa kan, utan bara vad hon kan förmedla att hon kan. Språket, i en eller annan mening, står alltså som ett mer eller mindre dunkelt filter mellan den utvärderande och den utvärderade. I Sverige har man genomfört mätningar av skolelevs kunskaper inom matematik och NO i flera omgångar, se t.ex. (Andersson 2001, Skolverket 2004 och Andersson et al 2005). Ofta består undersökningarna av frågor som påminner om frågor på ett prov, med högre eller lägre krav på elevernas färdigheter att formulera sina kunskaper i skrift. Resultaten från studierna är ofta nedslående och visar på nödvändigheten att förbättra undervisningen inom en rad olika områden.

#### *Fotosyntesen – ett svårt och viktigt naturvetenskapligt begrepp*

Motiveringar till undervisning inom naturvetenskapliga ämnen har beskrivits av Sjöberg (2005 s. 155-182). Att ha en god kunskap om hur naturen fungerar är en viktig del av grunderna för att man som vuxen ska kunna agera relevant i samhället. De elever som en lärare möter kanske inte kommer att bedriva högre studier inom naturvetenskapliga ämnen, men kommer snart att vara vuxna medborgare i ett demokratiskt samhälle. I detta kommer de att tvingas ta ställning såväl i politiska val och i andra situationer, till exempel de val man gör som konsument. Då behövs en naturvetenskaplig allmänbildning för att man ska kunna navigera säkert i omvärlden.

I ämnet biologi finns som ett återkommande undersökningsobjekt kunskaper om fotosyntesen. Fotosyntesen måste ju sägas vara en av de viktigaste processerna som pågår på jorden, och alltså en angelägen sak att förmedla kunskap inom. Tyvärr är det en fråga många har svårt med, vilket t.ex. påpekas av Skolverket (2004) och Andersson et al (2005). En beklämmande låg andel av de undersökta niondeklasseleverna har i dessa studier kunnat ge svar som motsvarar betyget G eller VG i dessa undersökningar.

Flera studier har försökt förklara varför fotosyntes är ett så svårt begrepp. Simpson & Arnold (1982) visar på problemet med elevers ovetenskapliga vardagsföreställningar och kraften i

dessa. Det vanligaste exemplet utgörs av föreställningen att växter tar upp byggmaterial till ny biomassa genom rötterna. Författarna visar att skolundervisning som synbarligen har lyckats kan ha missat sitt mål på ett djupare plan, eftersom eleverna tenderar att behålla de hemmasnickrade idéerna parallellt med det nya tankesystem som skolan undervisar. När skolan genom prov undersöker elevernas kunskaper använder eleverna i högre utsträckning skolmodellen för fotosyntes, men när de under friare former får beskriva hur det går till använder de likafullt sin gamla förklaringsmodell. Författarna påpekar vikten av att utforma frågor på ett sådant sätt att man får reda på om eleverna verkligen inkorporerat den naturvetenskapliga förklaringsmodellen.

Stavy et al (1987) rapporterar att eleverna de undersökt har svårt att förstå att luftens koldioxid är källan till det kol som bygger upp växternas biomassa. Författarna menar att det har att göra med att det är svårt att förstå att gaser har massa, dvs att de är materiella överhuvudtaget. Författarna visar i ett fint försök att det förhåller sig så, även bland elever som på ett ytligt plan verkar förstå att gaser har massa. Svårigheten med att förstå koldioxidens roll i fotosyntesen har även visats i Wandersee (1983). Författaren, som jämför elever på olika nivå i undervisningssystemet, visar även att detta hör till de frågor som inte bara är svåra för de yngre eleverna, utan att det också hör till de frågor som eleverna förbättrar sig minst inom. Författaren nämner möjligheten att fotosyntes som begrepp undervisas för snabbt och för abstrakt. Helldén (1994 s. 108-123) påpekar den kraft experimentet har då man i grunden vill förändra elevers föreställningar om naturvetenskapliga processer, såsom fotosyntesen. Motiv för naturvetenskapliga experiment i undervisningen förs också fram av Harlen (2002) som även tecknar en bild hur man bör bygga upp undervisning kring naturvetenskapliga experiment.

### *Syftet med den föreliggande studien*

Den föreliggande studien syftar till att undersöka huruvida det lärande som avsetts vid utformandet av ett lärande dataspel på ett science center verkligen äger rum, när ingen pedagogisk personal hjälper besökaren. Som undersökningsobjekt har jag valt ut spelet *Fotosyntesen*. Spelet finns på Kreativum som är ett science center i Karlshamn. I studien undersöks i vilken grad besökare som spelar spelet lär sig något om processen fotosyntes: vad som behövs i processen, vad som bildas och hur man förklarar ökningen av biomassa som sker. Målet var att få kvantitativa mått på det eventuella lärandet, både på en ytlig och en

djupare nivå. Studien syftar också till att klargöra om det, vid spelandet av dataspelet, finns genus- och/eller åldersrelaterade skillnader bland de spelande besökarna med avseende på lärande om fotosyntesen.

Jag har valt att begränsa mig till att undersöka lärandet i en enda station, istället för att studera denna som en del av det teoretiska utställningssammanhang där den är placerad. Jag har valt att inte studera lärandet som sker inom ramen för pedagogiska program på ett science center. Konstruktionen av studien är avsedd att leda till mätbara data som går att statistiskt jämföra mellan grupper i studien och koppla eventuella skillnader till en enda verksamhet. Metoden med enkäter har valts eftersom det antagligen krävs ett ganska stort antal deltagande elever för erhålla tillräcklig statistisk säkerhet i analyserna. Alternativet med intervjuer, vilket ju är bättre för att undersöka djupare förståelse hos eleverna, hade inneburit ett alltför stort arbete. Jag har bland annat använt en fråga om fotosyntes som tidigare använts i nationella studier (Andersson, 2001) (Skolverket, 2004) (Andersson et al 2005), för att möjliggöra en jämförelse mellan eleverna i den föreliggande studien med elever i tidigare studier. Denna fråga kan ge en ganska bra bild av djupförståelsen hos eleverna. Metoden jag valt är alltså följden av en avvägning mellan statistisk säkerhet å ena sidan och djupare kunskap om elevernas djupförståelse å den andra. Jag valt ut elever med ett brett åldersspann, från skolår 4 till gymnasieår 3, för att öka chansen att upptäcka eventuella skillnader mellan åldersgrupperna.

## **Material och Metod**

I detta avsnitt beskrivs hur det undersökta spelet fungerar, vilka besökare som deltog i studien och hur enkäten utformades.

### *Spelet Fotosyntesen*

Undersökningen gjordes under höstterminen 2009 på Kreativum som är ett science center i Karlshamn. Spelet jag valde att undersöka heter *Fotosyntesen* och är producerat av företaget Gameport i samarbete med Kreativum. Spelet bygger på så kallade Green-Screen-teknik där spelaren agerar framför en grönmålad vägg (Figur 1).



