



UPPSALA
UNIVERSITET

UPKEM L 02

Kan läroböcker i kemi för åk 7-9 leda till missuppfattningar?

En analys av ämnesområdena växthuseffekt, ozonlager samt fotosyntes och respiration i fem läroböcker i kemi.

Leila Wettergren

Institutionen för kemi - BMC
Självständigt arbete 2, ämneslärare 7-9, 15 hp, vt 2016
Handledare: Emma Johansson
Ämnesgranskare: Ronny Alexandersson
Examinator: Jan Davidsson

Sammanfattning

Det har påvisats i flera studier att det förekommer missuppfattningar kring ämnesområdena växthuseffekt, ozonlager samt fotosyntes och respiration bland elever i Sverige och internationellt. Samtidigt har läroboken en betydande roll för undervisningen och många lärare använder läroböcker i stor utsträckning. Därför är syftet med denna studie att undersöka om svenska läroböcker i kemi för årskurs 7-9 kan vara en bidragande faktor till de missuppfattningar som elever har gällande ämnesområdena växthuseffekt, ozonlager samt fotosyntes och respiration. I studien har fem läroböcker i kemi för högstadiet studerats för att besvara frågeställningarna.

Resultatet av studien visar att alla de undersökta läroböckerna beskriver ämnesområdena i huvudsak på ett likartat sätt med några skillnader i vilka detaljer de nämner. Dessutom har studien visat att alla undersökta läroböcker innehåller sådant, i text eller illustrationsväg, som kan bidra till elevers missuppfattningar rörande växthuseffekt, ozonlager samt fotosyntes och respiration. Av de läroböcker som undersökts är ingen perfekt och lärarens ansvarsroll blir betydande.

Innehåll

1 Inledning.....	2
1.1 Bakgrund	2
1.1.1 Styrdokument	2
1.1.2 Växthuseffekt	4
1.1.3 Ozonlager	4
1.1.4 Fotosyntes och respiration.....	5
1.1.5 Missuppfattningar bland elever	5
1.3 Syfte	8
1.4 Frågeställningar	8
2 Metod och material.....	8
2.1 Urval.....	8
2.2 Metod	8
2.3 Procedur	9
3. Resultat.....	11
3.1 Sammanfattning av innehållsanalys	11
3.1.1 Växthuseffekt	11
3.1.2 Ozonlager	12
3.1.3 Fotosyntes och respiration.....	12
3.2 Komparativ analys.....	12
3.2.1 Växthuseffekt	12
3.2.2 Ozonlager	13
3.2.3 Fotosyntes och respiration.....	14
4 Diskussion	15
4.1 Reliabilitet och validitet	15
4.2 Diskussion av resultat.....	15
4.2.1 Växthuseffekt	15
4.2.2 Ozonlager	16
4.2.3 Fotosyntes och respiration.....	17
4.3 Besvarande av frågeställningar	18
4.4 Slutsats	18
5 Referenser.....	20

1 Inledning

Det har visats bland många äldre elever i grundskolan att fysik och kemi är ämnen som anses vara tråkiga, svåra och av lägre vikt än övriga ämnen (Oskarsson, 2011, s. 11). Att elever uppfattar kemi och de övriga naturvetenskapliga ämnena som svårt är något jag mött ett flertal gånger under min tid på lärarutbildningen.

Andersson (2008) tar i boken *Att förstå skolans naturvetenskap: Forskningsresultat och nya idéer* upp flera exempel på hur elever kan missförstå naturvetenskapliga företeelser. Exempel på ämnen där missförstånd och missuppfattningar uppstår är fotosyntesen, växthuseffekten och ozonskiktet, vilka kommer behandlas i denna uppsats.

Calderon (2015) skriver att många lärare använder sig av läroboken i stor utsträckning under sin undervisning. I egenskap av blivande lärare kan jag förstå att lärare planerar sin undervisning efter lärobokens upplägg. Det känns svårt och osäkert att välja vilket innehåll som ska få mest plats, det centrala innehållet är stort och det är omöjligt att få in lika mycket av alla delar. Läraren måste själv välja vilka delar som ska få mer eller mindre uppmärksamhet. Det är en enkel lösning och arbetsavlastning att följa lärobokens upplägg, en falsk trygghet skulle det kunna kallas. Det finns nämligen inga garantier för att läroboken följer kursplanen även om den utger sig för att följa den (Calderon, 2015).

Å andra sidan behöver läroböcker i sig inte vara något negativt. Om läroböckerna som används är av god kvalitet och används på rätt sätt kan deras närvaro verka på ett positivt sätt. Hemmi och Kornhall (2015) skriver i sin debattartikel *Framtidens skola behöver en strategi för läromedel* om hur läroböcker kan ge stöd åt läraren i undervisningen om de används på rätt sätt. De skriver också om den negativa klang som finns kring läroboksstyrd undervisning på lärarutbildningen och att detta inte stämmer överens med hur det ser ut i skolans verksamhet. Att läroböckers närvaro anses vara negativt och fantasilöst är något som låter ytterst bekant i en lärarstudents öron.

Läroböckerna används i olika grad på olika skolor. De kan användas dels som grund för undervisningens planerade lektioner samt som ett verktyg för elever som behöver läsa på till examinationer. Därför är det viktigt att läroböckerna stämmer överens med det som läraren vill förmedla till eleverna och att läraren, precis som Hemmi och Kornhall (2015) hävdar, använder läroböckerna på ett mer medvetet sätt.

Om en elev ska läsa något på egen hand, till exempel inför en examination, och läraren då ger hen en lärobok så förväntar sig eleven att det som står i läroboken ska stämma. Därför är det av stor vikt att läroböckerna inte leder till missuppfattningar eller missförstånd hos elever. Med anledning av att det är känt att missuppfattningar förekommer bland elever, samt lärobokens roll i skolan, syftar denna uppsats till att ta reda på om läroböcker kan ha en bidragande roll till skapandet av dessa missuppfattningar.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Styrdokument

I kursplanen för kemi för åk 7-9 står det under syftesbeskrivningen bland annat att elever ska ges förutsättningar att utveckla sin förmåga att:

- använda kemins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara kemiska samband i samhället, naturen och inuti människan.

Elever ska alltså kunna använda kemins språk för att beskriva och förklara det som sker i deras omgivning, där växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes är viktiga delar.

Innehåll i kemien som kommer behandlas i denna uppsats kan kopplas till följande ur kursplanens centrala innehåll:

- Fotosyntes och förbränning samt energiomvandlingar i dessa reaktioner.
- Människans användning av energi- och naturresurser lokalt och globalt, samt vad det innebär för en hållbar utveckling.
- Aktuella samhällsfrågor som rör kemi.

Kursplanens centrala innehåll lägger stor vikt vid frågor om miljö och samhälle, där växthuseffekt och ozonlager spelar en betydande roll. Även fotosyntes och förbränning omskrivs i såväl syfte som centralt innehåll (Skolverket, 2011).

I kunskapskraven står det bland annat följande för att uppnå betyget E i slutet av årskurs 9 (Skolverket, 2011) ”Eleven kan samtala om och diskutera frågor som rör energi, miljö, hälsa och samhälle och skiljer då fakta från värderingar och formulerar ställningstaganden med **enkla** motiveringar samt beskriver några läsbara konsekvenser.”.

Det krävs också att ”Eleven kan föra **enkla till viss del** underbyggda resonemang om kemiska processer i levande organismer, mark, luft och vatten och visar då på **enkelt identifierbara** kemiska samband i naturen. Eleven undersöker hur några kemikalier och kemiska processer används i vardagen och samhället och beskriver då **enkelt identifierbara** kemiska samband och **ger exempel** på energiomvandlingar och materiens kretslopp. Dessutom för eleven **enkla och till viss del** underbyggda resonemang kring hur människans användning av energi och naturresurser påverkar miljön och **visar på** några åtgärder som kan bidra till en hållbar utveckling. Eleven kan **beskriva** och **ge exempel** på några centrala naturvetenskapliga upptäckter och deras betydelse för människors levnadsvillkor.” (Skolverket, 2011).

Om man tittar på syftesbeskrivningen, det centrala innehållet och kunskapskraven för kemi i årskurs 7-9 (Skolverket, 2011) finns det mycket som pekar på att elever behöver ha kunskap om växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes.

