

# Examensarbete

***Våren 2009***

*Läroarbetsvetenskap Lk 90*

## **Materia i omvandling**

Grundskoleelevers förståelse av fotosyntesen

**Författare**

Ulrika Tollgren

**Handledare**

Ola Magntorn

**[www.hkr.se](http://www.hkr.se)**



## Materia i omvandling

### Grundskoleelevers förståelse av fotosyntesen

#### **Abstract**

Målet för den naturvetenskapliga undervisningen är att ge eleverna kännedom om och förståelse för grundläggande begrepp och sammanhang. Fotosyntesen är en avgörande förutsättning för liv. För att förstå hur ekosystem hänger ihop krävs en förståelse för att atomer varken nybildas eller försvinner utan att alla processer innebär att atomerna är de byggstenar som används om och om igen. Denna insikt hos enskilda individer kan vara avgörande för hur mänskligheten lyckas hantera globala miljöproblem i ett större samhällsperspektiv.

Undersökningsgruppen består av 24 elever i årskurs 8. De fick inledningsvis formulera sig skriftligt om hur de tänker kring materiaomvandling i samband med fotosyntes och förbränning. Under 5 veckor fick de följa ett slutet kretslopp, samtidigt som de undervisades om materiaomvandling i samband med fotosyntesen. Eleverna deltog i en strukturerad halvklassdiskussion runt ett slutet kretslopp. Frågeställningarna behandlade vanliga vardagstankar och de baserades på några av de svårigheter som finns för fördjupad förståelse för fotosyntesen enligt NO-didaktikforskaren Björn Andersson. Undersökningen avslutades med att eleverna återigen fick formulera sina tankar skriftligt.

Undersökningens resultat verifierar övrig didaktisk forskning som pekat på svårigheter att förstå materiaomvandling. De undersökta eleverna visade inte upp det molekylbegrepp som innebär att samma atomer som ingår i en process återfinns som produkter efteråt.

Studien pekar också på att elevernas kvalitativa förståelse hänger samman med hur undervisningsstoffet presenteras. Varje individ lever i sin unika verklighet. Dessa elevers förståelse verkar fördjupas när de upplever en verkligt kvalitativ skillnad mellan förförståelsen och den undervisning som presenteras. I annat fall läggs nya fakta till gamla strukturer och eleven har lärt sig något annat än det som pedagogen avsåg att förmedla.

Ämnesord:

Fotosyntes, materiaomvandling, slutet kretslopp, omvänd respiration, energibygare



## Innehåll

1. Inledning.....	4
1.1 Bakgrund.....	4
1.2 Syfte .....	5
1.3 Relevans .....	5
1.4 Klargörande av begrepp .....	6
1.5 Teoretiska utgångspunkter .....	9
1.6 Uppsatsens disposition .....	9
2. Litteraturgenomgång .....	10
2.1 Fotosyntesen som fenomen .....	10
2.2 Vetenskaplig utgångspunkt för naturvetenskaplig didaktik.....	10
2.2 Fotosyntesen i didaktikforskningen .....	12
2.4 Fotosyntesen i läromedel.....	18
2.5 Sammanfattning av litteratur.....	19
2.6 Problemprecisering.....	20
3 Metod .....	21
3.1 Metodval.....	21
3.2 Urval.....	22
3.3 Genomförande .....	22
3.4 Undersökningens validitet.....	25
3.5 Metoddiskussion.....	25
4. Resultat.....	27
4.1 Fråga 1.....	27
4.1.1 Resultat fråga 1.....	28
4.2 Fråga 2.....	32
4.2.1 Resultat fråga 2.....	32
4.2.2 Analys fråga 2 .....	32
4.3 Fråga 3.....	33
4.4 Fråga 4.....	33
4.4.1 Resultat fråga 4.....	34
4.4.2 Analys fråga 4 .....	35
4.5 Elevers tankar om materiaomvandling.....	35
4.5.1 Analys av elevers tankar om materiaomvandling .....	36
4.6 Sammanfattning .....	37
5 Diskussion .....	38
5.1 Elevers tankar om fotosyntesen.....	38
5.2 Elevers tankar om materiaomvandling.....	40
5.3 Elevers förståelse i ett långsiktigt perspektiv.....	41
5.4 Metodkritik.....	42
5.5 Undersökningens slutsatser .....	42
6 Sammanfattning .....	44
Referenser.....	46
<b>Bilaga 1</b> Undersökningen ”Hur tänker du om fotosyntesen?”	

# 1. Inledning

Mänskligheten står inför ett antal gemensamma miljö- och resursfördelningsproblem. Dessa kan inte enbart lösas med hjälp av internationella överenskommelser eller politiska beslut utan kräver att var och en av oss tar sitt individuella ansvar. Detta kräver en grundläggande naturvetenskaplig kunskap hos medborgarna om hur allting i våra ekosystem hänger ihop som en livsväv. I massmedia, i beslutande församlingar och i min dagliga verksamhet möter jag ständigt vuxna samhällsmedborgare som saknar insikt om kretsloppens dynamik och värdet av en hållbar utveckling. Här är skolans NO-undervisning en viktig kugge för att rusta våra framtida världsmedborgare. För att ha insikt om hur kretsloppen hänger ihop i ekosystemen krävs en insikt om hur materia omvandlas i fenomen som fotosyntes, respiration, förbränning och nedbrytning. Undersökningen syftar till att undersöka elevers förståelse för materiaomvandling med fokus på fotosyntes och förbränning, samt hur denna förståelse kan utvecklas.

## 1.1 Bakgrund

Vår samhällsutveckling består av summan av alla enskilda individers dagliga livsval. Det kräver en bred insikt om hur allting hänger ihop i eviga kretslopp. Att inget bara bildas eller försvinner utan att atomerna är de byggstenar som används om och om igen. Tyvärr möter författaren i sitt dagliga liv allt för ofta yttringar som pekar på att denna förståelse ingalunda är självklar.

På lokaltidningens insändarsida skriver en av ortens skolledare att renhållningens återvinningssystem är resursslöseri och att ”vi har mest att vinna på att elda upp allt det farliga avfallet och då kan vi dessutom dra nytta av energin”, enligt honom. I kommunfullmäktige kämpar några ledamöter mot ökade krav på rening av avloppsvatten. ”Lite skit är väl inte så farligt, tänk på alla de vandrare och kanotister som bara gör rakt ut i skogen.” På väg ut till bilen möter jag min granne som slåss mot ogräset i den stenöken som han anlade för några år sedan. Han berättar glatt att han köpt ett ogräsmiddel som inte är tillåtet på marknaden av en bonde i närheten. ”Och eftersom vi nu får vårt dricksvatten ifrån stan så spelar det inte längre någon roll för grundvattnet, eller hur?”

På jobbet berättar min arbetskamrat att hon är glad för att hon har enskild brunn och enskilt avlopp. ”Då kan man spola ner lite av varje för de här reglerna om vad som är tillåtet att spola ner gäller väl enbart ifall man är kopplad till ett kommunalt reningsverk?”

Framtiden för mänskligheten på vår jord kräver att vi alla gör vår insats för en hållbar livsstil. Ju fler människor som befolkar vår planet desto viktigare är det att kretsloppens kuggar är väl smorda så att alla våra resurser återvinns och tas tillvara i alla led. En hållbar utveckling bygger på en bred förståelse för materiaomvandling. När Jesus levde antar man att jordens befolkning bestod av 10 miljoner människor. Idag närmar vi oss nivån 10 miljarder jordbor, samtidigt som de atomer vi har att spela med inte är fler än de var för 2000 år sedan. Eftersom alla ämnen är ändliga och därmed värdefulla medför detta ett krav på att alla material som används i olika sammanhang återvinns fullt ut. Att elda upp sopor försvårar tillgången på dessa material och att göra värdefulla ämnen svåråtkomliga är som att såga av den gren vi sitter på. Framtidens gruvor består kanske av gårdagens soptippar.

## **1.2 Syfte**

Syftet med uppsatsen är att undersöka hur man som NO-lärare kan utveckla och fördjupa elevernas förståelse för materiaomvandling i samband med fotosyntes och förbränning. Arbetet går ut på att undersöka vad en klass har för föreställningar om dessa fenomen och utifrån denna kunskap utmana dem i deras tankar för att se i vilken grad det går att förändra deras vardagsföreställningar.

## **1.3 Relevans**

Ibland verkar det som om politiker tror att alla samhällsproblem kan lösas genom förändringar i utbildningssystemet. Skolan ses då som ett redskap för styrning och förändring. Frågeställningen borde istället formuleras: vilken beredskap behöver eleven för att leva i ett ständigt föränderligt samhälle med inriktning på en långsiktigt hållbar utveckling?

Eleverna behöver insikten om att vi är en del av de kretslopp som vi också är beroende av. Skolans uppgift är att förmedla en förståelse för dessa grundläggande ekologiska processer. Med en djupare känsla av sammanhang får individen en grund för att kunna förstå och hantera ännu inte uppkomna problem på ett för framtiden hållbart sätt. En hållbar utveckling innebär

också en rättvis resursfördelning och en tolerant människosyn. En skola för demokrati kräver en skola i demokrati.

Kunskapen om hur allt hänger ihop i kretslopp finns angivet i skolans uppdrag i form av kursplanerna i biologi och kemi. De ”mål att sträva mot” i kursplanerna som är relevanta för denna undersökning är i biologi att eleven ”utvecklar kunskap om organismernas samspel med varandra och med sin omgivning” (Skolverket, 2000) och i kemi ”utvecklar förståelse av materiaens oförstörbarhet, omvandlingar, kretslopp och spridning” (ibid.). Beträffande kunskapens användning gäller enligt kursplanen för biologi att ”utveckla omsorg om naturen och ansvar för dess nyttjande” (Skolverket, 2000).

I grundskolans kursplan för naturorienterade ämnen delas biologiämnet upp i fyra centrala dimensioner varav ett behandlar ekosystem:

#### *”Ekosystem*

Biologiämnet introducerar ekologins begrepp och ger en bild av organismernas samspel med varandra och med sin omgivning. Ämnet omfattar bl.a. kunskap om delsystem som producenter, konsumenter, nedbrytare och råmaterial samt om dynamiska processer i ekosystemet som energins flöde genom systemet och materiaens kretslopp. Studier av enskilda organismer, populationer och samhällen utgör grunden för detta. Ämnet bearbetar även estetiska och etiska aspekter av de upplevelser som kontakten med naturen ger upphov till. Frågor om bevarandet av naturtyper behandlas med både naturvetenskapens verktyg och de verktyg som härrör från andra mänskliga verksamheter som friluftsliv, konst och skönlitteratur.” (Skolverket, 2000)

Att undersöka elevers förståelse av materiaomvandling och grundläggande fenomen är alltså högst relevant för den naturorienterade pedagogiken.

## **1.4 Klargörande av begrepp**

Förståelse för materiaomvandling innebär, enligt författaren, en förståelse för atomernas oförstörbarhet. Det innebär att ingenting försvinner eller bildas utan en insikt om att atomerna är de byggklossar som i naturen används om och om igen. Det innebär att samma kolatom



växlar mellan att finnas i luft eller hav i form av koldioxid, hamnar i en grön växt där den byggs om till druvsocker för att så småningom kanske bli en del av författarens fettreserv. Efter avslutad uppsats återfår den förhoppningsvis en plats i en koldioxidmolekyl via utandningsluften.

Förståelse för fotosyntesen innebär i denna uppsats en förståelse för materiaomvandling. Förståelsen för de energiomvandlingar som sker i ekosystemen har alltså inte undersökts. Livet är beroende av fotosyntesen, eftersom detta är det enda sätt vi har att biologiskt kunna dra nytta av solenergin. Fotosyntesen innebär att växter som innehåller grönt klorofyll har förmågan att med koldioxid och vatten omvandla solenergi till kemiskt bunden energi i form av druvsocker. Orsaken till växternas fotosyntes är deras eget ständiga behov av kemiskt bunden energi som de, liksom alla andra levande organismer, förbränner vid respirationen. Druvsocker fungerar även som grundbyggstenar till alla kolhydrater, fett och proteiner som behövs för uppbyggnad av celler. Under respirationen förbränns exempelvis socker för att täcka energibehovet under åtgång av syre och växterna andas ut koldioxid liksom vi. Det är tack vare växternas överproduktion under dagtid som djur och människor kan dra nytta av fotosyntesen i form av mat och syre (Sveriges lantbruksuniversitet [SLU], u.å).

Med ekologisk förståelse avser författaren en sammanhängande ekosysteminsikt, vars nivå i undersökningen sammanfaller med grundskolans kursplan för de naturorienterade ämnena. Ett ekosystem avser en avgränsad livsmiljö där växter och djur är inbördes beroende av varandra vad gäller livsbetingelser. Ekosystemets avgränsning är en mänsklig definition och dess omfattning kan variera från att endast omfatta en stubbe till att beakta ett stort hav.

Ett slutet ekologiskt kretslopp innebär en odling i en tätslutande burk eller liknande. Man tillför blomjord eller vanlig jord ifrån trädgården som innehåller mikroorganismer, svampar och eventuella maskar. Viss mängd dött organiskt material måste ingå och därefter planteras växter eller frön. Är jorden det minsta fuktig räcker detta, annars kan lite vatten behöva tillföras. Slutligen förseglas det hela och det är nu ett slutet ekologiskt kretslopp som förhoppningsvis kan fungera i många år framöver. När växtdelar förmultnar frigörs kol som koldioxid som växterna i sin tur behöver för sin tillväxt. Andelen kol i ett slutet kretslopp kan därför betraktas som en begränsande faktor för vilken tillväxt som är möjlig. Detta slutna kretslopp symboliserar jorden i miniatyr och kan vara till hjälp för förståelsen av hur allting hänger ihop och hur materian omvandlas utan materiellt utbyte med omgivningen. Det enda

som tillförs ett slutet ekologiskt system är energi i form av solljus (Kristianstads Naturskola, u.å.).