Figur 1. Uppställningen för spel som bygger på Green-Screen-teknik. Spelaren ser sig själv i spelmiljön på skärmen framför sig.

En kamera filmar spelaren och väggen samt skickar bilden till en dator i vilken allting med ”rätt” gröna färg ersätts med spelmiljön. Spelbilden, som alltså är en kombination av kamerans bild och en dataanimerad bild, projiceras framför spelaren så att han eller hon ser sig själv i spelmiljön (Figur 2).



Figur 2. Spelmiljön i spelet *Fotosyntesen* under spelets gång. Spelaren ska samla in sol, vatten och koldioxid, varvid träden växer och syre bildas.

I spelet, som varar 1 minut, gäller det att hjälpa träden med fotosyntes. Spelaren ska samla in lagom mycket vatten, solljus och koldioxid. På så sätt växer träden och syrgas bildas. Syrgasen samlas ihop i en poängräknare på så sätt att mängden bildad syrgas styr hur mycket poäng man får. I spelet missgynnas man om man samlar på sig alltför mycket av solljus eller vatten, men inte av alltför mycket koldioxid.

Innan spelet börjar får man dels muntliga instruktioner av en uggle som sitter och pratar i ett träd, och dels skriftliga instruktioner. I de muntliga instruktionerna uppmanas man att samla in vatten, solljus och koldioxid i lagom proportioner. I de skriftliga instruktionerna får man se vad som ska samlas in, vad som bildas (syrgas och socker) samt spelets symboler (Figur 3).



Figur 3. Startbilden i spelet, där instruktioner ges.

När spelet startar har ugglan somnat. Dess snarkningar är källan till koldioxiden som förekommer i spelet. Sol och vatten kommer från himlen. Spelaren märker om han eller hon

samlat för mycket vatten eller solljus dels genom att ugglan klagar, dels att träden ser ut att må sämre och dels genom att en del av bilden, där man ser vad man samlat in, blinkar rött.

### *Eleverna som deltog i undersökningen*

Jag valde att vända mig till besökskategorin skolelever dels för att underlätta jämförelser av resultaten med tidigare elevundersökningar och dels för att det var den dominerande besökarkategorin under undersökningstiden. De elever jag vänt mig till i undersökningen var elever som kom till Kreativum under skoltid. Jag vidtalade deras lärare inför besöket och bad dem undersöka om eleverna kunde tänka sig att delta i studien. Deltagarna fick veta att det var frivilligt att delta. När eleverna kom till Kreativum berättade jag att studien ingick i mitt examensarbete på lärarutbildningen vid Högskolan Kristianstad. Jag gav även en kort bakgrund till undersökningen, och beskrev hur den skulle genomföras. Jag berättade också att deltagarnas svar skulle behandlas konfidentiellt och att deltagarnas identitet inte gick att spåra i svaren. De 182 elever som deltog i studien delades in i följande grupper: skolår 4-5 (n=60), skolår 7-9 (n=61), respektive gymnasiets år 1-3 (n=61). Två av 7-9-klasserna var profilklasser med teknik och naturvetenskap som profil. I en av dessa gick bara killar. I övrigt var könsfördelningen jämn. Gymnasieeleverna gick på SP- respektive NV-programmen. Vid varje undersökningstillfälle deltog en klass. Sammanlagt genomfördes undersökningen vid elva tillfällen under höstterminen 2009.

Eleverna delades vid varje undersökningstillfälle slumpvis in i två lika stora grupper. Hälften av dem fick svara på enkäten direkt (kontrollgruppen) och hälften fick först spela spelet (spelgruppen). Utformningen av studien, med en spelgrupp och en kontrollgrupp, har högre validitet än så kallade pre- och post-test. Vid den senare sortens studie påverkar man deltagarna genom att de före den så kallade behandlingen (t.ex. att besöka en utställning, eller spela ett dataspel) vet vad den aktuella undersökningen fokuserar på. Sålunda kan man inte i sådana studier med säkerhet veta om det är behandlingen i sig eller vetskapen om vad som undersöks i studien som orsakar eventuella skillnader i resultat före, respektive efter behandlingen.

Eleverna i kontrollgruppen samlades i ett rum där jag först läste igenom enkäten högt och sedan delade ut den till eleverna. Eleverna uppmanades att under tystnad skriva så gott de kunde på alla frågor, men jag sa också att om de absolut inte hade en aning om vad de skulle

skriva på fråga 3 så behövde de inte. Elevernas lärare fick sedan vara kvar i rummet med kontrollgruppen medan jag gav instruktioner till spelgruppen.

Eleverna i spelgruppen instruerades att spela spelet två gånger efter varandra och att åtminstone lyssna färdigt på ugglan en gång. Så fort en elev spelat två gånger fick han eller hon följa med till ett annat rum där jag gav samma instruktioner som kontrollgruppen tidigare fått. Medan en elev spelade spelet tilläts de andra i spelgruppen att titta på och, om de ville, heja på eller hetsa den som spelade.

#### *Enkäten som eleverna fick svara på*

För att göra undersökningen konstruerade jag en enkät med tre frågor (Bilaga 1). Fråga 1 och 2 konstruerade jag själv medan fråga 3 har ingått i de nationella undersökningarna om elevers kunskaper i naturvetenskap 1992 och 2003 (Andersson, 2001) (Skolverket, 2004) (Andersson et al 2005). Kategorisering skiljde lite mellan studierna, men jag har för Fråga 3 använt metoden från den tidigaste. Eleverna fick i enkäten också skriva vilken klass (och eventuellt program) de gick i samt vilket kön de tillhörde.

Fråga 1 handlar om vad som behövs i fotosyntesen, medan Fråga 2 handlar om fotosyntesens produkter. Båda var frågor av ikryssningskaraktär, med tio saker att välja på. Fråga 3 som hämtades från (Andersson, 2001) var en skrivfråga som handlar om ursprunget till biomassans ökning när en skog växer till under 30 år. I Fråga 1 svarar man helt rätt om man kryssar för koldioxid, sol-ljus och vatten. I Fråga 2 ska man kryssa för socker och syre för att få helt rätt svar. För varje riktig ikryssning räknades en poäng, liksom för varje riktig avsaknad av ikryssning. Således kunde man maximalt få tio poäng i båda frågorna. Svaren på fråga 3 kategoriserades huvudsakligen enligt Andersson (2001) (Tabell 1).