Den förstärkta växthuseffekten och uttunnningen av ozonlagret är och har länge varit viktiga samhällsfrågor som diskuteras i media i stor utsträckning (SvD, 2004; Rosén, 2013; Baltscheffsky, 2002; Holmberg, 2014). Kursplanen i kemi (Skolverket, 2011) pekar på att elever ska känna till samhällsfrågor som rör kemi, samt kunna förklara de kemiska samband som finns i naturen. Med detta som grund är det viktigt att elever inte har missuppfattat hur växthuseffekten och ozonlagret fungerar, samt vad som händer vid ökad växthuseffekt och uttunning av ozonlagret.

Gällande fotosyntes och respiration så är det områden som det läggs mycket fokus på i kursplanen (Skolverket, 2011). Dessutom är växthuseffekten, ozonlagret och fotosyntes och respiration områden som förekommer vid senare naturvetenskapliga studier, både på gymnasial och eftergymnasial nivå. Om man har detta i åtanke samtidigt som man tänker sig att elever kan vara omedvetna om sina missuppfattningar och därför inte ser att de behöver ta till sig ny kunskap (Gautier et al, 2006, s. 393). Elever kan dessutom ha så pass starkt förankrade missuppfattningar att de får svårigheter att ta till sig ny kunskap (Khalid, 2001, s.

114), vilket ger starka skäl till att så tidigt som möjligt försöka undvika att missuppfattningar förankras sig hos eleverna.

1.1.2 Växthuseffekt

Jordens atmosfär består av gaser, en liten del av dessa gaser kallas för växthusgaser. De växthusgaser som främst brukar nämnas är vattenånga, koldioxid, metan, dikväveoxid och ozon (Ricklefs och Releya, 2014, s 115). Det som är speciellt med växthusgaserna är att de absorberar och re-emitterar infraröd strålning, även kallad värmestrålning, från solen. Infraröd strålning har våglängd på 700 nm till 1 mm. Våglängden för infrarött ljus är längre än för synligt ljus och ultraviolett ljus, och energin är lägre än för synligt ljus och ultraviolett ljus (Ricklefs och Releya, 2014, ss. 64-65).

När solens strålar träffar atmosfären reflekteras en del av strålningen direkt tillbaka till rymden. Den del av den infraröda strålningen som tar sig genom atmosfären träffar jordens yta, som absorberar en del av strålningen och en del av strålningen emitteras från jorden till luften. I luften finns växthusgaserna som absorberar den infraröda strålningen för att sedan re-emittera den (Ricklefs och Releya, 2014, ss.114-115).

Då växthusgaserna re-emitterar den infraröda strålningen sker detta i alla riktningar, både upp mot rymden och ner mot jordens yta igen. Det som sker tack vare detta är att jordens yta värms upp. Om det inte fanns en naturlig växthuseffekt skulle jorden ha ca 35 grader lägre temperatur än den har idag (Naturvårdsverket, 2016).

Människan utnyttjar naturresurser och ökar på så sätt utsläppet av de olika växthusgaserna. Exempel på hur människan bidrar till utsläppen är att förbränna fossila bränslen, vilket ökar mängden koldioxid i luften (SMHI, 2015a). En annan bidragande faktor till ökad mängd växthusgaser är att människor använder mycket boskap i exempelvis köttproduktion, samt risodlingar, något som leder till ökat utsläpp av metangas (SMHI, 2015a). Till sist har människan också skapat freoner som förutom att påverka växthuseffekten också påverkar ozonlagret. En ökad mängd växthusgaser leder till att mindre värme kan lämna atmosfären och jordens temperatur ökar i en snabbare takt, något som benämns som förstärkt växthuseffekt (SMHI, 2015a).

1.1.3 Ozonlager

Ozon är en gas som finns i atmosfären bestående av tre syreatomer som är sammansatta till en ozonmolekyl. Det mesta av ozonet förekommer i stratosfären, det vill säga på 10 – 50 km höjd, det är detta som kallas för ozonskiktet eller ozonlagret. Ozon förekommer också på lägre höjd och kallas då för marknära ozon (SMHI, 2015c).

För att ozonmolekyler ska bildas krävs att en syremolekyl träffas av ultraviolett strålning, som är en del av den strålningen som avges från solen. Ultraviolett strålning har kortare våglängd än synligt ljus och infraröd strålning, samt har högre energi än dessa typer av strålning (Ricklefs och Releya, 2014, ss. 64-65). En syremolekyl består av två syreatomer. Då ultravioletta strålar träffar syremolekyler splittras de två syreatomerna och de fria syreatomerna slås då samman med syremolekyler och ozon bildas (SMHI, 2015c). Ozonbildning och ozonsplittring är naturliga processer i jämvikt som sker hela tiden i stratosfären. Ozonskiktet skyddar så att den skadliga ultravioletta strålningen inte når jordens yta genom att ozonmolekylerna absorberar den ultravioletta strålningen (Allen, 2001).

Om ultraviolett strålning når jorden skadas allt levande. Växter får försämrade fotosyntes men de kan även försämras på andra sätt till exempel kan grödorna bli mindre till storleken (Allen, 2001). Djur och människor kan få problem med ögonen om de utsätts för högre exponering av ultraviolett strålning, dessutom finns en ökad risk för hudcancer (Allen, 2001; SMHI, 2015b).

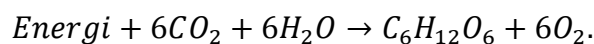
Människans påverkan är troligtvis en del av det som lett till en uttunning på delar av ozonskiktet. Bland annat har människan släppt ut cfc-gaser, även kallade freoner, som orsakar en snabbare splittring av ozonmolekylerna (SMHI, 2014).

1.1.4 Fotosyntes och respiration

Fotosyntes

I denna uppsats kommer fotosyntes refereras till som fotosyntesen i växter. I växterna finns kloroplaster, inuti dessa finns thylakoider och det är i dessa som fotosyntesen sker. I thylakoiderna finns klorofyll, ett grönfärgat pigment som absorberar ljusenergi vilket gör det möjligt för växterna att driva fotosyntesen (Campbell et al, 2014, s. 263). Koldioxid kommer in i växten genom stomata, klyvöppningar som sitter på bladets undersida. Växten utnyttjar energi från solens strålar för att driva fotosyntesreaktionen framåt, den binder koldioxid från luften och vatten från marken. Produkterna av fotosyntesen blir glukos och syre. Ljusenergin omvandlas under fotosyntesen till energi i form av kolhydrater som växten utnyttjar för tillväxt (Campbell et al, 2014, ss. 263-281).

Fotosyntesen brukar beskrivas med följande förenklade formel:



Fotosyntesen sker i flera steg för att vatten och koldioxid efter många förändringar till sist bildar socker och syre.

Respiration

Respiration är det som sker i mitokondrierna och kallas även för cellandning eller förbränning (Campbell et al, 2014, s. 239). Det som sker är att organismer på olika sätt bryter ned organiska komponenter som kolhydrater, fett och proteiner för att utvinna energi ur dessa. Respiration kan ske med syre närvarande (aerob) eller utan syre närvarande (anaerob).

Aerob respiration sker i mitokondrier, där en omvandling av glukos i flera steg, sker för att till sist få ATP (adenosintrifosfat). ATP är den energi som används i cellen för majoriteten av det arbete som sker i cellen (Campbell et al, 2014, s. 239). Den anaeroba respirationen utförs av vissa prokaryoter och då används andra komponenter istället för syre (Campbell et al, 2014, s. 239).

1.1.5 Missuppfattningar bland elever

Växthuseffekt

Enligt den svenska nationella utvärderingen som gjordes 1998 har elever svårt att beskriva växthuseffekten på ett korrekt sätt (Andersson, 2008, ss. 78-80). Många av de deltagande eleverna har en bristfällig uppfattning av vad som händer, en vanlig beskrivning är att växthusgaserna, i vissa fall bara koldioxid, är som ett "lock" ovanför jordens yta som gör att värme inte släpps ut. Ungefär som med väggarna i ett växthus, vilket leder till att jordens temperatur ökar. Eleverna ser inte gaserna som en del av luften utan snarare som en hinna eller ett slutet system där de inte tar hänsyn till att värmen också lämnar systemet. Eleverna missar att den infraröda strålningen på något sätt måste ta sig "genom" systemet för att nå

jordens yta, vilket skulle vara omöjligt om ett lock var det som höll strålningen kvar (Andersson, 2008, s. 80).