Vardagstankar bygger på de vardagsbegrepp genom vilka fenomen beskrivs vardagligt i motsats till hur samma begrepp förklaras rent vetenskapligt. Det är alltså inte fråga om missförstånd, utan beror på att det finns olika behov av förklaringar beroende på i vilket sammanhang individen befinner sig. I vardagsvärlden räcker det att konstatera ”att veden har brunnit upp” medan samma förbränning i projektvärlden kan beskrivas som ”att veden reagerat med syre i luften under utvinnande av värme och därmed övergått i koldioxid och vatten”. Andersson (2001) anser att undervisningen ska utveckla vardagsbegreppen och göra dem mer vetenskapliga. Denna uppsats grundar sig mer på Sjøbergs (1998) synsätt att det finns en fara att det byggs upp ett naturvetenskapligt främlingskap ifall vetenskapen anser sig att äga orden. Språket är äldre än de naturvetenskapliga definitionerna och har en annan social funktion än att kunna förändras i takt med nya vetenskapliga rön. Synsättet bakom denna uppsats innebär att eleverna tränas i att hantera det vetenskapliga språket parallellt med vardagsspråket på samma sätt som vid övriga språkinläring samt matematik. Eftersom naturvetenskap behandlar vardagliga fenomen som barn upplevt dagligen sedan de föddes, innebär NO-undervisning utmaningen att tydligt synliggöra skillnaden mellan vardagsbegrepp och vetenskapliga begrepp.

Metakognition syftar på människans förmåga att kunna reflektera över sina tankestrukturer och sitt lärande (Nationalencyklopedin, 1994). Frågeställningar av metakognitiv karaktär innebär i denna uppsats att begrepp, som didaktisk forskning pekat ut som speciellt svåra att förstå, tas upp och diskuteras. Tanken är att nå en djupare förståelse genom att synliggöra olika tankestrukturer och vanliga vardagstankar.

Kontext innebär i denna uppsats ett vidare begrepp än det direkta sammanhang som undervisningen sker i. Med kontext avses även den kultur som formar eleven socialt, det språkliga redskap som eleven har tillgång till samt de vardagstankar om naturvetenskapliga fenomen som är unika.

Enligt Myndigheten för skolutveckling (2004) definierar Gro Harlem Brundtland i rapporten ”Vår gemensamma framtid” från 1987 hållbar utveckling på följande sätt ”Hållbar utveckling kan definieras som en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra

kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov”(ibid. s. 11). I denna uppsats används denna definition.

## **1.5 Teoretiska utgångspunkter**

Den teoretiska utgångspunkten för arbetet är socialkonstruktivistiskt i enlighet med Anderssons (2001) definition ”att kunnande ses som individuellt konstruerat men socialt medierat”. Detta innebär att eleven ses som aktiv i sin inlärningsprocess men att det egna kunskapsområdet är oerhört beroende av den kontext som barnen lever och verkar i. De vardagskunskaper som eleverna har med sig ligger som grund för hur de tolkar olika fenomen.

”Erfarenheter av vardagshändelser spelar en viktig roll då elever skall tolka skeenden i sin omvärld. Dessa erfarenheter avgör också vad eleverna assimilerar till sina tankestrukturer. Därför får elevernas föreställningsvärld en mycket personlig karaktär.” (Helldén, 1992 s.189)

Andersson (2001) har undersökt elevers förståelse kring flera naturvetenskapliga fenomen och utifrån dessa resultat definierat ett antal vanliga föreställningar såsom vardagstankar. För att i denna studie utmana de aktuella eleverna i deras vardagstankar om fotosyntesen, har de fått möta några av dessa som metakognitiva inslag i undervisningen. Genom att diskutera och synliggöra olika föreställningar är tanken att detta kan underlätta elevernas förståelse för den materiaomvandling som fotosyntesen innebär. Eleverna undervisades också om reaktionen i motsatt riktning i form av förbränning, förmultning och respiration, dock utan liknande metakognitiva inslag. Frågan är om eleverna, genom att reflektera över vanliga vardagsuppfattningar, kan uppnå en djupare förståelse för materiaomvandling i samband med fotosyntesen.

## **1.6 Uppsatsens disposition**

I denna första inledande del har getts en kort bakgrund och syftet med arbetet. Del 2 utgörs av en litteraturgenomgång med utgångspunkt från naturvetenskaplig didaktik om elevers föreställningar om materiaomvandling i samband med fotosyntesen och hur den presenteras i läromedel. Detta leder fram till en precisering av frågan. Del 3 innehåller själva metoddelen och i del 4 presenteras undersökningens resultat. Slutsatser och diskussioner återfinns i del 5 och slutligen görs en kort sammanfattning i del 6. Sist i arbetet återfinns referenser och bilaga.

## **2. Litteraturgenomgång**

Denna del utgörs av en genomgång av en del av den forskning som berör lärande i allmänhet samt didaktisk forskning med fokus på fenomenen fotosyntes och materiaomvandling. Några ofta förekommande läromedel har också granskats med utgångspunkt ifrån diskuterad forskning.

### **2.1 Fotosyntesen som fenomen**

Ordet fotosyntes kommer ifrån nylatinets Photosyntes (Nationalencyklopedin, 1991) och betyder skapande genom ljus och syftar till den enda process som kan ta vara på ljusets energi för att skapa kemiskt bunden energi. Fotosyntesen är en grundläggande förutsättning för livet på jorden. Alla energiflöden som finns i ekosystemen har via fotosyntesen sitt ursprung i solens energi. Genom roten suges vatten upp ur marken och via de gröna bladens klyvöppningar suges koldioxiden upp från luften (SLU, u.å.). De gröna växterna har den unika förmågan att genom fotosyntesen absorbera solens energi och därigenom bilda energirikt druvsocker ur de energifattiga föreningarna vatten och koldioxid. Genom denna process uppstår även ett överskott av syre och därmed bildas syrgas som en biprodukt. Druvsockret används dels för egen energiförbrukning, respiration, men är även basen i de ämnen som bygger upp växten. Druvsocker är den grundläggande byggstenen i alla sammansatta sockerarter, fetter och proteiner.

I de gröna växterna sker hela tiden en egen respiration. Växten behöver energi till sin egen ämnesomsättning dygnet runt och året runt. Det överskott av syrgas som vi är beroende av uppstår enbart under dagtid, övriga tider förbrukar de gröna växterna syre till sin egen respiration. De tre processerna respiration, förbränning och förmultning innebär att processen går åt andra hållet. Kemiskt bunden energi förbränns under åtgång av syrgas och bildar koldioxid och vatten samtidigt som energi frigörs (SLU, u.å.).

### **2.2 Vetenskaplig utgångspunkt för naturvetenskaplig didaktik**

Olika filosofiska idéer om hur inläring går till har diskuterats i minst 2 500 år eller sedan ”de gamla grekernas” tid. En man som har haft stort inflytande på vår nutida naturvetenskapliga undervisning är Jean Piaget (1896-1980) och hans syn på lärande som betecknas som konstruktivistisk. Piaget ansåg att ”kunskap är något som en människa konstruerar utifrån sina

erfarenheter” (Stensmo, 1994 s. 33). Med detta avses att kunskap är något som den enskilde aktivt konstruerar för att förstå omvärlden och att denna kunskap är beroende av både tidigare erfarenheter, som ligger till grund för förnuftet, och upplevda sinnesintryck. Inläring sker genom att individen strävar efter jämvikt genom självreglering och det innebär att ny kunskap antingen fogas till redan existerande tankestrukturer genom assimilation eller att ny kunskap stör dessa strukturer på ett sätt som kräver att de förändras och detta kallas ackommodation. Piaget delade också in barnets kognitiva utveckling i tre kvalitativt olika utvecklingsstadier; det preoperationella stadiet, det konkretoperationella stadiet och det abstraktoperationella stadiet. Med detta menas att barnets förståelse av sin omvärld utvecklas i en given ordning och att undervisningen ska planeras med hänsyn till barnets mognadsfas. Resultatet av Piagets forskning resulterade under 60- och 70-talet till stor del i framtagande av speciella läromedel som var anpassade till elevernas olika utvecklingsstadier och undervisningen blev väldigt upplåst på vad som skulle undervisas och i vilken ordning. Detta trots att Piaget, enligt Stensmo (1994), väldigt tydligt placerar den aktiva eleven och hennes förförståelse i centrum och på detta sätt förändrade synen på lärande med utgångspunkt från elevperspektivet.

Under 80-talet fick Lev Vygotskijs (1897-1934) sociokulturella skola stort genomslag inom pedagogisk forskning och skolutveckling. Vygotskij betonade det sociala samspelet och språkets betydelse för att förstå hur kunskap utvecklades. Utifrån detta synsätt poängterades det att eleven får diskutera, lösa problem och förklara för sig själv och för andra för att kunna uppnå mesta möjliga förståelseutveckling och att denna utvecklingszon är beroende av i vilken kontext eleven befinner sig. Säljö (2000) betonar missförståndet att kontexten skulle vara något som påverkar individen.

”Vi blir inte påverkade av kontexten, eftersom alla våra handlingar ingår i, skapar och återskapar kontexter. Delar och helheter definierar varandra, och kontexten kan ses som det som väver samman en social praktik eller verksamhet och gör den till den identifierbar helhet.” (Säljö, 2000 s. 135)

Andersson (2001) kombinerar det konstruktivistiska synsättet på kunskapande med den sociokulturella skolans utgångsläge från elevens upplevda sammanhang, när han beskriver en socialkonstruktivistisk plattform där ”kunnande ses som individuellt konstruerat men socialt medierat” (ibid., s. 1). Med detta avses att det dels krävs en social stimulans som ger eleven möjlighet att använda och bearbeta naturvetenskapliga fenomen språkligt. Men det krävs

också en aktiv individuell konstruktion av kunskapens innehåll för att uppnå naturvetenskapligt lärande. Ett av naturvetenskapens dilemman är, enligt Andersson (2001) att åtskilliga fenomen i vardagligt tal benämns på ett ovetenskapligt sätt såsom att ”brinna upp” eller att ”ström förbrukas”.

Det finns även andra sätt att se på inläring och Carlgren och Marton (2005) beskriver den inriktning som benämns som fenomenografi. Enligt dem lär vi oss genom att erfara världen på olika sätt genom ”att urskilja delar och helheter, aspekter och relationer” (Carlgren och Marton 2005, s. 133). Lärande kräver att eleven kan urskilja fenomenet i fråga och för att kunna urskilja krävs att pedagogen aktivt synliggör de begrepp som undervisningen behandlar. En vidareutveckling av denna lärandeteori finns i form av det som benämns som variationsteorin. Variationsteorin trycker på de tre begreppen ”urskiljning, variation och samtidighet” (Carlsson, 2002a, s. 4) och lägger även till begreppet skillnad som en specifik dimension. För att överhuvudtaget erfara något om sin omvärld krävs det, enligt denna teori, en variation för att alls kunna urskilja något. För dem som inte känner igen någon fågelart så förblir en fågel bara något som flyger förbi. Först när vi lär oss urskilja olika arter såsom örn, sädesärla eller domherre lägger vi märke till dem och kan urskilja dessa arter ifrån andra fåglar. För den som är färgblind framträder röd-gröna färger som gråa. Det krävs en annorlunda bakgrund för att vi alls ska skilja ut nyanser (ibid.).

Helldén, Lindahl och Redfors (2005) betonar också det faktum att pedagogisk forskning ofta bortser ifrån själva läromiljön och den inverkan som denna har för lärande. De hänvisar till Duit och Treagust (2003) som kommit fram till att ”affektiva faktorer som exempel intresse, attityder och motivation i hög grad påverkar lärandet och begreppsförståelsen” (Helldén et al., 2005 s. 21).

## **2.2 Fotosyntesen i didaktikforskningen**

Cañal (1999) har uppmärksammat problemet att fotosyntesen ofta introduceras för yngre elever som en form av omvänd respiration. Eleverna upplever att växter skiljer sig ifrån djur på en mängd olika områden, de rör sig inte utan sitter rotade till marken, svarar inte direkt på stimuli och det går inte att se att de andas och därför är det inte så märkligt att eleverna uppfattar att växter har en helt annan sorts respiration än djur. Synsättet med omvänd

respiration innebär föreställningen att växterna är beroende av oss på samma sätt som att vi är beroende av dem.

Murray (1999) ger rådet att börja med att definiera begreppet ”vad som är liv” så att eleverna uppfattar både djur och växter som levande organismer. Man bör trycka på att levande organismer är organiserade och har en mer komplex struktur, att de behöver energi som omvandlas på ett eller annat sätt, har en ämnesomsättning, svarar mot stimuli, växer och reproducerar sig, de har anpassat sig genom evolutionär påverkan och innehåller genetisk information. Att växter svarar mot stimuli kan vara en egenskap som inte är uppenbar, men som lätt kan påvisas genom olika odlingsförsök. Denna didaktikbok ger rådet att odla ärtor för att på detta sätt åskådliggöra en hel livscykel.