Tabell 1. Svarskategorier för fråga 3, med exempel (Andersson, 2001)

KATEGORI	EXEMPEL PÅ ELEVSVAR
A TRÄDET HAR VÄXT	Träden växer och blir tyngre ju äldre de blir.
B FRÅN NÄRING/JORD/VATTEN, VAR FÖR SIG ELLER I KOMBINATIONER	Ifrån vatten och näring som trädet sugit upp ifrån marken.
C FRÅN SOL/SOLLJUS/LJUS, IBLAND ENBART, MEN OFTAST I KOMBINATION MED NÄRING/JORD/VATTEN	Näringen från jorden och solen.
D LUFTEN ANGES SOM KÄLLA TILL MASSÖKNINGEN, ANTINGEN ALLMÄNT ('LUFT') ELLER MED FELAKTIG BESTÄNDSDEL. ANDRA KÄLLOR KAN OCKSÅ FÖREKOMMA	De tusentals tonnen har kommit från marken och luften. Träden har omvandlat detta till näring som senare har blivit träd.
E KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING, VATTEN	De tonnen kommer från trädens bark, stam, grenar mm. De uppstår genom att trädet växer, får näring och vatten från marken och koldioxid från luften.
F KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING/VATTEN SAMT ANSATS TILL NATURVETENSKAPLIGT RESONEMANG	Från koldioxiden i luften kommer mycket kol, som trädet är uppbyggt av. När det sker fotosyntes sönderdelar trädet koldioxiden till kol och syre. Kolet används till att bygga upp trädet. Syret går ut i luften igen.
G ÖVRIGT	Från rötterna
J EJ FÖRKLARAT	

En skillnad mellan den föreliggande studien och de nämnda studierna (Andersson, 2001) (Skolverket, 2004) är att jag här vänder mig till ett mycket större åldersspann (skolår 4-gymnasiets år 3) Det är av naturliga skäl svårt för en elev i skolår 4 att ta till sig frågan som skrivits för betydligt äldre elever. För att minska det problemet valde jag att läsa alla frågor högt för alla elever. På så sätt minskade jag också svårigheterna för elever med lässvårigheter som kan ha funnits bland de deltagande eleverna.

Beroende på hur eleverna i den aktuella undersökning svarade fick jag lägga till en svarstypskategori: K. Somliga elever hänvisade nämligen till fotosyntesen på ett otydligt sätt, som svar på frågan om hur ökningen av biomassa kunde förklaras. I de fall när det inte gick att avgöra om de förstått vad fotosyntesen innebär, klassificerades svaret som tillhörande kategori K.



Enkäten är avsiktligt kortfattat formulerad för att så många som möjligt av de deltagande eleverna skulle fullfölja den. Detta var särskilt viktigt eftersom enkäten bland annat skulle användas och förstås av elever i skolår 4.

För att undersöka om det mellan grupperna fanns signifikanta skillnader i poäng för Fråga 1 och 2 gjordes ANOVA-test ( $\alpha=0,05$ ). Vid signifikanta skillnader användes Tukeys HSD-test som post-hoc test. Till dessa analyser användes programmet Statistica.

## **Resultat**

De flesta av de elever som deltog i studien verkade tycka att det var acceptabelt eller till och med roligt att delta i studien att döma av deras uppträdande. De yngsta eleverna tyckte frågorna var svåra. Eleverna tog i de flesta fall på sig cirka 5-10 minuter för att svara på frågorna. Eleverna som ingick i spelgruppen hade synbarligen roligt medan de spelade spelet. I en gymnasieklass missuppfattade eleverna i spelgruppen uppgiften på så sätt att de bara spelade spelet en gång, men det verkar inte ha påverkat resultaten.

### *Resultat från Fråga 1, om vad som går åt i fotosyntesen*

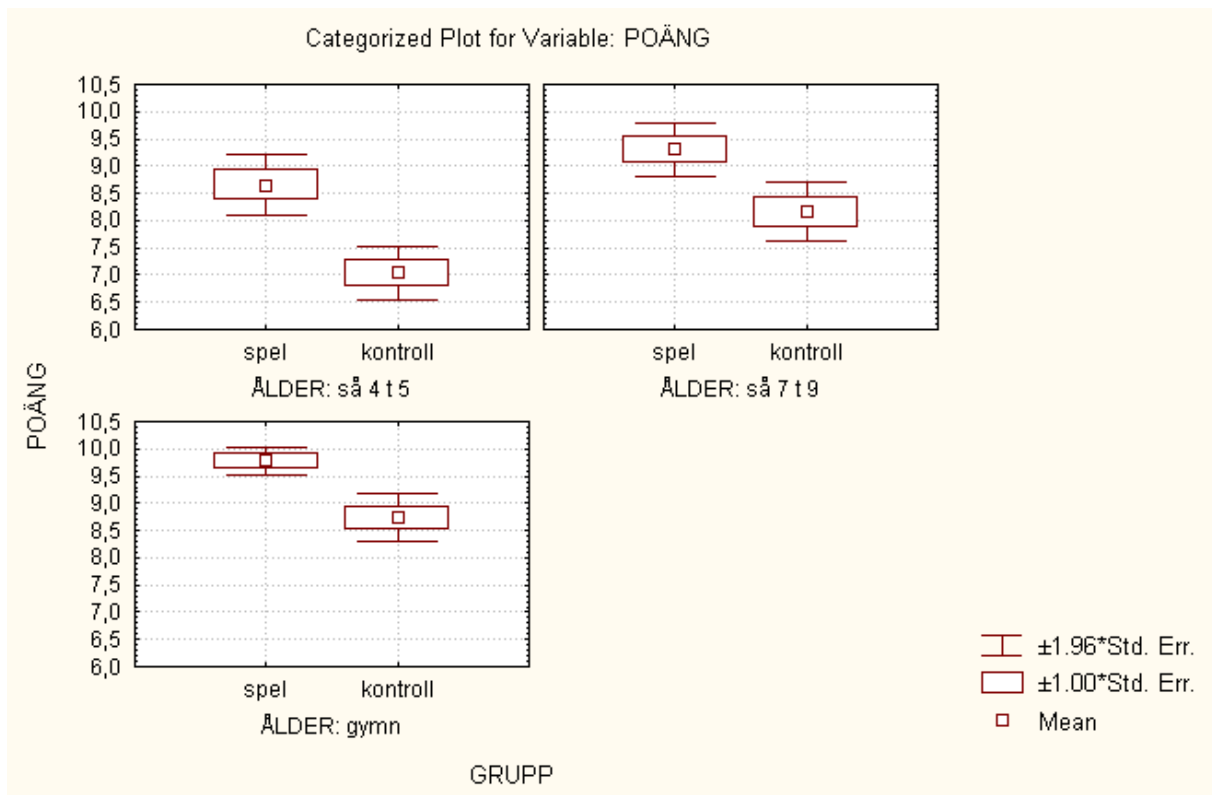
Medelvärdet för resultaten från Fråga 1 för alla elever framgår av Tabell 2. Spelgruppen har en signifikant högre poäng än kontrollgruppen. Detta gäller såväl för elevmaterialet som helhet som för varje åldersklass var för sig. Även ålder spelar en signifikant roll; de tre åldersklasserna skiljer sig på så sätt att poängen är högre för elever med högre ålder, även om skillnaden mellan skolår 7-9 och gymnasiet inte är signifikant. Med andra ord svarar de elever som spelat spelet bättre på Fråga 1 och äldre elever svarar bättre än yngre.