Att växthuseffekten är en naturlig företeelse är obekant för många elever (Andersson, 2008, s. 81). Eleverna tror att växthuseffekten har uppstått på grund av människans utsläpp och därmed inte fått klart för sig att växthuseffekten i sig är naturlig och att dess effekt förstärks på grund av utsläpp. En annan, mycket liten, studie som gjordes i USA har också visat på att elever saknar kännedom om den naturliga växthuseffekten och att det är naturliga gaser som medverkar för att skapa den (Gautier et al, 2006, s. 387).

I Andersson (2008, ss. 82-83) står det också att ett vanligt missförstånd bland elever är att uttunning av ozonlagret och förstärkt växthuseffekt är samma sak. En liknande missuppfattning har påvisats i en mindre studie som utfördes i Turkiet (Kılınc et al, 2008, s. 92), där en stor andel av de deltagande eleverna har uppfattningen att ökad växthuseffekt kan leda till hudcancer. I en annan av frågorna i den turkiska studien visar ungefär en tredjedel av eleverna att de har svårt att skilja på ozonlagrets uttunnande och ökad växthuseffekt (Kılınc et al, 2008, s. 93). Det har också gjorts en studie på amerikanska lärarstudenter, som visat på att även studenter har svårt att skilja på växthuseffekten och ozonlagrets uttunning (Khalid, 2001, s. 114).

I en undersökning har man studerat sju amerikanska läroböcker för att se om de bidrar till elevers missuppfattningar eller inte (Choi et al, 2010). Att växthusgaserna är utspridda i atmosfären berördes inte tydligt i sex av de undersökta böckerna (Choi et al, 2010, s. 895). Enligt denna studie har det också visats att det typiska sättet att illustrera växthuseffekten är med växthusgaserna som ett lager runt jorden och pilar med olika typer av strålning åt olika håll (Choi et al, 2010, s. 895).

Det har också gjorts en undersökning där man tittat närmare på hur missuppfattningarna reproduceras via läroböcker vid beskrivandet av växthuseffekt. Resultatet av den studien visar på att vanliga missuppfattningar som läroböckerna hjälper till att reproducera är växthusgaser som ett lager runt jorden – främst via bilder (Choi et al, 2010, ss. 894-895).

Sammanfattningsvis är de vanligaste missuppfattningarna bland elever att de tolkar växthuseffekten ordagrant och inte förstår att infraröd strålning både kommer in och ut genom atmosfären, dessutom har de svårt att skilja de tre företeelserna växthuseffekten, den förstärkta växthuseffekten och uttunningen av ozonlagret åt.

Ozonlager

Andersson (2008, ss. 75-76) skriver om en svensk nationell utvärdering som gjordes 1998, där elever i grundskolans årskurs 5 och 9, samt gymnasiet årskurs 3, fick svara på en fråga om varför det är ett problem att ozonlagret tunnas ut. Enligt undersökningen är eleverna i stor utsträckning människocentrerade när de svarar. Många av svaren handlar om vilka problem som uppstår direkt för människan på grund av det uttunnade ozonlagret. Dessutom har flera av eleverna i denna undersökning svarat sådant som relaterar till att jorden blir varmare – något som är en följd till den förstärkta växthuseffekten.

Att elever tror att ozonlagrets uttunning påverkar växthuseffekten är något som också visat sig i andra studier, bland annat en studie bland elever mellan 11-16 år utförd i Grekland 1999 (Boyes och Stanisstreet, 1999). I denna studie visade det sig bland annat att lite mindre än

hälften av de 1161 deltagande eleverna tror ozonlagrets uttunning leder till en ökad växthuseffekt (Boyes och Stanisstreet, 1999, s. 736).

Även den turkiska studien som nämns bland missuppfattningar om växthuseffekten visar på elevers missuppfattningar kring ozonlagret. Somliga av de turkiska eleverna som deltagit i undersökningen visar i undersökningen att de tror att skador på ozonlagret kan uppstå på grund av koldioxidutsläpp (Kılınç et al, 2008, s. 95). En mindre studie som gjorts bland 103 högstadieelever i Trinidad och Tobago (Rawatee, 2009) har också visat på missuppfattningar som innebär att elever blandar ihop ozonlagrets uttunning med förstärkt växthuseffekt. 91 % av de elever som deltagit i studien tror att den globala uppvärmningen är en direkt följd av ozonhål (Rawatee, 2009, s. 66).

Även i England har en undersökning gjorts, där eleverna fick svara på om vissa påståenden som rör ozonlagret och växthuseffekten är sanna eller falska. Resultatet av denna studie visar att eleverna inte vet skillnaden mellan ultraviolett strålning och infraröd strålning (Andersson, 2008, s. 77).

En studie av amerikanska läroböcker där man ville se huruvida de kan leda till missuppfattningar eller inte (Choi et al, 2010). Denna studie har visat att fyra av de sju läroböcker som undersöktes inte pekade särskilt tydligt på att klimatförändringarna och uttunning av ozonlagret inte är samma sak (Choi et al 2010, s. 896)

Sammanfattningsvis har elever svårt att se bortom de följder som ger direkt påverkan på människan. De har också svårt att skilja mellan uttunningen av ozonlagret och förstärkningen av växthuseffekten. Dessutom har eleverna inte förståelse för att ultraviolett strålning och infraröd strålning inte är samma typ av strålning eller har samma effekter på jordens organismer och miljö.

Fotosyntes och respiration

När svenska elever ska förklara hur en växt växer, var biomassan kommer ifrån, är det många elever som ger ofullständiga och bristfälliga svar. Exempel på svar är att ett träd blir tyngre när det blir äldre, vilket inte förklarar hur trädet går tillväga för att växa. Ett annat vanligt resonemang är att växten tar vatten och näring från marken istället för att tänka på hur växten utnyttjar koldioxid (Andersson, 2008, s. 139).

En annan undersökning har utförts på 108 elever i åldrarna 11-16 år i Tjeckien med syfte att se hur mycket missuppfattningar som finns bland eleverna rörande främst fotosyntes och respiration (Svandova, 2014, s. 61). Denna undersökning visar på att eleverna har svårt att särskilja fotosyntes från växters respiration (Svandova, 2014, s. 66). Det visades också i denna studie att eleverna tror att växternas viktigaste källa till för att få näring är mineraler lösta i vatten som de kan ta upp via rötterna (Svandova, 2014, s. 67).

Att växter skulle sakna respiration har också visat sig vara en vanlig missuppfattning bland de 140 elever mellan 13-16 år deltog i en engelsk studie utförd 1991 (Andersson, 2008, s. 140). Resultatet visar att elever tror att respiration endast sker i lungor samt att de tror att växter utför fotosyntes istället för respiration (Andersson, 2008, s. 141).

Det har också gjorts studier tidigare som undersöker huruvida läroböcker kan bidra till missuppfattningar gällande respiration. I Indien har en studie gjorts av Deshmukh och Deshmukh (u.å), denna studie visar att läroböckerna använder sig av ord som ger

missuppfattningarna utrymme (Deshmukh och Deshmukh, u.å, s. 125). Utöver detta visade studien också att en liten andel av eleverna som deltog tror att respiration endast förekommer i djur och människor (Deshmukh och Deshmukh, u.å, s. 124).

Sammanfattningsvis är de vanligaste missuppfattningarna kring fotosyntes och respiration att växter får största andelen näring via rötterna. Vad koldioxiden har för uppgift i relation till växtens tillväxt är oklart för eleverna och att växters respiration är okänd för elever.

1.3 Syfte

Det är vanligt förekommande med missuppfattningar i kemi bland högstadiel elever både i Sverige och på ett internationellt plan. Läroböcker spelar i den svenska skolan en betydande roll för både lärare och elever. Dessutom förekommer det missuppfattningar inom ämnesområdena växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes bland elever både i Sverige och internationellt. Med detta som grund är det intressant att veta om kemiläroböckerna kan vara orsak till några av de missuppfattningar som förekommer om växthuseffekt, ozonlager, samt fotosyntes och respiration.

Syftet med denna uppsats att se om svenska läroböcker i kemi för årskurs 7-9 kan vara en bidragande faktor till de missuppfattningar som elever har gällande ämnesområdena växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes.

1.4 Frågeställningar

- Hur förklaras växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes i läroböckerna?
- Förekommer det i läroböckerna sådant som kan leda till att elever missuppfattar något om områdena växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes?