För att kunna närma sig undervisningen om fotosyntesen bör nästa steg, enligt Murray (1999), vara att göra tydligt att alla levande organismer behöver samma sorts mat nämligen mineraler, kolhydrater, proteiner och fett. Denna grund bör då underlätta förståelsen om att alla levande organismer har en ämnesomsättning och en respiration. Först därefter bör begreppet fotosyntes introduceras.

Andersson (2001) hänvisar till en stor mängd studier som gjorts om hur elever i 12-15 års åldern uppfattar kemiska reaktioner. Han har valt att dela in elevsvaren i fem kategorier:

1. ”Det bara blir så” utan att eleven har någon uppfattning om skeendet bakom reaktionen
2. Förflyttning innebär att eleven upplever att ämnet funnits där från början. Att vattenångan vid förbränning finns i träet från början eller att imman på utsidan av glaset beror på att vatten sipprat ut.
3. Modifiering som innebär att eleven uppfattar ämnet som likadant med något förändrade egenskaper, ”När alkohol brinner bildas alkoholånga” (Andersson, 2001 s. 193).
4. Transmutering som finns i två varianter. Antingen att ämnet bara försvinner eller brinner upp eller att ämnet förvandlas till ett helt annat ämne såsom att stålull som brinner blir till kol.

5. Kemisk förening anges som förklaring av endast en mindre andel av eleverna i de redovisade studierna. Mellan 3-15 % anger, enligt Andersson (ibid.), en kemisk reaktion som orsak efter genomgången undervisning.

Andersson (2001) föreslår en undervisningsmetod där eleverna ska ges utrymme att ge hypoteser och förutsägelser för att på detta sätt synliggöra vardagsföreställningarna och därigenom få möjlighet att bearbeta dem vetenskapligt. Riskerna är annars att felaktiga vardagsföreställningar inte ersätts av vetenskapliga förklaringar, utan att de fortsätter att leva kvar i elevernas medvetande parallellt. Anderssons (ibid.) synsätt är att utveckla vardagsbegreppen och göra dem mer systematiska och vetenskapliga.

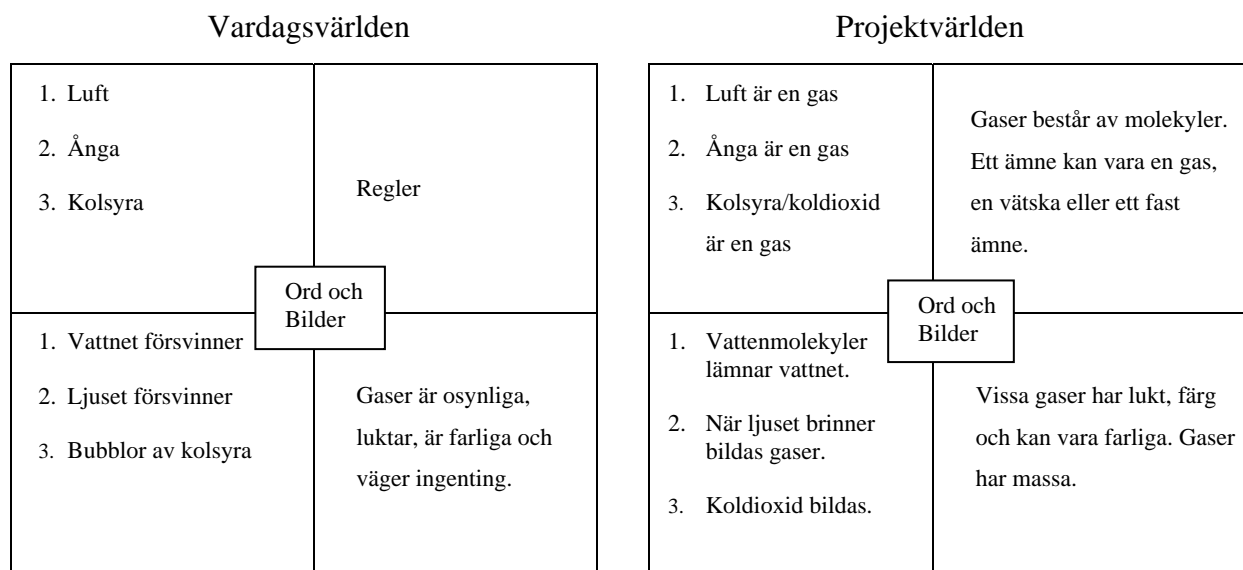
Sjøberg (1998) understryker faran av att vetenskapen anser sig att "äga" ordet och att vardagslivets sätt att använda orden betecknas som felaktigt. Detta synsätt, förstärker enligt honom det främlingskap som finns mellan de naturvetenskapliga ämnena och det övriga samhället. Istället bör eleverna tränas att använda rätt begrepp beroende på situationen på samma sätt som de lär sig att hantera flera olika språk. Som exempel ges att kärlek kan beskrivas vetenskapligt, men att detta sätt inte är speciellt lämpligt när vi förklarar vår kärlek till en annan människa.

Eskilsson (2001) har konstaterat att gasbegreppet är det som är svårast för eleverna att förstå. Detta beror enligt honom på att gasbegreppet är ett av de områden där vardagsvärlden och den vetenskapliga världen, som han benämner projektvärlden, uppvisar störst differens. Detta är, enligt honom, det främsta skälet till att många elever upplever och beskriver gas som icke-materia. Han använder sig av "Le Maréchal-schema" för att visa på de skillnader i språk och begrepp som försvårar elevers förståelse. Le Maréchal är en nederländsk forskare som 1999 introducerade metoden att presentera olika begrepp i ett strukturerat schema för att visa på språkliga skillnader mellan vardagsvärlden och projektvärlden. Eskilsson (ibid.) har byggt upp sin studie av begreppsförståelse genom att bearbeta fenomen med hjälp av olika Le Maréchal-scheman.

Alla tänkbara begrepp kan åskådliggöras och bearbetas med denna metod, som alltså inte innebär några fixt fastställda dokument. Schemat ska avläsas så att fenomen beskrivs olika i vardagsvärlden och projektvärlden. Föremål, regler, egenskaper och händelser i



vardagsvärlden motsvaras av kemikalier, regler och modeller, kemiska egenskaper och reaktioner i projektvärlden. Ord och bilder motsvaras på samma sätt av kemiska formler i projektvärlden, enligt Eskilssons (2001) beskrivning av modellen. Modellerna nedan är exakt återgivna ur sin källa, men författarens tolkning är att det i stället skulle stå ”kemiska formler” där det står ”ord och bilder” i schemat för projektvärlden.



Figur 1: Maréchal-schema över gasbegreppets vardagsvärld och projektvärld (Eskilsson, 2001 sid 107).

Löfgren och Helldén (2008) har undersökt 16-åriga elevers förhållande till molekylbegreppet. De har valt att dela upp elevernas förståelse i fyra olika kategorier.

- A. Eleverna i denna kategori gör ingen skillnad mellan molekylbegreppet och det mera allmänna ordet ämne.
- B. Eleverna använder sig av vetenskapliga begrepp även om man saknar förståelsen för deras innebörd. Man kan inte beskriva materiaomvandling på något produktivt sätt.
- C. Molekylbegreppet används rätt för att förstå osynliga processer men anses bara gälla en lite del av ämnet ifråga.
- D. Molekylbegreppet bygger på den naturvetenskapliga definitionen och håller för att förklara och förstå olika processer.

Eleverna fördelar sig procentuellt mellan kategorierna enligt följande: 30-20-30-20 %. Detta innebär alltså att endast var femte elev som lämnar grundskolan, enligt denna undersökning, har ett molekylbegrepp som håller för att förstå olika processer.

Leach, Driver, Scott, och Wood-Robinson (1995) har i en artikel definierat sex nyckelrelationer mellan organismer i ekosystemen. Dessa behöver eleverna ha begrepp om för att förstå hur ekosystemen hänger ihop vad gäller materiaomvandling och energiflöden. Nyckelrelationerna som beskrivs är följande:

1. Energi- och materiaomvandling mellan organismer.
2. Organismens utbyte av materia och energi med omgivningen.
3. Relationen mellan organismen och dess habitat.
4. Fotosyntesen som den process som tillverkar mat av solenergi.
5. Att alla levande organismer har en respiration.
6. Flödet av energi och materia i förmultningsprocessen.

Leach et al. (1995) menar att det inte finns några andra samband i ekosystemen än dessa sex relationer. Syftet med att identifiera dem är att strukturera undervisningen utifrån dessa samband och att denna struktur skulle underlätta elevernas förståelse.

Carlsson (2002b) har däremot valt tre andra sätt att strukturera upp ekosystemrelationerna. Hon väljer att dela upp det i fotosyntes, materiaomvandling och energiflöden. Utifrån dessa begrepp kan diskussionen föras vid studier om ekosystemen och dess funktioner. Carlsson (ibid.) förespråkar variationsteorin för att synliggöra förståelsen dem emellan och nå en ekologisk förståelse. Det går inte ut på att berätta vad som är rätt eller fel utan att studera fenomenen utifrån olika variationer. Man kan se ett fenomen på individuell nivå, beskriva dem kritiskt, se relationerna mellan mening och syfte och fokusera på förhållanden dem emellan.

Löfgren (2005) tycker sig se fördelar i att tidigt introducera ett molekylbegrepp och att låta eleverna ”prata om, undersöka och diskutera sina personliga erfarenheter och uppfattningar i de olika sammanhangen”. Hon understryker vikten av elevernas ordförståelse för att ha möjlighet att kunna förstå och samtala om olika fenomen. Löfgren ser fram emot forskningsresultat, som förhoppningsvis kan bidra till en ökad förståelse kring vilka faktorer som kan underlätta elevers förståelse för de processer som denna uppsats behandlar.

Helldén (1992) har under flera år följt hur ett antal barns tankar om ekologiska processer har utvecklats över tid. Han började studera dem när de var 9 år och fortsatte tills de var 17 år. Efter tre års studier konstaterade Helldén att det fanns 5 kvalitativt olika sätt att se på ekologiska processer hos yngre barn:

1. Genom vardagserfarenheter. Höstlöven försvann genom att de blev våta och trampades sönder.
2. Yngre barn har ofta antropomorfiska drag då de besjälar växterna och ger dem känslor och mänskliga behov.
3. Flera barn gav uttryck för en artificialism, såsom att det var som det var eftersom Gud skapat världen så.
4. Elever förklarade också sin omvärld genom att se ett ändamål. Ett exempel på detta synsätt är att blomman har fått sin färg för att se vacker ut.
5. Med människocentrerade inslag avsågs en förklaring som att växterna producerar syre för vår skull eller att höstlöven försvinner för att ”Alla löv räfsas ihop och läggs i en sopsäck” (Helldén, 1992 s. 122).

Helldén (1992) fastslog härmed att barns sätt att tänka kring ekologiska processer avsevärt skiljer sig ifrån vuxna människors sätt att tänka. Han gick dock inte närmare in på hur vuxna tänker om dessa fenomen.

## 2.4 Fotosyntesen i läromedel

Som en bakgrund till elevernas svar bör man titta på hur fenomenet fotosyntes skildras i olika läromedel. Eftersom studiens undersökning genomförs i en årskurs 8 granskas därför biologi- och kemiläromedel avsedda för årskurs 7-9 på grundskolan.

Vid sökning i innehållsregistret på ordet fotosyntes ges en hänvisning till sidan 57 i det flitigt använda läromedlet Spektrum Biologi (Fabricius, Nystrand, Nilsson, Mårtensson och Holm, 2001). Där beskrivs att fröväxterna i likhet med allt annat liv behöver vatten och mat.

”Fröväxterna behöver precis som allt annat liv vatten och mat. För att få tillräckligt med vatten har de därför utvecklat rötter, stam och blad med kärl i. Rötterna tar upp vatten med näringsämnen från marken. Det transporteras sedan vidare i speciella kärl upp till växternas alla celler. Om det transporteras för lite vatten slokar växter. Hur är det då med maten? Jo, växten kan själv tillverka energirikt socker. Det sker med hjälp av det gröna klorofyllet i cellerna. Energin som behövs får växten från solens strålar. Tillverkningen kallas fotosyntes. Sockret som bildas i de gröna bladen skickas vidare genom kärl till växtens alla delar. Sockret behövs bland annat för att rötter, stam och blad ska kunna växa.” (Fabricius et al., 2001 s. 57)

Fotosyntesen beskrivs alltså som en process där växten med hjälp av vatten och solens energi kan tillverka sin egen mat, nämligen energirikt socker. Att processen dessutom kräver koldioxid ifrån luften är alltså en grundförutsättning som fullständigt utelämnas i detta läromedel.

I läromedlet Puls Biologi (Bondesson, Andréasson och Andersson, 1995) beskrivs fotosyntesen mer korrekt med att växterna hämtar kol ifrån luftens koldioxid och vatten via marken och att växten i denna process absorberar solenergi till sin egen förbränning och för tillväxt. Där finns en bild på sidan 106 där fotosyntes och förbränning beskrivs som två motsatta processer och att den ena bygger på solenergi och att den andra ger energi till arbete, vilket ger en rättvisande bild. Däremot finns rubriken ”Växter och djur byter gaser med varandra” på sidan 103 vilket lätt kan underblåsa det missförstånd att växterna är beroende av oss på samma sätt som att vi är beroende av dem.