Ingen skillnad i medelvärde kunde påvisas mellan könen, men däremot fanns en signifikant skillnad för interaktionen mellan kön och ålder på så sätt att tjejerna i skolår 4-5 hade ett högre medelvärde än killarna, medan tjejerna hade ett något lägre medelvärde än killarna både i skolår 7-9 och gymnasiet. Detta gäller både i spel- och kontrollgrupperna.

Tabell 2: Poängmedelvärden från Fråga 1, samt gruppstorlek.

		poäng	n
		(medel)	
skolår 4-5	spel	8,7	32
skolår 4-5	kontroll	7,0	28
skolår 7-9	spel	9,3	29
skolår 7-9	kontroll	8,2	32
gymn	spel	9,8	31
gymn	kontroll	8,7	30
totalt		8,6	182

I Figur 4 visas medelvärde och spridningsmått för poängen de olika grupperna fått i Fråga 1. Det är tydligt att det finns ett positivt samband mellan både ålder och att ha spelat spelet å ena sidan, och höga poäng å den andra.



Figur 4: Poäng från Fråga 1 i de olika grupperna. Kvadraten visar medelvärdet och felstaplarna visar 95%igt konfidensintervall.

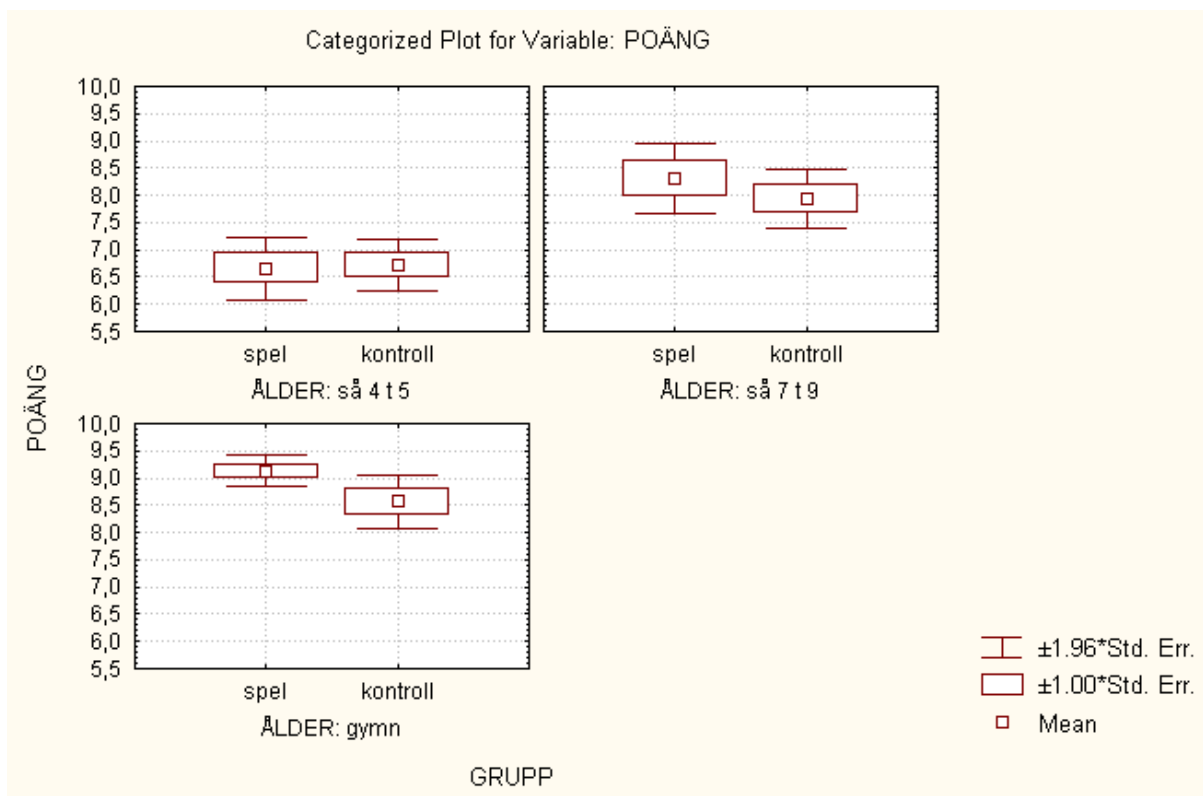
*Resultat från Fråga 2, om vad som bildas i fotosyntesen.*

Medelvärdet för resultaten från Fråga 2 för alla elever framgår av Tabell 3. Det finns en signifikant skillnad mellan poängen för alla åldersklasser jämfört med varandra, men inga skillnader mellan spel- och kontrollgruppen för varje åldersklass. Även om medelvärdena ser ut att skilja mellan spel- och kontrollgruppen för de äldre eleverna (Tabell 3) så är de skillnaderna inte signifikanta. Ingen skillnad i poäng påvisas mellan könen. Alltså svarar äldre elever bättre på Fråga 2 än yngre, men skillnader påvisas varken mellan spel- och kontrollgruppen eller mellan könen. Skillnaderna mellan spel- och kontrollgruppen är störst för gymnasieelever, men sannolikheten för att det inte finns en skillnad ligger precis över signifikant nivå ( $p=0,056$ ).

Tabell 3. Poängmedelvärden från Fråga 2, samt grupstorlek

<b>grupp</b>	<b>poäng</b> (medel)	<b>n</b>
<b>så 4 t 5 spel</b>	6,7	32
<b>så 4 t 5 kontroll</b>	6,7	28
<b>så 7 t 9 spel</b>	8,3	29
<b>så 7 t 9 kontroll</b>	7,9	32
<b>gymn spel</b>	9,1	31
<b>gymn kontroll</b>	8,6	30
<b>totalt</b>	7,9	182

I Figur 5 visas medelvärde och spridningsmått för poängen de olika grupperna fått i Fråga 2. De enda signifikanta skillnaderna i poäng är skillnaden mellan de olika åldersklasserna.



Figur 5. Poäng från Fråga 2 i de olika grupperna. Kvadraten visar medelvärdet och felstaplarna visar 95%igt konfidensintervall.

### *Resultat från Fråga 3, om mekanismen bakom växters biomasseökning i fotosyntesen*

Fråga 3 var den fråga som tog mest tid för eleverna att svara på. Andelen elever som givit svar enligt kategoriseringen i Andersson (2001) följer av Tabell 4a-c. Vid ett undersökningstillfälle interfererade läraren som var i rummet medan kontrolleleverna från en av klasserna i skolår 4-5 skrev sina svar, vilket påverkade svaren i fråga 3. Den deltagande läraren godtog inte att eleverna lämnade fråga 3 obesvarad, vilket kan ha bidragit till att inga svar från elever i skolår 4-5 kunde kategoriseras som typ J (Tabell 4a). Det kan ändå noteras att ingen i de andra kontrollgrupperna från skolår 4-5, till skillnad från äldre elever, lämnade fråga 3 obesvarad.