2 Metod och material

2.1 Urval

De läroböcker som kommer undersökas är alla kemiläroböcker som finns på marknaden för årskurs 7-9 som hävdar att de är anpassade efter Lgr 11:

- *Makro kemi* (2010), skriven av Gert Mårtensson och ges ut av Gleerups Utbildning AB.
- *Puls kemi* (2011), skriven av Berth Andréasson, Kent Boström, Eva Holmberg och Lars Bondeson och ges ut av Natur & Kultur.
- *Kemi direkt* (2012), skriven av Mona Gidhagen och Svante Åberg och ges ut av Sanoma Utbildning AB.
- *Spektrum kemi* (2013), skriven av Folke Nettelblad och Karin Nettelblad och ges ut av Liber AB.
- *TitaNO kemi* (2015), skriven av Göran Sterning och ges ut av Gleerups utbildning AB.

2.2 Metod

Jag har valt att utgå från Hellspongs (2001) punkter som berör textens innehåll enligt en läsbarhetsanalys (Hellspong, 2001, ss. 88-89). Punkterna har tolkats och konkretiserats på ett sådant sätt att de kan besvara syfte och frågeställningar i denna studie. Formuleringen av analysfrågorna har gjorts i förhållande till de missuppfattningar som ska undersökas.

Då analysen av innehållet är gjord kommer en komparativ analys att utföras, denna är tolkad ur Hellspongs (2001, ss. 78-81) punkter för hur en komparativ analys kan göras.

Sidorna som analyseras väljs ut genom att titta i böckernas referenslista samt innehållsförteckning, för att finna en huvudrubrik för de olika områdena som ska studeras. Innehållet under huvudrubriken är det som kommer att analyseras, även om information förekommer i andra avsnitt. Anledningen till detta val är för att se efter den information som en elev eller lärare kan tänkas finna genom att söka efter ett specifikt ämne i litteraturen.

2.3 Procedur

Analysen av innehållet kommer ske med hjälp av frågorna i tabell 1. Frågorna kommer besvaras för var och en av de fem böckerna i undersökningen.

Tabell 1: Procedur för analys av böcker.

Växthuseffekten
Hur förklaras växthuseffekten?
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?
Förklaras det att gaserna absorberar <i>värmestrålning/IR-strålning</i> ?
Används ord som <i>naturlig, nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?
Används ord som <i>mänsklig, förstärkt, antropogen, ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?
Förklaras det vad <i>värmestrålning/IR-strålning</i> är? Om ja, hur?
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?
Ozonlagret
Hur förklaras ozonlagrets funktion?
Hur förklaras uttunningen av ozonlagret?
Nämns följderna som uppstår vid uttunning av ozonlagret? Om ja, vilka?
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?
Fotosyntes och respiration/förbränning
Hur beskrivs fotosyntesen?

Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?

Den komparativa analysen kommer vara en jämförelse mellan innehållsanalysen av böckerna. Där har frågorna, se tabell 2, konstruerats efter de svar som erhållits i första analysen. Frågorna besvaras därefter med ja eller nej utifrån det resultat som gavs i innehållsanalysen.

Tabell 2: Analysfrågor till komparativ analys.

Växthuseffekt
Växthuseffekten förklaras ungefär som att solstrålar når jordens yta. Jordens yta sänder ut värmestrålning som hålls kvar med hjälp av växthusgaser.
Växthusgaser som begrepp används.
Infraröd strålning/värmestrålning förklaras närmare.
Växthuseffekten förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.
Ozonlager
Ozonlagret beskrivs som viktigt och/eller att det skyddar mot ultraviolett ljus.
Orsaker till uttunningen av ozonlagret förklaras.
Närmare förklaring till vad som händer med ozonlagret då det tunnare ut förekommer. (Att det blir färre ozonmolekyler på mindre yta till exempel).
Följder till ett tunnare ozonskikt förklaras.
Förklaring av vad ultraviolett ljus är förekommer. Utöver att det är skadligt.

Ozonlagret förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.
Fotosyntes och respiration
Fotosyntes beskrivs som en process där solljus/solenergi utnyttjas för att producera socker och syre med koldioxid och vatten som råvaror.
Det förklaras explicit att växter respirerar.
Det förklaras att solenergin lagras som <i>kemisk energi</i> .
Det nämns på något sätt att växten behöver socker för sin tillväxt. (Funderar på att ändra till explicit – svar på detta inom parentes)
Fotosyntes förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.
Respiration förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.

3. Resultat

3.1 Sammanfattning av innehållsanalys

I bilaga 1-5 finns den genomförda innehållsanalysen för var och en av de undersökta läroböckerna. Nedan följer en sammanfattad version av resultatet i innehållsanalysen.

3.1.1 Växthuseffekt

Växthuseffekten beskrivs i alla undersökta böcker ungefär som att solens strålar tar sig genom atmosfären och når jordens yta för att därefter reflekteras som värmestrålning mot atmosfären som i sin tur reflekterar tillbaka värmestrålningen med hjälp av växthusgaser. I *Kemi direkt* (2012) förekommer förklaringen av naturlig växthuseffekt under rubriken förstärkt växthuseffekt.

De undersökta böckerna förklarar mer eller mindre att växthusgaser av olika slag förekommer i luften eller atmosfären och ingen bok skriver att växthusgaserna ligger i ett lager runt jorden. Tre av böckerna beskriver med sina illustrationer att växthusgaserna befinner sig i ett lager runt jorden: *Makro kemi* (2010) visar växthusgaserna som väggarna i ett växthus, *Puls kemi* (2011) illustrerar växthusgaser som en skiljevägg mellan rymd och atmosfär, och *Titano kemi* (2015) visar växthusgaser som väggarna i ett växthus.

I *Spektrum kemi* (2013) nämns koldioxid som enda påverkansfaktor till växthuseffekt. Termen växthusgaser används inte alls. Till skillnad från de övriga böckerna där termen växthusgaser används.

Ingen av böckerna förklarar tydligare vad värmestrålning eller infraröd strålning innebär. Det förekommer ingenting i texterna som säger att växthusgaser absorberar värmestrålningen, utan detta beskrivs i alla böcker som att växthusgaserna håller kvar värmen. *Spektrum kemi* (2013) använder inte ordet växthusgaser utan endast koldioxid nämns.

3.1.2 Ozonlager

Ozonskiktet beskrivs på ett liknande sätt i de undersökta böckerna. Att det är ett viktigt lager eller skikt av ozon som skyddar jorden mot farlig ultraviolett strålning. *Titano kemi* (2015) nämner utöver detta att namnet ozonskikt är missvisande då det inte rör sig om ett skal av ozon och att det också består av andra molekyler.

Uttunnningen av ozonlagret förklaras i olika hög grad i de olika böckerna. Alla böcker nämner orsaker till ozonlagrets uttunning medan *Puls kemi* (2011), *Spektrum kemi* (2013) och *TitaNO kemi* (2015) nämner vad som händer med ozonlagret på ett mer detaljerat sätt. Det som påverkar ozonlagrets uttunning är enligt alla de undersökta böckerna gaser, där freoner är de mest omnämnda. Däremot när det gäller vad ett ozonhål är beskrivs det på olika sätt. Böckerna *Puls kemi* (2011), *Spektrum kemi* (2013) och *TitaNO kemi* (2015) förklarar att det blir mer glest mellan ozonmolekylerna medan de övriga inte tydliggör vad som händer.

När det gäller följder till uttunnningen av ozonlagret tar alla böcker upp detta och även om andra negativa följder berörs läggs mest fokus på de följder som drabbar människan. I *Kemi direkt* (2012) förekommer en beskrivning av följderna till ozonlagrets uttunning under ett kapitel om klimat och miljö, och inte under rubriken ozon. *Makro kemi* (2010) beskriver utöver att mer ultraviolett ljus kommer in att en ökad mängd ultraviolett ljus leder till att växternas förmåga att binda koldioxid försämras, vilket i sin tur beskrivs leda till en ökad växthuseffekt. *Spektrum kemi* (2013) förklarar ultraviolett ljus som osynligt ljus från solen, utöver att det är skadligt eller farligt. I *Makro kemi* (2010) förekommer en illustration som beskriver ozonlagrets funktion, de övriga böckerna illustrerar bland annat bildning och splittring av ozon.

3.1.3 Fotosyntes och respiration

I de undersökta böckerna beskrivs fotosyntesen på ett liknande sätt, en process där växter använder solljus eller solenergi för att producera kolhydrater och syre med koldioxid och vatten som råvaror. Att solenergin lagras som kemisk energi förklaras med olika tydlighet, i *Kemi direkt* (2012) och *TitaNO* (2015) nämns det att kolhydraterna som bildas är energirika medan de övriga böckerna explicit skriver att solenergin lagras som kemisk energi.