I läromedlet Gleerups Biologi (Henriksson, 2006) beskrivs fotosyntesen på ett tydligt sätt och det verkar som om den didaktiska forskning som genomförts om elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse har fått genomslagskraft. Fotosyntesen ges en korrekt beskrivning och

även växtens egen cellandning betonas med fetstil. Detta läromedel innehåller mer textmassa och kan eventuellt upplevas som svåråtkomligare av vissa elever.

I Spektrum Kemi (Nettelblad, 2006) beskrivs fotosyntesen som processen för att fånga solenergi och att det bildas energirikt socker av vatten och koldioxid. Cellandningen beskrivs som ”förbränningen i kroppen” (ibid. s. 218). Inte ett ord nämns om att växterna använder energi för egen del och för att ”understryka” detta missförstånd har man valt att rita en växtcell när fotosyntesen beskrivs och en djurcell när cellandningen beskrivs. Respektive kemisk reaktion har åskådliggjorts genom att de olika molekylerna ritats upp tydligt. Tyvärr har inte rätt antal molekyler ritats upp, så läsaren kan inte räkna atomerna för att försäkra sig om att det finns lika många ingående som utgående atomer i reaktionen.

I läromedlet Puls Kemi (Andréasson, Bondesson, Andersson och Boström 1999) har däremot de olika atomerna illustrerats noga på s.118 och det finns en speciell faktaruta som trycker på vad en balanserad formel är för något. Eleven kan här lätt förvissa sig om att inget bara uppstår eller försvinner. Däremot finns rubriken ”Förbränning i levande celler” på sidan 120 med en bild på en hare och i texten nämns enbart ”människan och nästan alla andra organismer” i kapitlet om cellandning. Att även växter har levande celler utelämnas helt som information.

## **2.5 Sammanfattning av litteratur**

Det finns alltså ett flertal studier efter 1990 som undersöker hur elever förstår ekologiska processer såsom fotosyntesen och materiaomvandling. Den didaktiska forskningen har också identifierat de kritiska förståelsepunkter som är vanligast. Några har betecknat dessa föreställningar som missförstånd, medan Andersson (2001) i likhet med de flesta valt definitionen vardagstankar. Det kan vara ett stöd att ha en kunskap om dessa svårigheter för att kunna strukturera bättre undervisning, genom att metakognitivt bemöta eleverna genom att synliggöra och bearbeta vanliga vardagstankar, enligt Andersson (ibid.). Även Eskilsson (2001) och Löfgren och Helldén (2008) beskriver vanliga vardagstankar som kan ge upphov till förståelseproblem.

Carlsson (2002a, b) beskriver däremot variationsteorin som en metod för att optimera den naturvetenskapliga undervisningen. Med hjälp av att åskådliggöra fenomenet på flera

varierande sätt kan eleverna urskilja det och uppnå förståelse, enligt detta pedagogiska synsätt.

Cañal (1999) tar upp problemet med omvänd respiration, Leach et al. (1995) har identifierat 6 olika nyckelrelationer som de anser underlättar förståelsen för ekosystemen och Löfgren (2005) är inne på att tidigt introducera molekylbegreppet och att arbeta med elevernas ordförståelse. Murray (1999) trycker på att det underlättar med att börja undervisningen med att tydligt definiera vad liv är.

Genomgången av läromedelslitteraturen visar på åtskilliga pedagogiska och kunskapsmässiga brister. Känslan finns att läroboksförfattare försökt förenkla innehållet så till den grad att den mist sin korrekthet. Det kan dock konstateras att ett av de nyare läromedlen, Gleerups Biologi (Henriksson, 2006) håller högre klass och verkar ha tagit intryck av den naturvetenskapliga didaktiska forskningen.

## **2.6 Problemprecisering**

Efter genomgången litteratur kan problemet formuleras: Hur kan man som pedagog mer effektivt strukturera lärandesituationen, med hjälp av kunskap om didaktisk naturvetenskaplig begreppskartläggning, i syfte att hjälpa eleverna att uppnå en djupare förståelse för fotosyntes och materiaomvandling?

### 3 Metod

I följande avsnitt redovisas hur själva undersökningen gått till i form av metodval, urval av undersökningsgrupp, hur undersökningen gått till väga samt en diskussion om detta.

#### 3.1 Metodval

Undersökningens syfte var att undersöka hur kunskap om elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse kan användas metakognitivt i undervisningen, för att hjälpa eleverna uppnå en djupare förståelse för fotosyntes och materiaomvandling. För att få ett jämförelsematerial genomfördes en lektion med både metakognitiva inslag och traditionell undervisning. Elevernas förståelse undersöktes före och efter undervisning i form av ett frågeformulär (bilaga 1), där de ombads att skriva ner sina tankar om de undersökta fenomenen och dessa svar skulle därefter bearbetas kvalitativt. En kvalitativ metod kan ge djupare kunskap enligt Patel och Davidsson (1991), när ”ambitionen är att försöka förstå och analysera helheter” (ibid. s. 99). Att undersöka elevers tankar och förståelse om ett fenomen med en kvalitativ analys, innebär med fördel djupintervjuer och ur materialet träder en mängd tolkningskrävande data fram. Svårigheterna med en kvalitativ metod, baserad på intervjuer, innebär att undersökningen till väldigt stor del präglas av den som utför den, i synnerhet om intervjuaren är ovan. Med detta avses att elever är duktiga på att tolka vuxna och därmed finns risken att eleverna omedvetet lotsas till rätt svar, istället för att ge uttryck för sina egna uppfattningar. Eftersom den planerade undersökningen dessutom består i att utvärdera elevers förståelse kopplat till undervisningsmetod, tycker författaren att det skulle vara mindre lämpligt att pedagogen i form av intervjuare gör studier baserat på sin egen insats.

Studien syftar till att synliggöra elevernas förståelse för fenomenen fotosyntes och materiaomvandling. Eftersom undersökningen genomförs i en årskurs 8, bör eleverna kunna formulera sina tankar skriftligt och därför valdes metoden frågeformulär. Eleverna fick formulera sina tankar fritt och författaren bearbetade materialet genom att kategorisera svaren antingen via nyckelord eller som skilda tankestrukturer. Dessa kategorier var förutbestämda när frågeformuläret konstruerades med ett undantag. Under fråga 1 var tanken att enbart kategorisera genom nyckelord, men vid bearbetningen av materialet kändes detta som ett trubbigt instrument. Det fanns elever som enbart rabblade upp nyckelorden och elevernas beskrivningar av sina tankar om fotosyntesen gav insyn i helt skilda tankestrukturer. Dessa

strukturer kändes viktiga att redovisa och därför gjordes vid bearbetningen av fråga 1 en kategorisering baserad på elevernas svar kopplad till redovisad litteratur. Svagheten i arbetssättet att fritt låta eleverna formulera sina tankar är att alla elever inte vill eller kan uttrycka sig skriftligt. Vid en intervju kan man också ställa följdfrågor vid ofullständiga eller dubbeltydiga svar och denna möjlighet saknas alltså vid denna undersökning.

### **3.2 Urval**

Urvalsgruppen består av en årskurs 8 i en mindre ort i södra Sverige. Eftersom undersökningen till en del bestod av ett långtidsförsök (5 veckor) i form av ett slutet ekologiskt kretslopp, genomfördes insamling av data till undersökningen i samband med verksamhetsförlagd utbildning.

### **3.3 Genomförande**

Arbetet inleddes med litteraturstudier och utifrån Anderssons (2001) och Helldéns (1992) definierade vardagstankar formulerades ett antal frågeställningar rörande fotosyntes och materiaomvandling. Frågorna testades först i en mindre pilotstudie som ledde till vissa omformuleringar. Själva undersökningsprocessen inleddes direkt vid VFU-periodens första dag genom att författaren tillsammans med klassen startade ett slutet ekosystem i en burk. Jorden hämtades direkt ifrån trädgården och i den såddes krassefrön. Burken stängdes och plomberades med en klisterlapp där det stod klass och datum och så placerades den i ett klassrumsfönster.

Tredje dagen gavs klassen uppgiften att svara på frågorna i undersökningsformuläret "Hur tänker du om fotosyntesen" (bilaga 1). Det poängterades noga att detta inte var något prov, utan en vetenskaplig undersökning där författaren var intresserad av hur eleverna tänkte om fotosyntesen. De ombads att skriva ner allt de visste. Undersökningen innehöll också frågor om var de trodde att all massa i en uppvuxen skog kom ifrån, växters energiförsörjning nattetid och om vad som händer vid förbränning med ved. Eleverna blev garanterade anonymitet och att enda skälet till att namnet efterfrågades på formuläret var att författaren skulle kunna följa dem och se ifall deras tankar förändrats något under dessa veckor. De blev även informerade om att deras medverkan var frivillig och tre elever valde att avstå från att medverka.



Eleverna läste om ljus och optik i sin NO-undervisning och under fjärde VFU-veckan behandlades fotosyntesen. I halvklass hölls en strukturerad diskussion om fotosyntes och materiaomvandling med utgångspunkt ifrån ett slutet kretslopp. Detta innebar att eleverna satt runt ett bord och diskuterade författarens frågeställningar. Sju olika frågeställningar behandlades och varje fråga inleddes med att eleverna först fick två minuter att själva formulera sin hypotes innan frågan gemensamt bearbetades. Det kretslopp som startades tillsammans blev tyvärr förstört genom klåfingrighet, men som väl var fanns det i författarens ägo ett slutet kretslopp i en damejeanne som varit igång i drygt 3 år. Detta ställdes mitt på bordet under diskussionen och väckte många tankar och frågor.

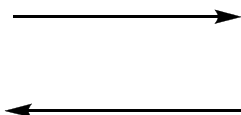
Diskussionen inleddes med en presentation av van Helmonts klassiska försök (Andersson, 2001) där han planterade ett pilträd som väger 5 skålpund i en kruka med 200 skålpund jord. Under 5 års tid vattnar han trädet och slutligen väger trädet 169 skålpund samtidigt som jorden nästan fortfarande vägde 200 skålpund. Van Helmont drar då slutsatsen att ”därefter uppstod och uppväxte 164 skålpund trä, bark och rötter av vatten allenast”(ibid. sid 95). Frågan som inledde diskussionen var:

1. Vad tror du att trädets massa kommer ifrån?

Därefter strukturerades diskussionen av följande frågeställningar som skrevs upp på tavlan enligt följande formuleringar:

2. Vad är luft?
3. Kan vår kropp utnyttja solens energi?
4. Varför bygger växterna upp socker genom fotosyntesen?
5. Hur kan man minska koldioxidhalten i luften?
6. Varför behöver vi syre?
7. Vad sker med atomerna i voden i samband med förbränning?

Följande samband fanns också uppritat på tavlan:



Den gemensamma diskussionen hölls alltså runt det tre år gamla slutna kretsloppet i form av en damejeanne, en stor rund glasbehållare ursprungligen avsedd för jäsning av vin. Det påpekades att det slutna kretsloppets enda utbyte med omgivningen består av tillförsel av solenergi, som driver fotosyntesen. Mikroorganismerna livnär sig på denna energi i förökningsprocessen och en del av energin omvandras slutligen till värme.

Denna diskussion innebar alltså att eleverna bearbetade samtliga frågeställningar som ingick i undersökningen. Fråga 1 och 7 under diskussionen är dessutom jämförbara med frågorna 2 respektive 4 i undersökningsformuläret. Frågorna valdes dels utifrån Anderssons (2001) resultat om vanliga förståelseproblem hos elever, men även utifrån författarens egna erfarenheter. Fråga 1 till och med fråga 6 diskuterades utifrån kunskap om vanliga vardagstankar medan fråga 7 behandlades genom att eleverna enbart fick undervisning i det rätta svaret muntligt och skriftligt. Författaren undervisade om förbränning och processen gick också att avläsa i form av reaktionsformler på tavlan Detta för att ha något att jämföra med i denna uppsats och hädanefter benämns undervisningen kring materiaomvandling i samband med förbränning som traditionell. Det som skiljer dessa frågeställningar åt är alltså på vilket sätt författaren valdes att presentera dem. Frågeställningen om varifrån trädets massa kom ifrån bearbetades genom att eleverna fick ta del av van Helmonts egen tolkning av sitt trädförsök. Eleverna blev härigenom uppmärksammade på ett helt annat sätt (variation) att tolka fenomenet fotosyntes. Frågeställningen om vad som händer med atomerna i veden vid förbränning presenterades i enlighet med traditionell undervisning i diskussionen. Att inte speciellt uppmärksamma vardagsföreställningarna kring förbränning innebar alltså ett medvetet val att inte påverka eleverna i denna fråga.

Undersökningen avslutades med att eleverna under femte veckan fick fylla i samma undersökningsformulär som de gjorde inledningsvis. Detta för att se ifall elevernas förståelse fördjupats eller ifall vardagsföreställningarna var så pass förhärskande att förståelsen inte ökat

nämnvärt oberoende av ifall undervisningen presenterats med hjälp av kunskap om kritiska förståelsepunkter eller traditionellt.

### **3.4 Undersökningens validitet**

Grundvalen som hela detta examensarbete vilar på är: mäter undersökningen den förståelse som den är avsedd att mäta? Att arbetes validitet kan enligt Patel och Davidsson (1991, s. 86) bedömas utifrån innehåll och den samtida validiteten. Innehållsvaliditeten bör värderas av någon som är insatt inom kunskapsområdet. I detta fall granskade handledaren formuläret och tillförde då även värdefulla synpunkter. Formuläret testades först i en mindre pilotstudie som ledde till någon mindre omformulering. Utifrån pilotstudien drogs slutsatsen att frågorna skulle ge svar på det som undersökningen syftade till.