Den påverkan som läraren orsakade verkar huvudsakligen ha givit en högre andel svar av typerna A och B.

I Tabell 4a (skolår 4-5 ) redovisas både det totala materialet och resultatet när man tar bort den grupp som pressades att skriva ett svar på fråga 3. I Tabell 4b visas resultaten från fråga 3 för skolår 7-9 tillsammans med resultaten från de två nationella undersökningarna (Andersson 2001 och Skolverket 2004) som jämförelse. I Tabell 4c visas resultaten för fråga 3 i gymnasiegrupperna.

Tabell 4a: andel elever i skolår 4-5 som givit svar enligt de olika svarskategorierna, spel- och kontrollgrupper separat. Siffrorna inom parentes visar resultaten när den kontrollgrupp som blev särbehandlad har räknats bort.

<b>kategori</b>	<b>så 4-5, kontroll (%)</b>	<b>så 4-5, spel (%)</b>
<b>A</b>	14 (0)	14
<b>B</b>	36 (24)	7
<b>C</b>	21 (35)	21
<b>D</b>	4 (0)	0
<b>E</b>	21 (35)	21
<b>F</b>	0 (0)	0
<b>G</b>	4 (6)	7
<b>J</b>	0 (0)	38
<b>K</b>	0 (0)	3

Tabell 4b: andel elever i skolår 7-9 som givit svar enligt de olika svarskategorierna i den föreliggande studien (spel- och kontrollgrupper separat) samt resultaten från Andersson (2001) och Skolverket (2004).

<b>kategori</b>	<b>så 7-9, kontroll (%)</b>	<b>så 7-9 spel (%)</b>	<b>Så 9 (Andersson, (2001) (%)</b>	<b>Så 9 Skolverket (2004) (%)</b>
<b>A</b>	0	3	23	13
<b>B</b>	13	28	28	17
<b>C</b>	9	0	11	11
<b>D</b>	13	3	11	6**
<b>E (godkänt)*</b>	22	28	4	5
<b>F (väl godkänt)*</b>	6	7	1	3
<b>G</b>	9	14	4	9
<b>J</b>	19	3	19	36
<b>K</b>	9	14	0	0

\* Enligt Andersson (2001)

\*\*bearbetade data pga. av skillnaden i kategoriseringen mellan de två nationella studierna (Andersson 2001) (Skolverket 2004)

Tabell 4c: andel elever i gymnasiet som givit svar enligt de olika svarskategorierna, spel- och kontrollgrupper separat.

<b>kategori</b>	<b>gymn., kontroll (%)</b>	<b>gymn., spel (%)</b>
<b>A</b>	13	6
<b>B</b>	10	10
<b>C</b>	17	3
<b>D</b>	7	0
<b>E</b>	7	26
<b>F</b>	17	26
<b>G</b>	7	6
<b>J</b>	3	0
<b>K</b>	20	23

## Diskussion

Fråga 1 och 2 ger ett bra mått på en ytlig del av elevernas kunskap, vilket ju naturligtvis är sämre än ett bra mått på djupkunskap. Dessutom är alltid frågor med alternativ som man kan kryssa i ledande. Å andra sidan ger frågorna 1-2 bra fakta på så sätt att det är lätt att kvantifiera och lätt att undersöka om det finns skillnader i kunskaper mellan grupper. Eftersom syftet i den föreliggande studien är att undersöka huruvida elevernas kunskaper om vad fotosyntesen innebär förändras efter att de spelat spelet är det en lämplig frågekonstruktion. Fråga 3 finns med för att man ska kunna ge en bättre bild av djupare förståelse. När testpersoner själva fritt får formulera sig kan man få en känsla för om de egentligen förstått sambanden. En fördel med att använda samma fråga som Andersson (2001) och Skolverket (2004) är möjligheten att jämföra svaren i de olika studierna.

De elever som deltog i studien tog ganska lite tid på sig för att svara på frågorna. Hela undersökningstillfället var ganska lustfyllt och trevligt och påminde inte om ett traditionellt prov i skolan. Av det skälet kanske eleverna inte la lika stor vikt vid hur de kryssade i svarsalternativen (Fråga 1-2) eller formulerade sig när de svarade (Fråga 3).

Det är tydligt att de elever som spelar spelet fotosyntesen lär sig vad som går åt i denna process. Medelvärdet för kontrollgruppen som helhet är 8,0 medan spelgruppens medelvärde är 9,2. Detta kan förklaras med att man när man spelar spelet gynnas om man håller reda på vad som går åt i fotosyntesen. Även om spelet bara pågår en minut är det tydligt att det bara är tre saker man behöver hålla reda på, genom upprepat lärande kraft. Detta är en god sak i sig, eftersom personer som tillfrågas om hur fotosyntesen fungerar ofta ger felaktiga och mycket komplicerade svar med många ingående parametrar (Andersson 2001).

Formuleringen ”går åt” i Fråga 1 är möjligen inte riktigt korrekt när det gäller solljus. Möjligen hade man kunnat använda formuleringen ”behövs” istället, men då hade man råkat in i oklarheter eftersom t.ex. fosfor i praktiken behövs för att fotosyntes ska ske, eftersom det krävs för växternas överlevnad. Detsamma skulle ha gällt ”värme”. Man hade också kunnat använda ”energi” istället för solljus, men detta är ju mer allmänt hållet och på så sätt sämre. Även om radioaktiv strålning är en form av energi så gynnar det ju knappast en fotosyntetiserande växt och det behövs inte i fotosyntesen.

Det är intressant i sig att spelets lärande visar sig fungera i alla tre åldersklasserna. Man hade kunnat tänka sig att de kunskaper i kemi som krävs skulle vara så avancerade att elever i skolår 4-5 inte kunde tillgodogöra sig spelets faktainnehåll, ens på en ytlig nivå. Så är inte fallet, eftersom det finns en tydlig skillnad i mellan spel- och kontrollgrupperna (8,7 resp. 7,0p). Man hade också kunnat tänka sig att frågorna för gymnasieelever skulle ha kunnat vara alltför triviala för att man skulle ha sett någon skillnad mellan spel- och kontrollgrupperna, vilket hade lett till att spelet inte tillförde någon ny kunskap. Inte heller detta gäller. Även bland gymnasieeleverna var skillnaden mellan spel- och kontrollgruppen tydlig (9,8 respektive 8,7p).