Tre av böckerna förklarar att växterna behöver kolhydraterna för sin tillväxt medan *Kemi direkt* (2012) och *Makro kemi* (2010) inte har en tydlig förklaring angående detta. *Makro kemi* (2010) förklarar på ett tydligt sätt att växter eller växtceller har respiration, i de övriga böckerna kan det nämnas lite kort eller inte alls. Alla böcker som undersökts har illustrerande bilder på både fotosyntes och respiration.

3.2 Komparativ analys

3.2.1 Växthuseffekt

I tabell 3 kan avläsas att alla undersökta böcker förklarar växthuseffekten på ett likartat sätt, ingen bok beskriver närmare vad infraröd eller värmestrålning innebär och alla böcker har med illustrationer för att beskriva växthuseffekten. Alla undersökta böcker utom *Spektrum kemi* (2013) använder begreppet växthusgas, vilket kan avläsas i tabell 3.

Tabell 3: Komparativ analys för växthuseffekt.

Växthuseffekt	Makro kemi (2010)	Puls kemi (2011)	Kemi direkt (2012)	Spektrum Kemi (2013)	TitaNO Kemi (2015)
Växthuseffekten förklaras ungefär som att solstrålar når jordens yta. Jordens yta sänder ut värmestrålning som hålls kvar med hjälp av växthusgaser.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Växthusgaser som begrepp används.	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Infraröd strålning/värmestrålning förklaras närmare.	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Växthuseffekten förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

3.2.2 Ozonlager

Som synes i tabell 4 beskrivs ozonlagret i alla undersökta böcker på ett likartat sätt och det finns en förklaring i alla böcker till varför ozonlagret tunnare ut. *Makro kemi* (2010) och *Kemi direkt* (2012) ger ingen närmare förklaring till vad som händer med ozonlagret då det tunnare ut, vilket ges i de övriga tre böckerna, se tabell 4. Alla böcker innehåller en beskrivning av följderna till ett tunnare ozonskikt, *Kemi direkt* (2012) förklarar detta i ett annat avsnitt än det där ozonlagret förklaras, se tabell 4. I tabell 4 kan man se att *Spektrum kemi* (2013) är den enda boken som förklarar vad ultraviolett ljus är, utöver att det är skadligt. *Makro kemi* (2010) är den enda boken som förklarar ozonlagret med hjälp av illustrationer, se tabell 4.

Tabell 4: Komparativ analys för ozonlager.

Ozonlager	Makro kemi (2010)	Puls kemi (2011)	Kemi direkt (2012)	Spektrum Kemi (2013)	TitaNO Kemi (2015)
Ozonlagret beskrivs som viktigt och/eller att det skyddar mot ultraviolett ljus.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Orsaker till uttunningen av ozonlagret förklaras.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Närmare förklaring till vad som händer med ozonlagret då det tunnare ut förekommer. (Att det blir färre ozonmolekyler på mindre yta till exempel).	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja
Följder till ett tunnare ozonskikt förklaras.	Ja	Ja	Ja. Detta	Ja	Ja

			förklaras dock under avsnittet om klimat och miljö.		
Förklaring av vad ultraviolett ljus är förekommer. Utöver att det är skadligt.	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej
Ozonlagret förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej

3.2.3 Fotosyntes och respiration

I alla undersökta böcker beskrivs fotosyntes på ett likartat sätt, dessutom innehåller alla böcker illustrationer för att beskriva fotosyntes och respiration, se tabell 5. *Makro kemi* (2010) förklarar explicit att växter respirerar, övriga böcker gör inte det, se tabell 5. I tre av böckerna, *Makro kemi* (2010), *Puls kemi* (2011) och *Spektrum kemi* (2013) förklaras det tydligt att solenergin lagras som kemisk energi, i resterande två böcker *Kemi direkt* (2012) och *TitaNO Kemi* (2015) benämns kolhydrater respektive druvsocker som energirikt, se tabell 5. I *Makro kemi* (2010) och *Kemi direkt* (2012) nämns det inte tydligt att växterna är i behov av socker för sin tillväxt, vilket nämns tydligt i de övriga tre böckerna, vilket kan avläsas i tabell 5.

Tabell 5: Komparativ analys för fotosyntes och respiration

Fotosyntes och respiration	<i>Makro kemi</i> (2010)	<i>Puls kemi</i> (2011)	<i>Kemi direkt</i> (2012)	<i>Spektrum Kemi</i> (2013)	<i>TitaNO Kemi</i> (2015)
Fotosyntes beskrivs som en process där solljus/solenergi utnyttjas för att producera socker och syre med koldioxid och vatten som råvaror.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Det förklaras explicit att växter respirerar.	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej
Det förklaras tydligt att solenergin lagras som <i>kemisk energi</i> .	Ja	Ja	Nej (nämns som energirika kolhydrater)	Ja	Nej (nämns att druvsocker är energirikt)
Det nämns tydligt att växten behöver socker för sin tillväxt.	Nej. Underförstått.	Ja	Nej	Ja	Ja
Fotosyntes förklaras ytterligare med hjälp av illustrationer.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Respiration förklaras	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

4 Diskussion

4.1 Reliabilitet och validitet

Med avseende på de analysformulär som utformats för denna undersökning kan den komparativa analysen ge en högre reliabilitet då den endast består av frågor som kan besvaras med ja eller nej. Den innehållsliga analysen som gjordes består av frågor där svaren kan vara öppna för tolkning av den som utför analysen. Trots frågornas öppenhet är de av tydlig karaktär och det är klart vad som efterfrågas. Beroende på vem som skulle utnyttja analysformulären för att göra analysen skulle svaren kunna se något annorlunda ut, medan innehållet i svaren troligtvis skulle vara snarlikt. Vid denna studie var det endast en person som granskade läroböckerna, vilket innebär att resultatet hade kunnat vara mer noggrant om någon eller några fler personer deltagit vid utförandet av analysen.

Denna studie utfördes i syfte att se huruvida läroböcker bidrar till förekommande missuppfattningar i kemiämnet. Två analyser utfördes på fem läroböcker i kemi för årskurs 7-9, där ena analysen hade fokus på innehållet och den andra jämförde böckerna med varandra. Frågorna i innehållsanalysen komponerades med utgångspunkt i de missuppfattningar som förekommer och den komparativa analysen utifrån svaren i innehållsanalysen.

4.2 Diskussion av resultat

4.2.1 Växthuseffekt

De undersökta böckerna använder sig alla av en liknande förklaringsmodell vid beskrivningen av växthuseffekten. Det har också varit tydligt i alla böcker att det rör sig om att värmestrålning bidrar till jordens temperaturökning vid beskrivandet av växthuseffekten, även om inte en enda av böckerna förklarar specifikt vad värmestrålning faktiskt innebär. Att inte gå igenom mer om strålningen gör att eleverna kanske förbiser vilken typ av strålning det rör sig om, vilket jag tror ökar risken för att de inte tänker på att olika typer av strålning har olika effekter.

Vid beskrivningarna av naturlig växthuseffekt har alla de undersökta böckerna använt ord som viktig, naturlig eller nödvändig. När de förklarar den förstärkta växthuseffekten har ord som mänsklig, ökad, ökande utsläpp, förstärkt eller global uppvärmning använts i alla böckerna. Jag tror det är viktigt att vara tydlig när man talar om växthuseffekt och förstärkt växthuseffekt, att göra skillnad mellan dem just för att det förekommer att elever inte känner till den naturliga växthuseffekten och tror att det endast är den förstärkta växthuseffekten man talar om (Andersson, 2008, s. 81; Gautier et al, 2006, s. 387). *TitaNO kemi* (2015) sticker ut genom att ge en tydlig text där det beskrivs att temperaturen på jorden hade varit mycket kallare utan växthuseffekten. Då beskriver man inte bara växthuseffekten som viktig, det görs också en förklaring till varför den är viktig. Att bara säga att något är viktigt ger inte samma effekt som att säga varför det är viktigt.

I *Kemi direkt* (2012) används rubriken "Förstärkt växthuseffekt" till det avsnitt som beskriver den naturliga växthuseffekten. Då det har visats vid flera tillfällen att elever har svårt att skilja på begreppen växthuseffekt och förstärkt växthuseffekt (Andersson, 2008, ss. 82-83; Kilinc et

al, 2008, s. 93; Khalid, 2001, s. 114; Rawatee, 2009, s. 66), så är det ofördelaktigt att rubricera på detta sätt.