Den samtida validiteten innebär att undersökningens resultat jämförs med annan samtida jämförbar didaktisk forskning. Det finns inget i resultatet som avviker, utan studien går hand i hand med övrig forskning vad gäller elevers förståelse för materiaomvandling. Däremot tyder resultatet på att dessa elevers förståelse ökade i den del av undersökningen där den didaktiska forskningens begreppskartläggning togs tillvara metakognitivt. Ifall det vetenskapliga synsättet verkligen ersatt vardagstankarna eller ifall båda dessa strukturer existerar parallellt svarar inte denna studie på.

### **3.5 Metoddiskussion**

Eleverna i denna klass hade läst om fotosyntesen under vårterminen i årskurs 7. Ämnet var alltså behandlat ett år tidigare, så när eleverna ställs inför frågeformuläret före undervisning, är kunskapen inte alldeles färsk. Dessutom skulle det vara förmätet av författaren att som lärarstudent tro sig kunna ge eleverna en så stringent metakognitiv lärandesituation, att det skulle vara möjligt att mäta dess effektivitet via elevernas förståelse för fotosyntes och materiaomvandling. Undersökningens resultat får därför enbart tolkas som en tendens på hur begreppsförståelse utvecklas, samt som en undersökning om hur just dessa elever i årskurs 8 uppfattar de undersökta fenomenen. Alltför kort undervisningstid har funnits tillgänglig, så därför har inte någon större vikt lagts vid att undervisa om eller att undersöka hur eleverna tänker om energiomvandlingens olika steg vid dessa fenomen.

Att påvisa vad som är orsak och verkan i inlärningssammanhang är oerhört komplicerade processer. För att kunna säkerställa olika metoders effektivitet, skulle det parallellt behöva genomföras liknande undersökningar med olika undervisningsmetoder. Elevintervjuer ger djupare insikt i elevernas förståelse, men ifall intervjuer genomförs av den lärare som undervisar är risken stor att resultatet påverkas. En intervjusituation innebär ett möte mellan två människor och alla sådana interaktioner innebär ett givande och tagande i någon form. Eftersom ingen människa är ett vitt kort, så bör intervjuaren stå så långt ifrån den faktiska undersökningen som möjligt. Att vetenskapligt utvärdera egen undervisning, är enligt författaren inte att rekommendera. Ifall inget annat alternativ står till buds påverkas troligtvis elevernas svar mindre när de i enskildhet får formulera sina tankar skriftligt. Nackdelar med detta förfaringssätt kan vara att alla elever inte behärskar förmågan att formulera sig skriftligt eller att de inte känner sig så trygga med undersökaren, så att de vill delge tankar som de själv är osäkra på.

## 4. Resultat

Totalt svarade 24 elever på frågorna i undersökningsformuläret ”Hur tänker du om fotosyntesen” (bilaga 1). Tre elever valde att avstå. Av de 24 eleverna deltog 17 elever vid bägge undersökningstillfällena. Tre elever var enbart närvarande vid första tillfället och fyra andra elever enbart vid sista tillfället. Vid sista undersökningstillfället svarade en elev enbart på första frågan, eftersom hon var tvungen att gå ifrån lektionen. Totalt återfinns alltså 20 elevsvar vid bägge undersökningarna, med undantag av fråga 1 som vid sista undersökningstillfället besvarades av 21 elever. Författaren saknar också noteringar om vilka elever som eventuellt var frånvarande vid det undervisningstillfälle som undersökningen bygger på. De elevcitaten som presenteras är valda dels för att de är intressanta, men urskiljningen har också gjorts med omsorg om spridning för att visa så många olika elevers svar som möjligt. Citaten presenteras i ursprungsskick med eventuella felstavningar och meningsbyggnadsfel.

### 4.1 Fråga 1

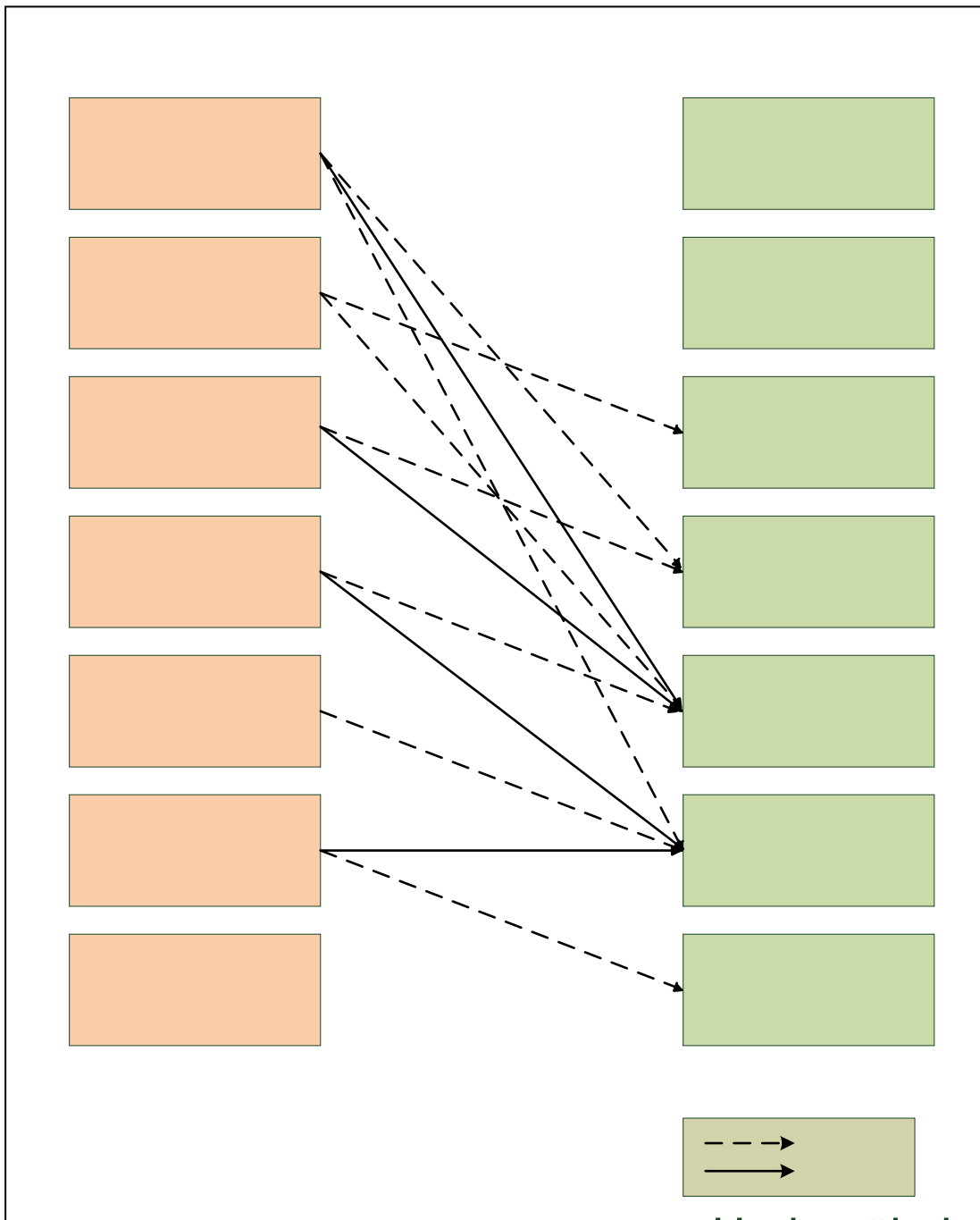
**Fotosyntesen sker i gröna växter och detta är en grundförutsättning för allt liv på jorden. Beskriv så utförligt du kan med egna ord hur du tror att den fungerar!**

Elevsvaren har analyserats efter sex stycken, enligt författaren förutbestämda variabler, om vilka faktorer som eleverna kan ta med i sin förklaring av fotosyntesen. Redovisningen i figur 2 innebär enbart en summarisk sammanräkning utan hänsyn till djupare förståelse. Svaret ”vet inte” har placerats i box 0. Följande sex variabler har medräknats:

- Solljus eller enbart ljus
- Vatten
- Koldioxid
- Syre eller syrgas
- Druvsocker eller energi
- Gröna blad eller klorofyll eller ”i bladen” har godkänts i denna kategori.

### 4.1.1 Resultat fråga 1

Diagrammet visar hur många variabler som varje elev redogjort för. Tjockleken på pilarna symboliserar hur respektive elevs svar varierat mellan undersökningen före och efter undervisning, för de 17 elever som deltog vid bägge tillfällena. Även de sju elever som endast deltog vid ett tillfälle finns medräknade i variabelboxarna och det är av detta skäl som det inte med hjälp av pilarna går att räkna ut matematiskt hur många elever som återfinns i respektive box efter undervisning.



Figur 2: Fördelning efter hur många variabler eleverna använder för att beskriva fotosyntesen.

ersökning före und

### 4.1.2 Analys fråga 1

Alla elever som svarat ”vet inte” före undervisningen är flickor och att flera av dem uppvisar en god förståelse efter undervisning. Tänkbara orsaker kan vara att dessa flickor avstått från att skriva ner sina tankar eftersom de inte känt sig säkra på om de har tänkt rätt eller att de inte känt sig tillräckligt trygga inför frågeställaren. En annan orsak kan vara att eleverna faktiskt inte kunde eller kände sig främmande inför undersökningens begrepp. Antalet svar som före undervisning bestod av ”vet inte” eller ren variabeluppräknings utan någon vidare beskrivning, var så många som tio stycken, alltså hälften av svaren. Författaren bedömer därför att undersökningens validitet är lägre vid första undersökningstillfället.

Förbättringssteg uppdelat efter genus		
Antal steg	Pojkar	Flickor
0	1	1
1	5	1
2	0	2
3	1	2
4	1	2
5	0	1
Antal elevsvar	8	9

Figur 3: Antal förbättringssteg gällande fråga 1 mellan undersökningarna fördelat på genus.

Med utgångspunkt från detta känns resultatet efter undervisning mer värt att analysera för att få en ökad förståelse för hur dessa elever tänker om fotosyntesen. När eleverna skrivit ner sina tankar kan författaren urskilja fyra olika kategorier av svar. Dessa fyra består av tre kvalitativt skilda sätt att beskriva fotosyntesen samt en fjärde kategori med de elever som i sina svar inte uppvisar någon sammanhängande förståelse. Värt är att notera att vid undersökningen före undervisning beskrev fem elever koldioxid som en ingående produkt och att denna siffra efter undervisning ökat till 16 elever.

I kategori A – ”vet inte”, har jag placerat den elev som svarade ”*vet inte*” samt fem elever som gett så knapphändiga svar att det inte är möjligt att följa deras tankar. ”*Syre, vatten och energi behövs*” har en elev svarat. Svaren består mer av en variabeluppräknings av de ingredienser

som ingår i fotosyntesen och det går inte att utläsa vad eller om eleverna ser någon funktion eller nytta med processen. Även om flera variabler nämns, visas ingen förståelse upp och dessa elever skulle behövt intervjuas för att få reda på hur de resonerar.