Till skillnad från frågan om vad som går åt i fotosyntesen, lärde sig inte de spelande eleverna vad som bildas under processen. Inte i någon åldersklass finns en signifikant skillnad mellan spel- och kontrollgrupperna. När det gäller gymnasieeleverna är medelvärdeets skillnad så nära signifikans att det skulle vara intressant att undersöka ett ännu större grupp av elever. Möjligen skulle det kunna visa sig att elever som nått gymnasieålder tar till sig även den skriftliga informationen som inleder spelet. Att de spelande inte lär sig vad som bildas i fotosyntesen kan nog ses som en spegelbild på lärandet i Fråga 1: eftersom man inte behöver hålla reda på fotosyntesens produkter för att få bra poäng i spelet kan man som spelare strunta i det om man är ute efter att hamna överst på prispallen.

Två av de ämnen som i enkäten finns att kryssa i kan lura eleven som svarar: man kan på sätt och vis påstå att det bildas värme i fotosyntesen eftersom den reaktionen liksom alla andra alla reaktioner medför energiförluster som i slutändan blir ett visst mått av värme. Det är möjligt att någon elev bland de äldre eleverna tänkte så. Trots detta har jag räknat det som en felaktigt svar om man kryssat i värme, eftersom jag tror att högst en obetydlig andel av eleverna resonerade så. Att ”trä” fanns med som valbart alternativ kan tänkas förvirra någon av de deltagande. Det bildas ju trä *tack vare* fotosyntesen, även om det inte bildas *i* fotosyntesen.

Fråga 3 rymmer en grundläggande osäkerhet eftersom man måste dela in svaren i kategorier, vilket naturligtvis öppnar för olika tolkningar. Många av svaren på fråga 3 är språkligt slarviga, vilket nog är en följd av att eleverna visste att de inte skulle bedömas av en (eventuellt betygssättande) lärare, och att hela situationen antagligen inte kändes så krävande. Trots detta är det påfallande att eleverna verkar ha svarat betydligt bättre i den aktuella



studien än eleverna i de nationella undersökningarna (Andersson 2001) (Skolverket 2004). Skillnaden är häpnadsväckande stor vilket är särskilt tydligt om man studerar andelen elever som givit svar av typerna A respektive E och F (Tabell 4b). Andelen elever som givit svar av typen ”träden är tyngre därför att de har vuxit” (typ A) är betydligt lägre i den föreliggande studien: 1,5% jämfört med 13-23%. Andelen elever som givit svar av typ E eller F, vilket får anses som bra svar, är 31,5%, i den föreliggande studien, vilket kan jämföras med 5-8% i de nationella studierna. (I denna uppräknig har resultaten för spel- och kontrollgruppen slagits ihop.) Möjligen kan skillnaden mellan den föreliggande förklaras med att eleverna letts på rätta tankevägar när de konfronterats med Fråga 1 och 2, vilket kan ha lett till att de i högre utsträckning kunnat peka ut koldioxid som källa till viktökningen hos de tallar som nämnts i frågan. Detta kan ha ökat andelen E- och F-svar samt minskat svar av A-typ. Andelen elever som i den föreliggande studien avgivit E- och F-svar är också högre än motsvarande resultat rapporterat av Leach et al (1996), där andelen elever som avgivit svar där sol, koldioxid och vatten ingick maximalt var cirka 10 %, för åldersklassen 14-16-åringar.

En osäkerhet i jämförelserna mellan de olika studierna grundar sig i kategoriseringen av elevsvar. Det är inte säkert att de klassificeringar som gjorts i den föreliggande studien skulle ha gjorts av författarna till de nationella studierna. Elevsvar vilka jag har klassificerat som typ E uppvisar ett vitt spektrum. Här citeras några exempel:

”fotosyntesen tror jag träden behöver syre, vatten, koldioxid” (tjej, skolår 5)

”Luftens kol, koldioxiden” (kille skolår 8)

”luften, koldioxid” (tjej skolår 9)

”Träden växer genom fotosyntesen. Genom vatten som de tar in genom rötterna och koldioxid & solljus som tas in genom bladen” (tjej, gymnasiet år 3)

Jag har klassificera alla dessa svar till kategori E, eftersom den kategorins kännetecken framförallt är att identifiera koldioxiden som källa till materialet som utgör den stora massan i tallarna efter 30 år. Å andra sidan känns det ju knappast riktigt att ge betyget G till ett elev som i nionde klass skrivit ”*luften, koldioxid*” som svar på samma fråga i ett traditionellt prov. Andersson (2001) skriver att svar av typ E motsvarar betyget G. Det är troligt att eleverna

som deltagit i min undersökning, eftersom de inte känt sig pressade, formulerat sig slarvigare än de skulle ha gjort på ett prov i skolan och möjligen även när de deltog i studien av Andersson (2001). Det hela belyser svårigheten som alltid finns när man ska bedöma elevers kunskaper, eftersom elevernas språkbehandling påverkar hur svaret uppfattas. Dessutom belyses skillnaden mellan kunskaper som man besitter så väl att man kan formulera dem korrekt direkt, och kunskaper man kan få fram efter impulser utifrån. Sådana impulser kan som detta fall vara en text, men även impulser från en annan människa man för en dialog med.

Av eleverna i skolår 4-5 i föreliggande studie var det 21% som gav svar av typ E, oavsett om det spelat eller inte spelat spelet först. Oavsett svårigheterna med kategoriseringen av svaren ser det alltså inte ut som om de får någon djupförståelse av att spela spelet, vilket ju inte är överraskande. Ingen elev i skolår 4-5 gav svar av typ F, vilket ju också får anses förväntat. Det mest slående med resultatet från Fråga 3 för skolår 4-5 är skillnaden i andelen svar av Kategori J (inget svar) mellan spel- och kontrollgruppen. I kontrollgruppen är det ingen som kan kategoriseras som J, medan det i spelgruppen är 38%. Spelgruppen har å andra sidan en övervikt av svar av typ A eller B, det vill säga de minst avancerade svaren. Den låga andelen kan vara en följd av den ovan nämnda lärarens intervenering i en kontrollgrupp, men kvarstår även när den gruppen räknas bort. Möjligen har de elever i skolår 4-5 som spelat spelet i högre grad insett att de inte förstår hur man ska förklara biomasseökningen, och därför hellre avstått från att lämna ett svar, än att skriva något som de inte tror på.

I skolår 7-9 ökar andelen av elever som ger svar av typ E efter att ha spelat spelet. Dessutom finns det elever som ger svar av typ F i skolår 7-9. Den andelen är högre i spel- än i kontrollgruppen, även om skillnaden är liten och inte osannolikt styrd av slumpen.