I tre av de undersökta böckerna, *Makro kemi* (2010), *Puls kemi* (2011) och *Titano Kemi* (2015) kan man se illustrationer som har en antydning till att växthusgaserna befinner sig i ett lager runt jorden. Detta påvisades även av Choi et al (2010), deras undersökta läroböcker hade också illustrationer som kunde bidra till denna bild hos eleverna. Även om alla böcker som undersökts i denna studie skrivit att växthusgaser är en del av atmosfären eller luften så kommer man ihåg illustrationerna. Om illustrationerna ger en missvisande bild trots att det i texten står formulerat på ett korrekt sätt finns en risk att det är illustrationerna man minns och på så sätt kan man få en missvisande bild.

4.2.2 Ozonlager

I alla böcker som undersökts beskrivs ozonlagrets funktion som att det fångar eller skyddar mot ultraviolett strålning. *TitaNO kemi* (2015) beskriver att ozonskikt egentligen är en missvisande term, då det inte rör sig om ett skal som endast består av ozon. Då ozonlagret är en vedertagen term kan det vara klokt av en lärobok att förtydliga att det inte är exakt vad det låter som. Då ozonlagret faktiskt består av fler gaser än bara ozon, samtidigt som det är en modell för att beskriva att just stratosfären är den del i atmosfären som består av mest ozon.

Ultraviolett strålning beskrivs enhälligt av de undersökta böckerna som farlig eller skadlig strålning och en närmare förklaring kring vad det innebär förekommer i väldigt liten utsträckning. *Spektrum kemi* (2013) är den enda boken som beskriver ultraviolett strålning lite närmare. Då beskrivs det som osynligt ljus från solen, vilken kan ge skador på bland annat människor, men inte heller här ges någon närmare förklaring. En av de bidragande faktorerna till att elever blandar ihop ozonlagrets uttunning med förstärkt växthuseffekt tror jag kan vara för att de har svårt att hålla isär infraröd och ultraviolett strålning (Andersson, 2008, s. 77). Något som visat sig i denna studie är att man inte lägger så stor vikt av de olika strålningarnas egenskaper och de förklaras inte närmare i större utsträckning i någon av de undersökta böckerna, vilket gör att man kanske inte förstår att strålningarna är väldigt olika.

Angående skador som kan åsamkas av ultraviolett strålning tar böckerna i första hand upp de skador som kan uppstå direkt på människan. Alla böcker har med förklaringar om att växter och djur tar skada, men detta får något mindre fokus än de skador som direkt påverkar människan. *Makro kemi* (2010) beskriver att växter får försämrade fotosyntes på grund av ultraviolett strålning, något som leder till att den globala uppvärmningen på sikt ökar. Att växters fotosyntes försämras när de utsätts för högre exponering av ultraviolett ljus stämmer (Allen, 2001), men att förklara detta som en bidragande faktor till global uppvärmning kan med säkerhet skapa förvirring. Då det har påvisats i flera undersökningar (Andersson, 2008, ss. 82-83; Kilinc et al, 2008, s. 93; Khalid, 2001, s. 114; Rawatee, 2009, s. 66; Boyes och Stanisstreet, 1999, s. 736) att elever har svårt att skilja förstärkt växthuseffekt från uttunningen av ozonlagret åt, är det inte en klok idé att ta upp global uppvärmning i avsnittet som behandlar ozonlagret. Dessutom skulle växternas försämrade fotosyntes inte vara det största problemet gällande den globala uppvärmningen, då är de utsläpp orsakade av människan som påverkar mängden växthusgaser mest (SMHI, 2015a).

Gällande illustrationerna i avsnittet kring ozonlagret är det endast en bok som har med en illustration för att beskriva ozonlagret, *Makro kemi* (2010). De övriga böckerna har endast illustrationer av ozonmolekyler. Då det är läroböcker i kemi kanske man väljer att lägga större

fokus på hur ozon fungerar på molekylär nivå snarare än hur det skulle kunna illustreras i förhållande till jordklotet.

4.2.3 Fotosyntes och respiration

Studien har visat att all undersökt litteratur beskriver fotosyntesen på ett någorlunda liknande sätt. Det förekommer däremot en del skillnader av läroböckernas beskrivning av hur växterna går till väga med de produkter som bildats vid fotosyntesen. *Puls kemi* (2011), *Spektrum kemi* (2013) och *TitaNO kemi* (2015) förklarar tydligt att glukos, socker eller kolhydrater är det som används av växterna för att skapa biomassa. I de övriga två böckerna verkar detta vara underförstått. Att inte nämna detta möjliggör för eleverna att dra egna slutsatser och på så sätt fylla de kunskapsluckor som eventuellt uppstått med det de själva tror. Det är vanligt förekommande bland elever att de inte vet var växternas biomassa kommer från (Andersson, 2008, s. 139), och att de till exempel tror att de i första hand växer med hjälp av näringen de får via rötterna (Svandova, 2014, s. 67). Detta skulle kunna vara exempel på att man som elev dragit en egen slutsats med hjälp av det som sker i vardagen, när man ska få en krukväxt att växa bättre tillsätter man växtnäring som växten tar upp via rötterna. I ett sådant läge kan eleven tänka att växter växer med hjälp av näringen som tas upp via rötterna och då tänker man kanske inte på koldioxiden som växten får från luften, vilken lätt ses förbi på grund av att vi inte tänker på den (Andersson, 2008, s. 139).

Enligt det centrala innehållet i kursplanen i kemi för årskurs 7-9 (Skolverket, 2011) ska eleverna känna till hur energi omvandlas vid fotosyntesen. Det som sker vid fotosyntes gällande energiomvandlingar är att solenergin lagras i form av kemisk energi, vilket skrivs explicit i tre av de undersökta böckerna, *Makro kemi* (2010), *Puls kemi* (2011) och *Spektrum kemi* (2013). De resterande två böckerna, *Kemi direkt* (2012) och *TitaNO kemi* (2015) benämner kolhydrater respektive druvsocker som energirika ämnen. Att inte nämna detta i texten kan leda till att eleven på så sätt går miste om informationen vilket kan leda till att elever inte förstår att energin lagras som kemisk energi.

I *TitaNO kemi* (2015) och *Kemi direkt* (2012) förekommer ingen information om att växter respirerar. I *Puls kemi* (2011) förklaras det att alla celler respirerar men då händelseförloppet beskrivs används endast referenser som tyder på att djurceller utför respiration. I *Spektrum kemi* (2013) finns ingen förklaring i texten som tyder på att växter utför respiration, dock förekommer en illustration som visar detta. *Makro kemi* (2010) är den enda av de undersökta böckerna som tydligt förklarar att även växter respirerar. En av de vanligaste missuppfattningarna bland elever är att växter saknar respiration eller att de fotosyntetiserar istället för att respirera (Andersson, 2008, s. 140; Deshmukh och Deshmukh, u.å, s. 124). En missuppfattning som uppenbart upprätthålls bland de undersökta böckerna då det inte förklaras tydligt att även växtceller respirerar.

Bilderna kring fotosyntesen och respirationen ser ganska olika ut i böckerna, *Spektrum kemi* (2013) till exempel illustrerar endast reaktionsformlerna med hjälp av molekylillustrationer och använder inte organismer lika tydligt som de övriga böckerna. Då används endast organismer i form av en växtcell som representerar en pil i reaktionen för fotosyntes och en djurcell som representerar en pil i reaktionen för respiration.

I övrigt när det gäller illustrationer för fotosyntes och respiration har nästan alla använt ett liknande sätt att porträttera processerna, trots att illustrationerna ser ganska olika ut. Alla har pilar där det visas hur koldioxid, solljus och ibland vatten tas upp av växten, för att sedan ha

pilar som visar att syre och vatten lämnar växten och på något sätt visas det att glukos bildas. Respiration illustreras på ett liknande sätt, där det illustreras att djur tar upp glukos och syre för att avge vatten och koldioxid. Den enda boken som sticker ut här är *Makro kemi* (2010), som är tydlig med att både skriva och illustrera att även växter respirerar, något som många elever har missuppfattat, då de ofta tror att växter saknar respiration (Andersson, 2008, s. 140). Att endast en enda bok tar upp det här på ett tydligt sätt gör att flera elever troligtvis kommer gå miste om informationen, vilket innebär att de övriga fyra böckerna i allra högsta grad bidrar till skapandet av missuppfattningen att växter saknar respiration.