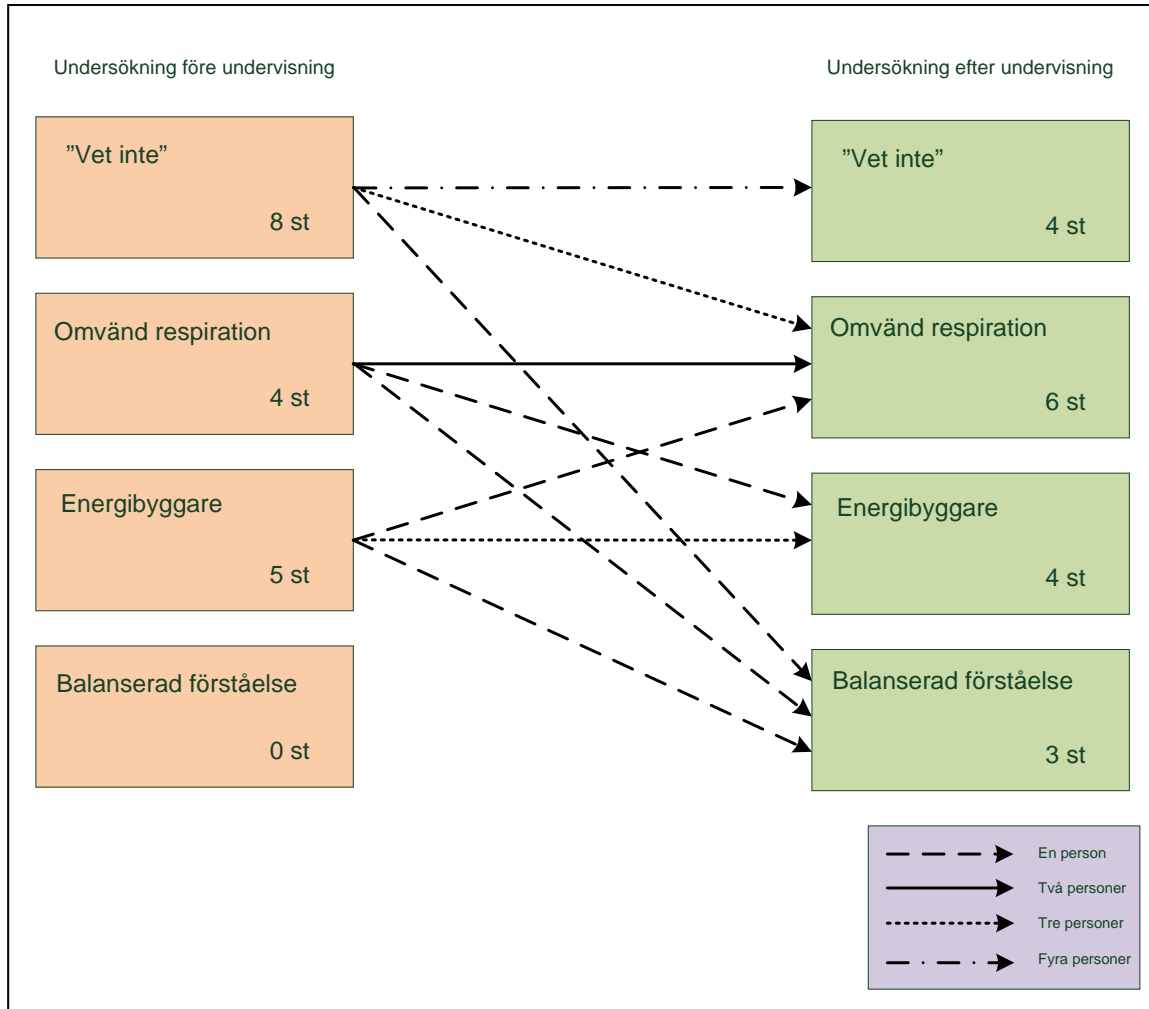
Kategori B – ”omvänd respiration”, innehåller sex elever som tydligt ser fotosyntesen enligt Cañals (1999) definition som en sorts omvänd respiration. En elev skrev ”*Växten ger ifrån sig energin och även syre som vi behöver för att andas. Växten behöver ju koldioxid som vi andas ut.*” Samma elev skrev vid första tillfället ”*Lövet släpper ifrån sig druvsockret som tas upp av djur.*” En annan elev skrev så här att ”*I de gröna växterna finns ett ämne som heter klorofyll. Det tar upp solljus och koldioxid, växterna släpper ut druvsocker. Det släpper ut syre som vi behöver för att kunna andas.*” Ytterligare fyra elever som inte alls nämnt energi eller druvsocker har jag satt i denna kategori eftersom svaret tydligt markerat ett beroende förhållande mellan växter och djur. ”*Vi på jorden behöver syre för att överleva, vi andas syre/luft. När vi andas ut kommer det koldioxid. Växterna behöver koldioxiden för att producera syre.*” Av dessa sex elever var det enbart två som i undersökningen före undervisning gav svar i denna kategori. Övriga fyra kom ifrån kategori A ”vet inte”.

I kategori C – har fyra elever placerats, som författaren väljer att kalla ”energibygare”, eftersom dessa elever helt bortser ifrån syreproduktionen. Trots att de samtliga nämnt koldioxidupptaget fokuserar de i sina svar enbart på växtens energibygande. ”*Fotosyntesen handlar om hur växterna tar emot solljus och förvandlar det till ny energi, med koldioxid som det renar*” skriver en elev och en annan uttrycker sig ”*Jag vet att fotosyntesen handlar om ljus och växter. Jag tror att det finns i dom gröna bladen. Det behövs också koldioxid och vatten. Det blir druvsocker av det. På vintern är det inga gröna blad. Jag funderar på om fotosyntesen på vintern?*” Värt att notera är att tre av dessa fyra elever redan vid undersökningen före undervisning gav likartade, heltäckande beskrivningar av fotosyntesen som energibygare.

Kategori D – ”balanserad förståelse” består av fem elever som har uttryckt en balanserad förståelse. Detta innebär inte att de har med alla variabler, utan att svaren innehåller både energiaspekten och gasutbytet. Ett svar i denna kategori lyder ”*växter behöver för fotosyntes solljus, vatten, klorofyll och luft. Klorofyll ger grön färg på växterna. Växter tar koldioxid från luften och tar hjälp från vatten och solljus och ger ut syre. På natten växter tar syre och ger koldioxid.*” ”*I växter finns ett ämne som heter klorofyll som ger dem den gröna färgen.*”



Fotosyntesen är det en process där växter tillverkar mat för sig (druvsocker) och syre för oss. Till den kemiska processen växten behöver vatten, solenergi och koldioxid som finns i luften” lyder ett annat svar i denna kategori.



Figur 4: Fördelning över hur elevernas uppfattning förändras kvalitativt under studien.

Figur 4 visar hur uppfattningen förändrats kvalitativt för de 17 elever som deltog vid bägge undersökningstillfällena. Av de nio elever som beskrev antingen "omvänd respiration" eller "energibygare" före undervisning, behöll fem av dem sin grunduppfattning oförändrad genom studiens gång. Undervisningen verkar ha gynnat uppfattningen om fotosyntesen som en sorts omvänd respiration.

## 4.2 Fråga 2

### Om du tänker dig en stor uppvuxen skog. Varifrån kommer trädens alla kilo?

Denna fråga upplevde en del som svår att förstå vid första undersökningstillfället och de fick då följande muntliga instruktion: ”om ni tänker er små trädplantor som växer upp till en stor skog. Varifrån kommer det material som bygger upp träden?” Denna omformulering innebär alltså enbart ett förtydligande av frågeställningen och bör alltså inte ha någon påverkan på elevsvarens inriktning.

#### 4.2.1 Resultat fråga 2

Svaren har delats upp i tre kategorier utifrån elevsvaren:

- ”Vet inte”.
- Alla svar som nämnt fast materia. Från rötterna, cellulosa, frö, bark, löv och vatten.
- De svar som kopplat ihop fotosyntesen med trädets tillväxt, även om inte alla variabler varit korrekta.

Kategori	Före undervisning	Efter undervisning
Vet inte	2	0
Materia	14	7
Fotosyntesen	4	13
	20 elevsvar	20 elevsvar

Figur 5: Fördelningen hur elever tänker om varifrån trädens massa kommer.

#### 4.2.2 Analys fråga 2

Antalet elever som sätter samman fotosyntesen med trädets tillväxt har under dessa 5 veckor ökat från 4 till 13 elever. Inledningen av halvklassdiskussionen bestod av en presentation av Van Helmonts berömda experiment och det är möjligt att berättelsen om hans tolkning av

försöket gjort intryck på eleverna. Så här skriver en elev *"Jag tror det är så att träden behöver koldioxid, som löven tar upp. Vatten behöver träd och självklart ljus"*. En elev som placerades i kategorin "fotosyntesen" skrev *"Det kommer från vatten, näring och fotosyntes. När grodden kommer upp drar den åt sig solenergi, luft och vatten. Den växer den"*. Denna elev skrev luft i stället för koldioxid, trots att samma elev beskrev fotosyntesen korrekt under fråga 1 och kanske därför upplevde frågan som en upprepning. Ytterligare en elev funderade över tillväxten innan första bladet slår ut och han skrev *"Groden suger upp vatten och näringen. Fotosyntesen har nåt att göra med detta också för den har näring så ett blad kan växa och ta emot solljus och koldioxid så den växer för den har energi tillräckligt för att ett blad skall komma upp. Sedan tar bladet emot koldioxid och solljus"*. Även om frågeställningen behandlades snarlikt under undervisningen är ändå intrycket att flertalet elever verkligen har tänkt till eftersom de gett utförliga beskrivningar med egna ord. Ingen elev har heller relaterat direkt till van Helmonts experiment i sitt svar.

### 4.3 Fråga 3

#### **Fotosyntesen kräver solljus och fungerar enbart vid dagsljus. Hur tror du att växterna får sin energi nattetid?**

Avsikten med denna fråga var att komma åt att växterna har en egen respiration. Vid en genomgång av elevsvaren kan konstateras att endast en elev beskrev växternas respiration, samtidigt som 13 elever svarade genom att beskriva att växterna nattetid använder sig av den lagrade energi som de byggt upp under dagtid. Detta är ett korrekt svar, även om de inte beskriver hur processen går till. Orsaken till detta svar kan vara att frågan var lite otydligt ställd, men svaren kan också tyda på en bristande begreppsförståelse. Eftersom denna fråga inte har någon central bäring på undersökningens inriktning så gör författaren valet att inte presentera något resultat eller analys av fråga 3.

### 4.4 Fråga 4

#### **Beskriv vad du tror händer när man eldar med ved!**

Även denna fråga krävde kompletterande muntlig instruktion vid första undersökningstillfället: "vad tror du händer med själva veden vid förbränning? Tror ni att veden bara försvinner eller tror ni något annat?" Trots denna omformulering kräver frågan att

eleven har en egen föreställning om vad som händer med materia vid förbränning. Orsaken till att frågan behandlade förbränning och inte förmultning var att författaren har en känsla av att elever ofta har lättare att förstå sig på den snabbare förbränningsprocessen. Just förmultning har visat sig vara en stor didaktisk stötesten (Helldén, 1992) som kräver mer omfattande undervisning om bland annat energins flöden genom ekosystemen.

#### 4.4.1 Resultat fråga 4

Eleverna har här beskrivit sina tankar om förbränningsprocessen och de avgivna elevsvaren delades upp i följande av författaren förutbestämda kategorier:

- A - Vet inte
- B - Veden blir till aska eller försvinner, förkolnar
- C - energiutvinning
- D - Det bildas koldioxidrök eller gas
- E – Det bildas vattenånga
- F – Det bildas vattenånga, koldioxid och värmeenergi

Dessutom påpekade fyra elever i sina svar att det krävs syre vid förbränning.

Kategori	Före undervisning	Efter undervisning
A	4	1
B	9	2
C	2	6
D	5	11
E	0	0
F	0	0
	20 elevsvar	20 elevsvar

Figur 6: Elevsvar uppdelat på olika kategorier om vad som händer när man eldar med ved.

#### 4.4.2 Analys fråga 4

Antalet elever som angav att B - veden blir till aska, försvinner eller förkolnar minskade stort mellan undersökningstillfällena. Eleverna verkade inte tidigare ha funderat på detta. *”Det eldas väl upp?! Elden tar död på allt som finns i veden”*.

Vid sista undersökningen var det sex elever som angav C - energiutvinning *”man släpper lös energierna som den samlar från solen, det skapas en kemisk reaktion ”* är ett av flera exempel som kopplar ihop eldens värme med solenergin.

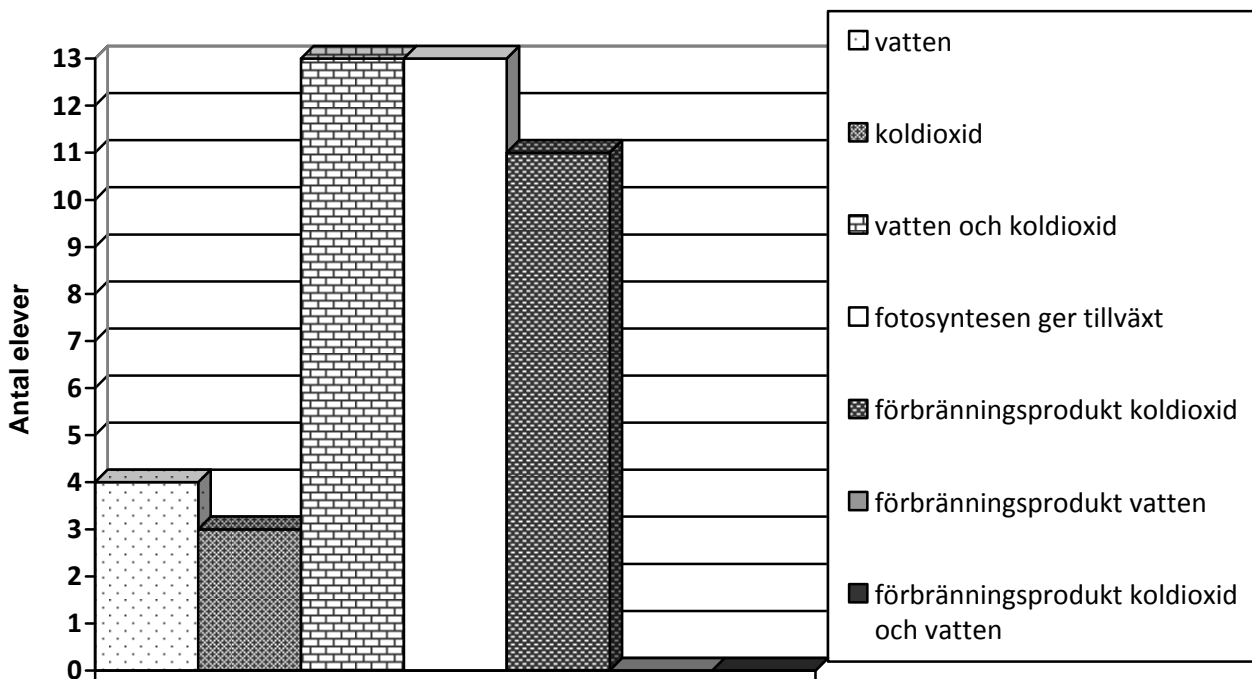
Elva elever svarar D – att det bildas koldioxidrök eller gas. *”Det kommer rök där alla partiklar finns, som finns i träet först. De försvinner aldrig. Det bildas för mycket koldioxid om man fortsätter. Skogen kan då inte ta upp all koldioxid och det försumpar marken”* och *”Jag tror att de släpper ut koldioxid. För mycket koldioxid är farligt för oss människor”* är exempel på två elevsvar som kopplat ihop förbränning med *”farlig koldioxid”*. I det första svaret är eleven kretsloppet på spåret dvs. att det bildas lika mycket koldioxid när man förbränner ved som *”veden”* har tagit upp ur luften när den växte till. Väldigt många av eleverna har lagt till i sitt svar att det bildas skadlig koldioxid vid förbränning, trots att flera beskrivit att det bildas lika mycket koldioxid vid förbränningen som trädet tidigare *”tagit upp”*.