I gymnasiegruppen svarar de eleverna i spelgruppen betydligt bättre än eleverna i kontrollgruppen. Andelen elever som antingen givit E- eller F-svar ökar från 24% till 52%. Det är en överraskande stor skillnad, med tanke på att spelet bara är ett enkelt konstruerat enminutsspel. Det förefaller som om spelandet av spelet på något sätt får elever i den åldern att rekapitulera tidigare förvärvade djupare kunskaper om hur fotosyntesen går till. Det är ju inte möjligt att de lärt sig förklaringen till hur fotosyntes går till i spelet, så tolkningen måste bli att de gymnasieelever som deltagit i studien i ganska stor omfattning besittit dessa kunskaper, men genom att spela spelet aktualiserat dem och därför lyckats formulera den bättre i enkäten

Om man för fråga 3 jämför de tre åldersklasserna med avseende på spelets inverkan träder alltså en ganska intressant bild fram. I skolår 4-5 syns ingen skillnad, i skolår 7-9 en måttlig och bland gymnasieelever en stor skillnad i svarens kvalitet beroende på om eleverna spelat spelet eller inte.

En skillnad mellan eleverna i den aktuella studien och elever som skriver ett biologiprov i nionde klass är att de är medvetna om att de deltar i en undersökning och att den undersökningen handlar om något som kallas fotosyntes. Detta visar sig också genom svar av typen som jag fört till kategori K: ("Alla ton som tallarna väger har kommit till genom fotosyntes"). Jag citerar här ett par exempel:

*"Fotosyntesen. Det är det som gör att det växer."* (tjej, skolår 5)

*"Dem kommer från sokret som skapas i fotosyntesen"* (kille, skolår 8)

*"De får näring ifrån fotosyntesen, därför de har kunnat växa"* (tjej, gymnasiet).

Andelen svar av typ K ökar med elevernas ökande ålder, både i spel- och kontrollgrupperna (skolår 4-5: 1,5%, skolår 7-9: 11,5% och gymnasiet 21,5%). Antagligen känner dessa elever på sig att de inte kan svaret ordentligt, men att det iallafall har med fotosyntes att göra, och försöker ge ett svar som kan låta acceptabelt. Den tendensen ökar alltså med ökande ålder. Det är troligt att de flesta som givit K-svar inte skulle kunna ge en bra förklaring till vad fotosyntesen innebar, om de tvingades utveckla sitt svar. Det är dock inte uteslutet att somliga skulle kunna det. Killen i åttan med citatet ovan ("Dem kommer...") hade tio poäng både på Fråga 1 och 2 och tyckte kanske det var självklart hur sockret bildades i fotosyntesen.

### *Lärande om fotosyntesen*

Fotosyntesen är en svårt ämne att lära ut och att lära sig. Den föreliggande studien visar att spelet *Fotosyntesen* kan underlätta lärandet inom detta ämne för alla undersökta spelarkategorier. Att de finns så pass tydliga skillnader mellan spel- och kontrollgrupperna är intressant. Visserligen är en del av det som mäts i den föreliggande studien ytliga kunskaper, men det är inte bara så. Resultaten från fråga 3 visar att de äldre eleverna även svarar bättre på

ett djupare plan när de spelat spelet. När det gäller Fråga 1 och 2 blir resultaten bättre oavsett ålder. Studien visar också tydligt att man när man utformar ett lärande dataspel ska räkna med att spelets lärande funktion hänger samman med poängsystemet i spelet.

Att Fotosyntesspelet ger så tydlig effekt beror antagligen dels på den positiva och lustfyllda miljön där eleverna spelade och testades samt dels att Fotosyntesen å ena sidan är ett roligt tävlingsspel, men som å andra sidan inte känns så allvarligt att man blir ledsen om man förlorar. Dessutom krävs förutom skicklighet i spelet tur om man ska vinna, eftersom man måste ha ”tur med vädret”, dvs tur med fördelningen av sol, vatten och koldioxid slumpas fram. Även detta slumpmoment gör antagligen tävlingskänslan mera lekfull.

Enminutsspel som *Fotosyntesen* kan naturligtvis inte alls ersätta undervisning. Däremot tyder studiens resultat på att det kan underlätta undervisning och inlärande om processen fotosyntes. Det kan bli lättare att lära sig grunderna för fotosyntesen om man har tillgång till spelet. Dessutom kan det göra att elever har roligare inom ramen för skolan än de annars skulle haft. Hur fotosyntesen fungerar måste eleverna naturligtvis lära sig genom ordentlig undervisning, helst kopplat till laborativt arbete. Fokus i denna undervisning ska bland annat behandla det ofta svårförståeliga faktum att gaser såsom koldioxid är materiella, dvs har massa, och att minskning av massan gas som innehåller kol förklarar ökning av massan fast materia efter fotosyntesen.

När man undervisar elever om t.ex. fotosyntes finns det språkliga svårigheter som bör undvikas. Eftersom fotosyntesen är så pass svår att lära ut och lära sig bör man vara noga även med språkliga aspekter i undervisningen. Simpson & Arnold (1982) använder sig av ett språkligt grepp som inte verkar ägnat att öka förståelsen av begreppet fotosyntes bland exempelvis skolelever. Författarna talar om ”växternas mat” (t.ex. ”*plants obtain their food through their roots*” (s 179)). Ett sådant språkbruk leder möjligen till ytterligare förvirring hos t.ex. skolelever, eftersom ”mat” och ”föda” i vanligt språkbruk sådant som människor och djur tuggar på och sväljer när de är hungriga. Det är olyckligt om didaktikforskare använder ord som ingår i ett vanligt språkbruk på ett annat sätt än människor i övrigt. Särskilt olyckligt blir det om sådan språkförbistring influerar tolkningen av resultat i kunskapsundersökningar. Leach et al (1995) berör det språkliga problemet och hanterar det genom att i frågorna de ställer till elever undvika användandet av sådana ord som har olika betydelse för elever och forskare.

Ett liknande problem rör, åtminstone på engelska, ordet *respiration*. Det engelska ordet *respiration* kan dels betyda cellandning och dels betyda den muskelrörelse människor och djur utför för att ventilerar lungorna. Simpson & Arnold (1982) rapporterar att många elever påstår att växter inte utför ”*respiration*”. Beroende på språkbruket kan man säga att eleverna har rätt i det, om man använder ordet på det ena sättet, men fel om man använder ordet på det andra sättet. På svenska slipper man det problemet om man konsekvent använder orden andning (om muskelrörelsen) respektive *respiration* eller möjligen cellandning.

Liknande språkförbistring både rörande ”växternas mat” och *respiration* respektive andning, förekommer också i studien av Stavy et al (1987). Författarna hävdar att det är ett missförstånd att ”food” är sådant som människor äter, och inget som växter tar in. De skriver t.ex. om eleverna att ”They do not grasp ... the wider meaning of the word ‘food’...” (s 112). Snarare bör man nog se det som olika legitima användningar av samma ord, av vilka den ena alltså inte är riktigare än den andra. Stavy et al menar också att det är ett bevis på elevers dåliga förståelse av *respiration* att de inte förstår vad man menar när man talar om parker som finns i städer, som ”städernas lunga”. Här finns ytterligare en risk för missförstånd, vilken grundar sig i liknelsens otydlighet. För vad gör en lunga? Jo lungan i en kropp tar, från ett omgivande system, in en luftblandning med högre syrgastryck och släpper ut en luftblandning med lägre, från denna kropp till det omgivande systemet. Om staden är kroppen i liknelsen, så blir ju hela tankekonstruktionen obegriplig. (Dessutom bör man nog redovisa mätdata om man påstår att parker förser städer med syre, mer än i en marginell omfattning. Det förefaller inte osannolikt att strömningar i lufthavet är av en betydligt större vikt för dynamiken av syre i en stadsmiljö än det tillskott som parkernas gröna växter orsakar.)