4.3 Besvarande av frågeställningar

Studiens första frågeställning ” Hur förklaras växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes i läroböckerna?” kan enkelt besvaras som att alla böcker beskriver dessa tre ämnesområden på ett likartat sätt. Växthuseffekten förklaras i alla undersökta böcker ungefär som att solstrålar når jordens yta, samt att jordens yta sänder ut värmestrålning som hålls kvar med hjälp av växthusgaser. Ozonlagret beskrivs i alla böcker som något viktigt, samt att det skyddar mot ultraviolett strålning. Fotosyntesen beskrivs som en process där solljuset utnyttjas för att producera socker och syre, med koldioxid och vatten som råvaror. Alla böcker använder en liknande förklaring för varje område men skillnaderna har trots det visat sig vara stora.

Den andra frågeställningen i studien ”Förekommer det i läroböckerna sådant som kan leda till att elever missuppfattar växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes?” kan besvaras med ett kort svar, vilket är ja. Exempel på sådant som kan bidra till missuppfattningar är att växthuseffekten illustreras med hjälp av illustrationer som visar jordklotet i ett växthus eller växthusgaser i ett lager runt jorden. Ingen av de undersökta böckerna förklarar tydligt varken infraröd eller ultraviolett strålning, även om *Spektrum kemi* (2010) har lite mer information gällande ultraviolett strålning, så är det inte en mycket djupare förklaring. Att inte förklara de två strålningstyperna mer ingående kan göra att de blir lättare att blanda ihop. Av de fem undersökta böckerna är det endast en som tydligt förklarar att också växter respirerar och eftersom en av de vanligaste missuppfattningarna bland elever är att växter saknar respiration (Andersson, 2008, s. 141) eller att de har svårt att skilja respiration från fotosyntes (Svandova, 2014, s. 66) är det viktigt att ha med information om växters respiration. Så alla böcker som undersökts i den här studien har visats innehålla någon information som kan leda till att elever missuppfattar växthuseffekten, ozonlagret och fotosyntesen.

4.4 Slutsats

Med denna studie som utgångspunkt beskriver alla undersökta läroböcker processerna växthuseffekt, ozonlager och fotosyntes på ett likartat sätt, även om det har visat sig vara stor skillnad på hur välutvecklade förklaringarna är. De böcker som undersökts innehåller alla sådant som kan ge grund för och konfirmera elevers missuppfattningar inom de tre ämnesområden som studien fokuserat på.

För att, som lärare, undvika att elever tar till sig dessa missuppfattningar kan det vara klokt att klargöra för eleverna hur det ligger till och poängtera att ingen lärobok ännu är perfekt. Dessutom är det för mig självklart att man som lärare ska försöka i den mån det är möjligt att granska de läroböcker som man använder i sin egen undervisning. Trots att tid är en bristvara bland lärare kan det inte vara något annat än positivt att veta vad som står i texterna man ger till sina elever.

Sammanfattningsvis finns det ingen perfekt lärobok gällande de tre undersökta ämnesområdena och ansvaret för att missuppfattningar inte ska uppstå eller kvarstå hamnar hos läraren. Läraren vars ansvar det blir att peka på att det är viktigt att vara källkritisk även när det gäller läroböcker, samt att försöka klargöra vad som är fel i de läroböcker som hen använder i sin undervisning.

5 Referenser

- Allen, J. (2001). *Ultraviolet Radiation: How it Affects Life on Earth*.
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/UVB/> [2016-05-03]
- Andersson, B. (2008). *Att förstå skolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Studentlitteratur.
- Andréasson, B. Boström, K. Holmberg, E. Bondeson, L. (2011). *PULS Kemi*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Baltscheffsky, S. (2002). Ozonskikt kan läkas om 50 år. *Svenska Dagbladet*. 20 september.
<http://www.svd.se/ozonskikt-kan-lakas-om-50-ar> [2016-05-16]
- Boyes, E. Stanisstreet, M. (1999). The Ideas of Greek High School Students about the "Ozone Layer". *Science Education*. 83(6), ss. 724-737.
DOI: 10.1002/(SICI)1098-237X(199911)83:6<724::AID-SCE5>3.0.CO;2-P
- Calderon, A. (2015). *På vilket sätt kan läromedel styra undervisningen?*
<http://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning/didaktik/tema-laromedel/pa-vilket-satt-kan-laromedel-styra-undervisningen-1.181693> [2016-04-08]
- Campbell, N. A. Reece, J.B. Urry, L. Cain, M.L. Wasserman, S.A. (2014). *Biology: A Global Approach, Global edition*. 10. uppl., Harlow: Pearson Education.
- Choi, S. Niyogi, D. Shepardson, D.P. Charusombat, U. (2010). Do Earth and Environmental Science Textbooks Promote Middle and High School Students' Conceptual Development About Climate Change? Textbooks' consideration of students' misconceptions. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 91(7), ss 889-898.
DOI :10.1175/2009BAMS2625.1
- Deshmukh, N.D. Deshmukh, V.M. (u.å). Textbook: A Source of Students' Misconceptions at the Secondary School level.
- Gautier, C. Deutsch, K. Rebich, S. (2006). Misconceptions about the Greenhouse Effect. *Journal of Geoscience Education*. 3, ss. 386-395.
- Gidhagen, M. Åberg, S. (2012). *Kemi Direkt*. Stockholm: Sanoma Utbildning.
- Hellspång, L. (2001). *Metoder för brukstextanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Hemmi, K. Kornhall P. (2015). Framtidens skola behöver en strategi för läromedel. *Dagens nyheter debatt*. 6 april. <http://www.dn.se/debatt/framtidens-skola-behover-en-strategi-for-laromedel/>
- Holmberg, K. (2014). SMHI: Ozonskiktet tunnare än normalt – sola med förstånd. *Dagens nyheter*. 21 maj. <http://www.dn.se/nyheter/sverige/smhi-ozonskiktet-tunnare-an-normalt-sola-med-forstand/> [2016-05-16]
- Khalid, T. (2001). Pre-service Teachers' Misconceptions Regarding Three Environmental Issues. *Canadian Journal of Environmental Education*. 6, ss. 102-120.
- Kılınc, A. Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2008). Turkish Students' Ideas about Global Warming. *International Journal of Environmental & Science Education*. 3(2), ss. 89-98.
ISSN: 1306-3065

- Mårtensson, G. (2010). *MAKRO kemi 7-9*. Malmö: Gleerups Utbildning.
- Naturvårdsverket (2016). *Växthuseffekten förstärks*.
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Darfor-blir-det-varmare/Vaxthuseffekten-forstarks/> [2016-05-03]
- Nettelblad, F. Nettelblad K. (2013). *Spektrum Kemi*. Stockholm: Liber.
- Oskarsson, M. (2011). *Viktigt – men inget för mig. Ungdomars identitetsbygge och attityd till naturvetenskap*. Diss. Linköpings universitet. Norrköping.
<http://roseproject.no/network/countries/sweden/Oskarsson%202011%20doctoral%20thesis.pdf>
- Rawatee, M.S. (2009). Lower Secondary Science Students' Misconceptions of Ozone Depletion and Global Warming. *Caribbean Curriculum*. 16(2), ss. 57-71.
- Ricklefs, R. Relya, R. (2014). *Ecology, the Economy of Nature*. 7. uppl., New York: W.H. Freeman and Company.
- Rosén, H. (2013). Skogen sämre på att bromsa växthuseffekten. *Dagens nyheter*. 19 augusti.
<http://www.dn.se/nyheter/vetenskap/skogen-samre-pa-att-bromsa-vaxthuseffekten/> [2016-05-16]
- Skolverket (2011). *Kursplan – Kemi* <http://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/grundskoleutbildning/grundskola/kemi> [2016-05-06]
- SMHI (2014). *Vanliga frågor om ozon – FAQ*.
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ozon/vanliga-fragor-om-ozon-faq-1.8954> [2016-04-07]
- SMHI (2015a). *Växthuseffekten*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/vaxthuseffekten-1.3844>. [2016-05-03]
- SMHI (2015b). *UV-strålning*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/uv-stralning-1.3849> [2016-04-28]
- SMHI (2015c). *Ozon*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/ozon-1.3824> [2016-05-13]
- Sterning, G. (2015). *TitaNO Kemi*. 2. uppl. Malmö: Gleerups Utbildning.
- Svandova, K. (2014). Secondary School Students' Misconceptions about Photosynthesis and Plant Respiration: Preliminary Results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1), ss. 59-67.
 DOI: 10.12973/eurasia.2014.1018a
- SvD (2004). Växthuseffekten hotar korallrev. *Svenska Dagbladet*. 14 februari.
<http://www.svd.se/vaxthuseffekten-hotar-korallrev/om/sverige> [2016-05-16]