Ingen elev har nämnt att det bildas vatten eller vattenånga vid förbränning. De har dessutom i samtliga fall bara valt att fokusera på en slutprodukt, antingen energi eller koldioxid. Detta trots att undervisningen både gett det korrekta svaret både muntligt och skriftligt via reaktionsformlerna på tavlan. Denna del av lektion bedrevs alltså traditionellt utan något metakognitivt exempel som visade på skillnaden mellan det vetenskapliga sättet att resonera och vanligt förekommande vardagstankar.

#### 4.5 Elevers tankar om materiaomvandling

Slutligen görs en jämförelse mellan elevernas svar i undersökningen efter undervisning på fråga 1, 2 och 4 för att få en samlad uppfattning om hur de undersökta eleverna tänker om materiaomvandling i samband med fotosyntes, tillväxt och förbränning. Hade förmultningsprocesser valts hade resonemanget starkare anknytning till det slutna kretsloppet. Att just begreppet förbränning valdes motiveras under 4.4. De tre första staplarna bygger på

de olika variabler som de 20 eleverna som besvarade fråga 1 använde när de förklarade fotosyntesen. Stapel fyra baseras på elevsvaren som angav fotosyntesen som orsak till trädens tillväxt under fråga 2. De tre sista staplarna baseras på vilka kemiska slutprodukter som 13 elever nämner i sitt svar om förbränning under fråga 4. De sju elever som beskrev ”energiutvinning”, ”veden blir till aska eller försvinner, förkolnar aska eller försvinner” samt ”vet inte” finns alltså inte redovisade i nedanstående tabell. Denna tabell innebär alltså en syntes av elevsvaren efter undervisning grundad på hela undersökningen.



Figur 7: Fördelningen över hur elever tänker om materiaomvandling i samband med fotosyntes, tillväxt och förbränning efter undervisning.

#### 4.5.1 Analys av elevers tankar om materiaomvandling

Antalet elever som beskrivit både variablerna koldioxid och vatten sammanfaller statistiskt med antalet elever som kopplar ihop fotosyntesen med tillväxt. Elva elever återfinns i bägge kategorierna och detta innebär att två elever som angett både koldioxid och vatten vid sin beskrivning av fotosyntesen inte har satt dessa faktorer i samband med trädens tillväxt.

Två elever som inte tagit med variabeln vatten i sin beskrivning av fotosyntesen förklarar sina tankar om trädens tillväxt ”Det kommer ifrån koldioxiden i luften och vatten som den suger upp och sen kan träden inte växa utan solljus” och ”för att något ska växa behövs det vatten

*och soljus och koldioxid*". I sin beskrivning av tillväxten under fråga 2 visar de alltså en förståelse för fotosyntesen som inte avspeglade sig i samma elevers beskrivning av fotosyntesen under fråga 1. Däremot har inte någon elev nämnt någon annan kemisk slutprodukt än koldioxid i samband med förbränning. Undervisningssekvensen som behandlade förbränning, förmultning och respiration saknade den tydliga metakognitiva förankring som användes när begreppet tillväxt behandlades. Det kan konstateras att de ingående byggstenar som två tredjedelar av eleverna beskriver i fotosyntesen inte återfinns som slutprodukter i elevsvaren om förbränning.

#### **4.6 Sammanfattning**

Undersökningen utgick från en socialkonstruktivistisk kunskapssyn och metoden gick ut på att undersöka hur vanliga vardagstankar kan bearbetas som metakognitiva inslag i undervisningen, för att hjälpa eleverna att konstruera en djupare förståelse för de undersökta fenomenen fotosyntes och materiaomvandling. Att låta eleverna själv skriva ner sina tankar kändes som en väl fungerande metod i denna klass. Svaren var mer uttömmande efter undervisning och detta kan dels bero på att eleverna friskat upp gamla kunskaper och förhoppningsvis byggt på med nya, men det kan också bero på att eleverna kände sig tryggare med begreppen och frågeställaren. Vid undersökningen före undervisning var det framförallt flickor som valt att svara "vet inte". Detta kan bero antingen på att de inte ville beskriva hur de tänker när de känner sig osäkra, men också på att de kanske inte kunde svar på det som efterfrågades. Endast en elev valde att svara "vet inte" vid undersökningen efter undervisning och samma elev hade flera perioder med frånvaro under de fem veckor som undersökningen pågick. Även om eleverna var osäkra på svaret, så gjorde de allra flesta ändå ett försök med att förklara och beskriva sina tankar.

## **5 Diskussion**

Här förs en diskussion om hur resultatet av undersökningen förhåller sig till den naturvetenskapliga didaktiska forskning som presenteras under litteraturdelen.

### **5.1 Elevers tankar om fotosyntesen**

Elevernas nedskrivna tankar om fotosyntesen efter undervisning visade på tre kvalitativt skilda sätt att uppfatta denna process. Fotosyntesen uppfattades dels som en sorts omvänd respiration, dels som en energibyggnings process och slutligen kombinerade en tredjedel av eleverna dessa funktioner till en mer balanserad förståelse. Dessa elever beaktade alltså både fotosyntesens betydelse för materiaomvandling och produktens värde som kemiskt bunden energi.

Undervisningen planerades utifrån en socialkonstruktivistisk plattform med metakognitiva inslag baserade på Anderssons (2001) och Helldéns (1992) kartläggning av elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse. Van Helmonts klassiska trädförsök presenterades vid den diskussion som hölls i halvklass runt det slutna ekologiska kretsloppet. Detta går också tydligt att spåra i elevsvaren genom att klart fler elever efter undervisning uppfattade fotosyntesen som den process som låg bakom trädens tillväxt. Van Helmonts försök presenterades som en "variation" på hur tillväxt kan uppfattas.

Detta resonemang kan möjligen också medräknas i tolkningen av elevers förklaringar av fotosyntesen. Innan undervisning tog endast fem elever med variabeln koldioxid och efter undervisning nämnde 16 elever koldioxid. Samtliga fyra elever som placerades i kategori C - energibyggnings, nämnde dock koldioxid som en ingående variabel, även om de helt bortsåg från syreproduktionen. Tre av dessa elever gav likartade och heltäckande beskrivningar av fotosyntesen som energibyggnings redan före undervisning. De upplevde alltså ingen kvalitativ skillnad mellan sin kontext och undervisningen, som påverkade deras förståelse av fotosyntesen.

Vid klassrumsdiskussionen diskuterades varför växterna har sin fotosyntes och att de inte bara finns till för vår nytta eller glädje. Att växterna dygnet runt och året runt har en egen



respiration då socker förbränns med syre och avlämnar koldioxid, var något författaren berättade om. Det nämndes också att det är växternas överskott på dagtid som vi har nytta av i form av föda och syre. Däremot togs aldrig den vanliga missuppfattning upp som Cañal (1999) trycker på, nämligen uppfattningen om fotosyntesen som en sorts omvänd respiration. Dessa tankar skulle nog med fördel kunnat presenteras som en ”variation” på hur fotosyntesen kan uppfattas och därigenom hjälpa eleverna att urskilja ett mer balanserat synsätt. Fyra elever återfinns i kategorin ”omvänd respiration” vid studiens början, två elever behåller detta synsätt och ytterligare fyra elever utvecklar denna uppfattning. Möjligen kan denna uppfattning understödjas av det slutna kretsloppet och att energibegreppet inte synliggjordes tillräckligt tydligt i samband med diskussionen runt van Helmonts trädförsök.

Inläringssituationen kring fotosyntesen bör, enligt Murray (1999), inledas med en grundlig genomgång av vad liv är och vad livet kräver genom ett antal odlingsförsök. Detta är en tänkvärd uppläggning för hur undervisning kan planeras, men räcker det som metod att presentera fenomenen i en annan ordning för att få en djupare förståelse? Författaren till denna uppsats befarar att denna metod motverka synsättet med omvänd respiration, men frågan är om den inte samtidigt kan underbygga uppfattningen om fotosyntesen som energibyggare. Denna metod kräver förmodligen också att gasutbytet synliggörs lika tydligt för att eleverna ska uppnå ett balanserat synsätt som tar hänsyn till både energiaspekten och materiaomvandlingen.

En allvarlig upptäckt under arbetets gång har varit att flera läroboksförfattare har förenklat sina beskrivningar så till den grad att de inte längre är korrekta. Under min läromedelsgenomgång hittades enbart en lärobok, nämligen Gleerups Biologi (Henriksson, 2006) som gav en korrekt och heltäckande bild av fotosyntesen. Utformningen av detta läromedel är något mer krävande för läsaren och det är inte säkert att alla elever har intresse och förmåga att ta sig igenom och ta till sig innehållet. Detta ska dock inte ses som en nackdel eftersom inte läromedlet ska tala för sig själv. Det är lärarens uppgift att på olika sätt göra undervisningsinnehållet meningsfullt och levande för eleverna. Att läromedlet ger en beskrivande bild av ekosystemens processer är faktiskt ett krav för att de ska harmonisera med de kursplaner som gäller för skolans naturorienterande ämnen (Skolverket, 2000).

## 5.2 Elevers tankar om materiaomvandling

Eleverna blev med van Helmonts trädförsök medvetandegjorda om hur ett faktiskt experiment kan ge upphov till olika tolkningar av resultatet. Beroende av betraktarens förkunskaper kan olika slutsatser dras om vilka produkter som ingår i fotosyntesen. Vid samma undervisningstillfälle berättades det både muntligt och med hjälp av reaktionsformler på tavlan om att slutprodukterna vid respiration/förbränning/förmultning är desamma nämligen koldioxid och vatten samt energi. Diskussionen hölls runt det tre år gamla slutna kretsloppet, som skulle symbolisera hur samma atomer används om och om igen genom kretsloppet. Trots detta nämnde ingen elev vatten som slutprodukt vid förbränning av ved. Förbränningen behandlades traditionellt i undervisningen genom att svaret berättades och skrevs upp på tavlan.

Vid undervisningen diskuterades frågan om hur vår kropp kan utnyttja solens energi. Genom att synliggöra att vi enbart blir varma och kanske röda av att lägga sig i solen, urskiljdes det faktum att fotosyntesen är livets enda sätt att ta tillvara på solenergi och att det är denna energi vi får i bunden form när vi äter mat eller i form av värme när vi eldar. Sex elever beskrev enbart energiutvinning som förklaring på fråga 4 varav flera påpekade att vi genom förbränning får tillbaka solenergin i form av värme. Elva elever skrev enbart om koldioxid, varav många påpekade hur skadlig den var, trots förevisningen av det slutna kretsloppet. Att eleverna påpekar faran med koldioxid är naturligt med utgångspunkt från aktuell samhällsdebatt och kanske var det så att de därför trodde att det var detta svar som författaren efterfrågade.

Andersson (2001) påvisade i sin undersökning att endast 3-15 % av 12-15 åringarna angav kemisk förening som förklaring till ett antal processförsök efter genomgången undervisning. ”Det bara blir så”, ämnen försvinner eller förändras, eleven uppfattar att ämnet funnits där från början eller att ämnet modifieras med nya egenskaper, är de kategorier av förklaringar hans undersökning delar in elevsvaren i. Vid denna undersökning angav ingen elev både vatten och koldioxid som slutprodukter av förbränning, trots att två tredjedelar beskrev fotosyntesens ingående atomer korrekt. Dessa resultat stämmer alltså väl överens med Anderssons (ibid.) vad gäller elevers bristande molekylbegrepp i samband med materiaomvandling.

Kanske skulle eleverna, ifall de såg druvsockret som byggstenar, fundera över var väteatomerna tar vägen. Löfgrens (2005) studie syftar till att undersöka hur det skulle kunna hjälpa elever att förstå materiens omvandlingar genom att tidigt introducera en förenklad partikelmodell. Fyra elever påpekar att det krävs syre vid förbränning, men detta är nog mer en praktisk erfarenhet än en djupare förståelse varför. Undervisningen gav inte eleverna hjälp att urskilja ”variationen” att följa atomernas väg för att förstå vilka slutprodukter som bildas vid förbränning.

### **5.3 Elevers förståelse i ett långsiktigt perspektiv**

Leach et al. (1995) har plockat ut sex nyckelrelationer mellan organismer i ekosystem som en metod att strukturera upp undervisningen. Författaren har i arbetet med den uppsats dragit slutsatsen att det är viktigare hur undervisningen presenteras snarare än i vilken ordning respektive ämnesområde tas upp. Det som påverkat förståelsen mest har mer berott på hur eleverna blivit varse processerna ur olika aspekter, än vilka fakta som presenterats. Carlsson (2002a) trycker utifrån variationsteorin på de tre begreppen ”urskiljning, variation och samtidighet” (ibid. s. 4) att eleverna måste uppleva en kvalitativ skillnad mellan där de befinner sig och det mål som undervisningen avser. I annat fall läggs nya fakta till gamla strukturer och eleven har lärt sig något annat än det som läraren avsåg att förmedla. Tre elever som vid studiens början beskrev tankestrukturer om fotosyntesen som ”energibygare” och två elever som gjorde detsamma i kategorin ”omvänd respiration” återfinns i samma kategori efter undervisning. Gemensamt för dessa fem elever är att deras beskrivningar är heltäckande och att de hör till dem som satsar på att prestera goda resultat. Dessa två kvalitativt olika uppfattningar om fotosyntesen blev aldrig synliggjorda, vilket innebar att dessa elever inte utmanades i sina uppfattningar. Eftersom de inte fick hjälp att urskilja dessa variationer, blev de enbart bekräftade i sin uppfattning genom undervisningssekvensen.