## **Sammanfattning**

I Sverige finns 17 science centers vilkas verksamhet syftar till att öka intresset för naturvetenskap och teknik (FSSC 2010). Utställningarna som finns på ett science center består av olika så kallade stationer, som både ska vara attraktiva att använda och lärande inom något visst naturvetenskapligt eller tekniskt ämnesområde (FSSC 2004). Ett ämnesområde som ofta rapporterats svårt som lärandeobjekt i skolundervisningen är fotosyntesen (Wandersee 1983, Stavy 1987, Leach 1996, Andersson 2001). I den föreliggande studien

presenteras en kvantitativ undersökning av lärandet inom detta ämnesområde hos elever som spelar spelet *Fotosyntesen* vilket finns på ett svenskt science center.

Resultaten visar att spelandet av detta dataspel underlättar inlärandet av hur fotosyntesen går till. Genom att spela *Fotosyntesspelet* har elever uppenbarligen lättare att svara på frågor om vad som går åt i fotosyntesen (koldioxid, vatten och solljus), vilka spelaren behöver hålla reda på för att lyckas i spelet. Detta gäller oavsett om eleverna går i skolår 4-5, 7-9 eller i gymnasiet. Däremot lär sig eleverna inte vad som bildas i fotosyntesen trots att även den informationen framgår som en del i spelets informativa del. Det hänger antagligen ihop med att man inte behöver hålla reda på fotosyntesens produkter för att få bra poäng i spelet. Ytterligare en intressant iakttagelse från den föreliggande undersökningen är att äldre elever, dvs gymnasieelever och i viss mån elever från skolår 7-9, även uppvisar en bättre djupförståelse av fotosyntesen efter att ha spelat spelet vilket får tolkas som att spelandet aktualiserar kunskaper som eleverna annars inte haft aktuella.

## Referenser

Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap - Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Skolverket

Andersson, B., Bach, F., Olander, C. & Zetterqvist, Ann (2005). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003 (NU-03) Naturorienterande ämnen Ämnesrapport till rapport 252*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=1418>

Davidsson, E. (2008). *Different images of science - a study of how science is constituted in exhibitions*. Diss. Malmö University. Malmö: Holmbergs

Davidsson, E. & Jakobsson, A. (2007). *Different images of science at Nordic science centres*. International Journal of Science Education, Vol. 29, No. 10, p. 1229–1244

Davidsson, E. & Jakobsson, A. (2008). *Staff Members' Ideas about Visitors' Learning at Science and Technology Centres*. International Journal of Science Education, 1–18, iFirst Article

Dierking, L & Falk, J (1994). *Family behaviour and learning in informal science settings: a review of the research*. Science Education, vol. 78, no. 1, p. 57-72.

Fors, V. (2006). *The missing link in learning in science centres*. Diss. Luleå University of Technology. Luleå.

FSSC (2004) *Föreningen Svenska Science Centers hemsida* (Elektronisk) Tillgänglig: [http://www.fssc.se/media/fssc\\_stadgar.pdf](http://www.fssc.se/media/fssc_stadgar.pdf). (Läst:2010-02-23)

FSSC (2010) *Föreningen Svenska Science Centers stadgar* (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.fssc.se>. (Läst:2010-02-23)

Harlen, W (2002). *Våga språnget! : om att undervisa barn i naturvetenskapliga ämnen*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

Helldén, G (1994). *Barns tankar om ekologiska processer*. Stockholm : Liber utbildning i samarbete med Världsnaturfonden (WWF)

Jakobsson, A (2003) *Fortsatt utvärdering av projektet Unga spekulerar*. (Elektronisk) Malmö universitet. Tillgänglig: <http://dspace.mah.se:8080/handle/2043/7049> (Läst 2010-01-28)

Leach, J, Driver, R, Scott, P och Wood-Robinson, C (1995). *Children's ideas about ecology 1: theoretical background, design and methodology*. International Journal of Science Education, vol. 17, no. 6, s 721-732

Leach, J, Driver, R, Scott, P och Wood-Robinson, C (1996). *Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-46 about the cycling of matter*. International Journal of Science Education, vol. 18, no. 1, s 19-34

SFS (1997). *Förordning (1997:153) om statsbidrag till teknik- och naturvetenskapscentrum*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=1997:153> (Läst: 2010-02-23)

Simpson, M & Arnold, B (1982). *The inappropriate use of subsumers in biology learning*. International Journal of Science Education, Vol. 4, Issue 2, s 173 – 182

Sjöberg, Svein. (2005) *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.

Skolverket (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=1386> (Läst: 2010-02-23)

Skolverket (2010). *Statsbidrag till Science center/Teknik- och naturvetenskapscentrum*. (Elektronisk) <http://www.skolverket.se/sb/d/382/a/14467> (Läst: 2010-02-23)

Stavy, R, Eisen, Y och Yaakobi, D (1987). *How students aged 13-15 understand photosynthesis*. International Journal of Science Education, vol. 9, no. 1, s105-115

Torontodeklarationen (2008). (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.5scwc.org/Portals/0/assets/5WSC%20Toronto%20Declaration.pdf> (Läst: 2010-02-23)

Wandersee, J H (1983). *Students' misconceptions about photosynthesis: A cross-age study*. In H. Helm & J. D. Novak (Eds.), *Misconceptions in Science and Mathematics* (s. 441-466). Ithaca, N.Y.: Cornell University.

Wilde, M & Urhahne D (2008). *Museum learning: a study of motivation and learning achievement*. Journal of Biological Education. vol. 42, no. 2, s 78-83



## Bilaga 1

# Fotosyntesen

Jag är

Kille

Tjej

Från årskurs.....

## Elevfrågor

I träd och andra växter sker fotosyntes. Här är 3 frågor om det.

### 1 Vad går åt i fotosyntesen? Kryssa i en eller flera.

Fosfor

Koldioxid

Koloxid

Kväve

Socker

Sol-ljus

Syre

Vatten

Värme

### 2 Vad bildas i fotosyntesen? Kryssa i en eller flera.

Fosfor

Koldioxid

Koloxid

Kväve

Socker

Sol-ljus

Syre

Vatten

Värme

**3** På ett kalhygge planteras små tallplantor. Efter 30 år har de vuxit upp till en stor skog. De vuxna träden väger tusentals ton tillsammans. Varifrån har dessa tusentals ton kommit?

Förklara hur Du tänkte!