Helldéns (1992) forskning visar på ett föredömligt sätt barns tankar om ekologiska processer och han drar slutsatsen att barns tankar avsevärt skiljer sig ifrån vuxna människors sätt att uppfatta världen. Detta stämmer givetvis så tillvida att vuxna förmodligen inte besjalar växterna eller ger dem mänskliga behov. För mig kvarstår dock den brännande frågan om hur vuxna tänker om ekologiska processer. Tanken är då inte att slita tillbaka den vuxna befolkningen till skolbänken utan att undersöka om och hur förståelsen för ekologiska processer förändras genom livet. Tänker vuxna på samma sätt om ekosystem som när de

lämnade gymnasiet eller utvecklas insikter positivt eller negativt av livets vardag? Eftersom vuxenvärlden är en viktig del av våra elevers kontext i form av bland annat föräldrar, förskollärare, journalister och barnboksförfattare så är detta i högsta grad en intressant bakgrund.

Vår framtid på planeten jorden är beroende av hur vi gemensamt lyckas leva på ett ekologiskt hållbart sätt. Detta kräver en förståelse för ekologiska processer hos var och en av oss.

## **5.4 Metodkritik**

Att utvärdera undervisningsmetoder genom eget deltagande medför objektiva brister. Resultatet får därför ges störst värde som en inblick i hur 14-åringar tänker om fotosyntes och materiaomvandling. Bearbetningen av resultatet visade dock på förståelseskilnader och dessa skillnader verkar kunna hänföras till hur undervisningsstoffet presenterades. Vid undersökningen som genomfördes före undervisningen, svarade påfallande många flickor ”vet inte”. Samma flickor gav vid andra undersökningen utförliga och täckande svar i sina tankar om fotosyntesen. Trots att författaren påpekade att det inte var fråga om något prov utan att intresset bestod i att få reda på hur de tänker, kanske flickor ställer större krav på sig själva att de ska ha ”rätt” svar istället för att chansa.

Metoden att låta eleverna skriva ner sina tankar gav möjlighet till en unik inblick i dessa elevers tankar. Trots detta fanns det någon elev som nog skulle kommit bättre till sin rätt genom en intervju och några elevsvar hade med fördel kunnat bli fylligare ifall författaren haft möjlighet att ställa direkta följdfrågor till elevens svar.

## **5.5 Undersökningens slutsatser**

Hela examensarbetet planerades utifrån en socialkonstruktivistisk plattform med metakognitiva inslag. Genom att synliggöra och bearbeta vanliga vardagstankar blev eleverna varse hur dessa skiljer sig ifrån det vetenskapliga begreppet. Eleverna svarade till stor del att tillväxten berodde på fotosyntesen eftersom de fick erfara en vanlig vardagstanke, i detta fall exemplifierad genom van Helmonts egen tolkning av sitt trädförsök. Åtskilliga elevsvar visade på synsättet omvänd respiration, eftersom denna förståelsevarians inte synliggjordes i undervisningen. Undervisningen med reaktionsformler på tavlan och ett slutet kretslopp

understödjer också detta synsätt. Andra elever såg fotosyntesen som enbart energibygare av samma anledning. Det räcker inte att som lärare presentera hur världen är ifall inte eleverna kan se skillnaden mot hur de upplever eller erfar den. För att eleverna ska fördjupa sin förståelse måste de uppleva en kvalitativ skillnad mellan sin kontext och den undervisning som presenteras. Eleverna som gick in i undervisningen med förståelsen ”omvänd respiration”, utmanades aldrig i sina tankar under undervisningspasset. Istället kan pilarna i kretsloppet uppfattas som en bekräftelse på deras föreställning. För den som inte kan något om fåglar förblir fågeln enbart en fågel oavsett ifall det är fråga om en örn eller sädesärla (Carlsson 2002a). Först när vi lär oss namn och skillnader upplever vi fullt ut alla de variationer av blommor, fåglar eller insekter som vi möter i naturen. Det kommer an på ögonen vad man ser.

Då uppstår frågan om hur en lärare ska kunna hantera alla möjliga variationer av uppfattningar om alla de moment som ingår i ett ämne. Eskilsson (2001) presenterar i sin avhandling ett antal Le Maréchal-schema som synliggör tydliga skillnader mellan vardagsvärlden och projektvärlden. Dessa kan vara en hjälp för undervisande lärare över vanliga variationer som bör bearbetas för att eleverna ska uppfatta undervisningen såsom läraren avser. En uppsjö av vardagstankar om olika begrepp och fenomen kan struktureras med hjälp av dessa scheman på ett överskådligt sätt.

Lärarens andra redskap är att låta eleverna skriva ner sina tankar om olika fenomen. De tankar som eleverna gav uttryck för ger en unik inblick i olika sätt att uppfatta sin omvärld. Denna inblick utnyttjades inte, som det hjälpmedel det borde vara, under denna undersökning. Att låta eleverna skriva ner sina föreställningar ger dem dels möjlighet att själva fundera över sina tankar och kanske kan skrivandet även bidra till att sätta igång inlärningsprocesser.

Läraren kan genom olika metoder utveckla elevers förståelse för olika fenomen. Men vi som lever och verkar idag kan aldrig förutse vilka olika dilemman som kräver naturvetenskaplig förståelse, som våra elever kommer att möta i framtiden? Hur kan vi ge våra elever ett partikelbegrepp som är möjligt att tillämpa i mötet med för dem nya fenomen, så att de äger de redskap som krävs för att utveckla samhället mot en hållbar utveckling?

## 6 Sammanfattning

Denna vetenskapliga undersökning inleddes med igångsättandet av ett slutet ekologiskt kretsloppet och därefter fick eleverna fritt formulera sina tankar om fotosyntes, tillväxt och förbränning i ett frågeformulär. Den undervisning som genomfördes var dels baserad på Anderssons (2001) och Helldéns (1992) slutsatser om vilka svårigheter som finns gällande elevers förståelse för dessa processer, dels bestod den av traditionell undervisning för att kunna jämföra resultatet. Hela fältstudien avslutades med att eleverna återigen fick skriva ner sina tankar i frågeformuläret. Första efter att detta var utfört öppnades och analyserades elevsvaren. Detta följer helt den uppgjorda uppsatsplanen, med undantag för att det slutna kretslopp som gemensamt startades blev förstört, så att författaren istället fick bistå med ett eget tre år gammalt kretslopp.

Så här i efterhand kan författaren konstatera att elevernas inledande svar skulle kunna fungera som ett utmärkt redskap för lektionsplanering. Läsningen av elevsvaren gav en unik inblick i hur eleverna tänker om fotosyntes, tillväxt och förbränning. Med elevernas tankar som bas och en kunskap om didaktisk naturvetenskaplig begreppskartläggning, anser författaren att undersökningen pekat på att möjligheterna är goda att utveckla elevers förståelse för olika ekologiska processer.

Varje individ lever i sin unika kontext och uppfattar sin omgivning därefter. Pedagogens roll blir då att synliggöra olika variationer för att eleverna ska kunna urskilja skillnaden mellan den punkt där de befinner sig och det mål som är uppsatt. Slutsatsen av detta arbete innebär att större vikt bör läggas vid hur undervisningsstoffet presenteras och synliggörs än av undervisningens faktiska innehåll. Den kunskap eleven konstruerar bygger på mötet mellan undervisarens presentation av ett fenomen och alla de erfarenheter och vardagstankar de bär med sig sedan tidigare.

För den som inte kan något om fåglar förblir fågeln enbart en fågel oavsett ifall det är fråga om en örn eller sädesärta (Carlsson 2002a). Först när vi lär oss namn och skillnader upplever vi fullt ut alla de variationer av blommor, fåglar eller insekter som vi möter i naturen. Det

kommer an på ögonen vad man ser. För att utveckla känslan av vårt gemensamma ansvar för en hållbar utveckling krävs det att individen får möjlighet att möta framtiden med öppna ögon.

## Referenser

Andersson, Björn (2001). *Elevers tänkande och skolan naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm, Liber.

Bondesson, Lars, Andréasson, Berth & Andersson Ann-Sofie (1995). *Puls Biologi*. Örebro, Ljungföretagen.

Andréasson, Berth, Bondesson, Lars, Andersson Ann-Sofie & Boström Kent (1999). *Puls Kemi*. Stockholm, Bokförlaget Natur och Kultur.

Cañal, Pedro (1999). *Photosynthesis and "inverse respiration" in plants; an inevitable misconception?* [elektronisk version]. *International Journal of Science Education* 21(4), s. 363-371

Carlgren, Ingrid & Marton, Ference (2005). *Lärare av i morgon*. Kristianstad, Kristianstads boktryckeri AB.

Carlsson, Britta (2002a). *Variationsteori och naturvetenskapligt lärande*. Luleå, Universitetstryckeriet.

Carlsson, Britta (2002b). *Ecological understanding 1: ways of experiencing photosynthesis* [elektronisk version]. *International journal of Science Education*, 24, s. 681-699.

Duit, Reindeirs & Treagust, David (2003). *Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning* [elektronisk version]. *International Journal of Science Education* 25(6), s. 671-688.

Eskilsson, Olle (2001). *En longitudinell studie av 10-12 åringars förståelse av materiens förändringar*. Göteborg, Acta Universitatis Gothoburgensis.



Fabricius, Susanne, Nystrand, Anders, Nilsson, Annika, Mårtensson Ralph & Holm, Fredrik (2001). *Spektrum Biologi*. Stockholm, Liber

Helldén, Gustav (1992). *Grundskoleelevers förståelse av ekologiska processer*. Kristianstad, Kristianstads boktryckeri AB.

Helldén, Gustav, Lindahl, Britt & Redfors, Andreas (2005) *Lärande och undervisning i naturvetenskap – forskningsöversikt* [elektronisk version]. Vetenskapsrådets rapportserie, 1651-7350 ; 2005:2. Stockholm, Vetenskapsrådet.

Henriksson, Anders (2006). *Gleerups Biologi*. Viborg Danmark, Nørhaven Books AS.

Kristianstads Naturskola (u.å.). *Kretsloppsburken. Bygg ett land-ekosystem*. [elektronisk version] (<http://www.buf.kristianstad.se/kick/not/kretsloppsburken/recept/recept.htm> 090422)

Leach, John, Driver, Rosalind, Scott, Philip & Wood-Robinson, Colin (1995). *Childrens ideas about ecology 1: theoretical background, design and methodology*. International Journal of Science Education 17(6), s. 721-732.

Löfgren, Lena (2005). *Elever lär naturvetenskap – användning och utveckling av nya ord och tidiga erfarenheter. Avhandlingsplan*. [elektronisk version] ([http://www.hkr.se/templates/Page\\_2606.aspx#](http://www.hkr.se/templates/Page_2606.aspx#) 090504)

Löfgren, Lena & Helldén Gustav (2008). *A Longitudinal Study Showing how Students use a Molecule Concept when Explaining Everyday Situations* [elektronisk version]. International journal of Science Education, online 29 July, 2008.

Murray, John (1999). *Teaching secondary biology*. Gateshead, Athenaeum Press Ltd.

Myndigheten för Skolutveckling (2004). *Lärande om hållbar utveckling* [elektronisk version]. Stockholm, Liber Distribution.

Nationalencyklopedin (1991). *Fotosyntes* (Band 6, s. 572-575). Höganäs, Bokförlaget Bra Böcker.

Nationalencyklopedin (1994). *Metakognition* (Band 13, s. 261). Höganäs, Bokförlaget Bra Böcker.

Nettelblad, Folke A (2006). *Spektrum Kemi*. Viborg Danmark, Nørhaven Books AS

Patel, Runa & Davidsson, Bo (1991). *Forskningsmetodikens grunder. Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund, Studentlitteratur.

Sjøberg, Svein (1998). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund, Studentlitteratur.

Skolverket (2000), *Grundskola, Kursplaner för grundskolans naturorienterade ämnen, biologi och kemi*. [elektronisk version] ([www.skolverket.se](http://www.skolverket.se) 090420)

Stensmo, Christer (1994). *Pedagogisk filosofi*. Lund, Studentlitteratur.

Sveriges lantbruksuniversitet (u.å.) *Vad är då fotosyntes?* [elektronisk version] (<http://www-vaxten.slu.se/vaxten/fotosyntes/fotosynt.htm> 090508)

Säljö, Roger (2000). *Lärande i praktiken – ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm, Norstedts Akademiska Förlag.



2. Om du tänker dig en stor uppvuxen skog. Varifrån kommer trädens alla kilo?

---

---

---

---

---

---

---

3. Fotosyntesen kräver solljus och fungerar enbart vid dagsljus. Hur tror du att växterna får sin energi nattetid?

---

---

---

---

---

---

---

4. Beskriv vad du tror händer när man eldar med ved!

---

---

---

---

---

---

---

Tack så mycket för hjälpen/ Ulrika Tollgren - lärarstudent