Bilagor

Bilaga 1 – Analys av Makro kemi (2010)

Växthuseffekten	
Hur förklaras växthuseffekten?	Kortvågig strålning från solen kommer in, långvågig strålning reflekteras men stoppas på vägen ut av glaset/växthusgaserna vilket leder till att det blir varmare på insidan (s. 155).
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?	Ja Förklarar att atmosfären främst består av syre och kväve, därefter nämns att det dessutom finns små mängder växthusgaser (s. 155).
Förklaras det att gaserna absorberar värmestrålning/IR-strålning?	Nej. En jämförelse med glaset (i växthuset) görs, där gaserna <i>håller kvar</i> värmen, absorberar används inte (s. 155). Tydligt att det rör sig om värmestrålning.
Används ord som <i>naturlig, nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?	Ja. Växthusgaser beskrivs som <i>naturliga</i> och att dessa ger gynnsamma livsvillkor för människor och andra organismer (s.155).
Används ord som <i>mänsklig, förstärkt, antropogen, ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?	Ja. Det benämns som <i>ökad</i> växthuseffekt (s. 158).
Förklaras det vad värmestrålning/IR-strålning är? Om ja, hur?	Nej. Infraröd strålning definieras som långvågig och längre ner på sidan används termen värmestrålning (s. 155).
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 155). En jordglob inuti ett växthus. Två pilar, en blå pil som går in genom växthuset mot jordgloben och en röd pil som går från jordgloben och studsar vid glaset. Förekommer bildtexter som beskriver händelseförloppet.
Ozonlagret	
Hur förklaras ozonlagrets funktion?	Att skydda oss från farlig ultraviolett strålning samt att det har stor betydelse för livet på jorden (s. 198).
Hur förklaras uttunnningen av ozonlagret?	Ozon bryts sönder på grund av ämnen i atmosfären som släppts ut, där freoner är största orsaken. Detta leder till tunnare ozonskikt (ss. 198-199).
Nämns följderna som uppstår vid uttunning av ozonlagret? Om ja, vilka?	Ja. Mer ultraviolett strålning når jorden, vilket leder till skador på människor (risk för hudcancer ökar), djur och växter

	(försämrade fotosyntes, vilket leder till att de binder koldioxid sämre och ökar på så sätt växthuseffekten) (s. 198).
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?	Nej. Den beskrivs som farlig.
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 198). En del av jordklotet med ett lager av ljusblått runt, runt det ljusblå lagret finns ett vitt tunnare lager (ozonskikt) som är väldigt tunt på ett ställe (tunnare del av ozonskikt) och solens strålar rör sig mot jorden men hindras av det tjockare vita men kan ta sig genom det tunna vita. Förekommer förklarande text.
Fotosyntes och respiration/förbränning	
Hur beskrivs fotosyntesen?	Växter sätter samman koldioxid från luften och vatten från marken med hjälp av solenergi, syre och energirik druvsocker bildas (s.228).
Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?	Ja. När de beskriver vad som händer under respiration nämns specifikt både växter och djur (s. 228).
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?	Ja (s. 228).
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?	Ja (s. 228).
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?	Ja och nej (s. 228). Beskrivs som att växten utnyttjar energi för att bygga upp andra energirika ämnen, underförstått att det handlar om att bygga sig själv.
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 229). Fotosyntes och respiration visas som samspel. Fotosyntesen visas med hjälp av ett grönt blad, svarta pilar som symboliserar solenergi (från en gul sol) rör sig mot bladet. Vattenmolekyler, koldioxidmolekyler, syremolekyler och glukosmolekyler är illustrerade med molekylbilder. Pilar från koldioxid och vatten mot bladet, pilar från bladet mot molekylerna syre och glukos. Finns förklarande text.
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 229). Respiration visas med hjälp av en förstora cell, som kan komma från en människa eller växt (enligt bilden, underförstått representerar människan djur). Från cellen är det pilar mot vatten och koldioxid, finns även

	<p>tre pilar som går mot texten ”värmeenergi och energi för att driva olika kemiska reaktioner i den levande organismen”. Mot cellen är det pilar från syre och glukos. Finns förklarande text.</p>
--	---

Växthuseffekten	
Hur förklaras växthuseffekten?	Solens strålar värmer upp jordens yta. En del av strålningen reflekteras. Gaser i atmosfären hindrar värmestrålning från att försvinna ut i rymden (s. 54).
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?	Ja. Skriver att växthusgaser finns i atmosfären (s. 54).
Förklaras det att gaserna absorberar <i>värmestrålning/IR-strålning</i> ?	Nej. Hindrar värme från att gå försvinna. Ordet absorberas används inte (ss. 54-55). Tydligt att det rör sig om värmestrålning.
Används ord som <i>naturlig, nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?	Ja. På en sida i introduktionen till avsnittet står det att växthuseffekten är nödvändig, dock inte på sidan som förklarar växthuseffekten (s. 46).
Används ord som <i>mänsklig, förstärkt, antropogen, ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?	Ja. I relation till beskrivning av ökad växthuseffekt. Termen växthuseffekt används inte här men det är i samband med <i>ökad mängd växthusgaser</i> (s. 54).
Förklaras det vad <i>värmestrålning/IR-strålning</i> är? Om ja, hur?	Nej. Beskrivs som värmestrålning (ss. 54-55).
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?	Ja (ss. 54-55). Vatten (hav eller sjö) med isblock på, en båt som befinner sig i vattnet. Bredvid vattnet finns en stad med en bilväg, grönska, ett industriområde och en vulkan, där båten, bilarna, industrin och vulkanen ryker. Ovanför staden och vattnet är atmosfären, där ett flygplan flyger. Mellan atmosfären och rymden (som illustreras ovanför atmosfären) finns ett grått lager som beskrivs som växthusgaser. I rymden finns en sol som sänder ut gul solstrålning som träffar vattnet, grönområdet och marken vid industriområdet. Den gula strålningen reflekteras direkt ut i rymden. Från jordens ytor, en bit ifrån där den gula strålningen träffat så sänds röd värmestrålning ut, där en del kommer genom lagret av växthusgaser ut i rymden och en del reflekteras tillbaka. Förklarande text förekommer.
Ozonlagret	
Hur förklaras ozonlagrets funktion?	Fångar upp stor del av ultravioletta strålningen från solen. Skyddar livet på jorden (s. 48).

Hur förklaras uttunnningen av ozonlagret?	De förklarar termen ”ozonhål” som att det är väldigt glest mellan ozonmolekyler (s. 49). Det förklaras att gaser, främst freoner som förstör ozonskiktet.
Nämns följderna som uppstår vid uttunnning av ozonlagret? Om ja, vilka?	Farlig ultraviolett strålning når lättare jordytan. Ökar risken för hudcancer (s. 49).
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?	Nej. Beskrivs som farligt och att det kan ge cancer (s. 49).
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?	Nej. Endast bilder på bildande av ozonmolekyl (s. 49).
Fotosyntes och respiration/förbränning	
Hur beskrivs fotosyntesen?	Gröna blad fångar solenergi. Koldioxid från luften och vatten är råvaror för att bilda kolhydrater. Syrgas beskrivs som en biprodukt (s. 146).
Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?	Ja och nej. De skriver att alla celler respirerar men använder termer som ”transporteras med blod” och ”muskelarbeta” vid beskrivningen, de nämner inte specifikt växter (s. 148).
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?	Ja (s. 146).
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?	Ja (s. 147).
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?	Ja (s. 147).
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 146). Ett träd som har pilar mot sig från solljus, koldioxidmolekyler (i luften) och vattenmolekyler (i marken). En pil mot syrgasmolekyler (i luften). Samt ett streck mot texten ”druvsocker bildas i bladen”, under texten finns en bild av glukosmolekyl. Förklarande text finns.
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 148). En morot i jorden, på marken ovanför finns en kanin. Bredvid moroten illustreras en glukosmolekyl. Från glukosmolekylen och syremolekyler (illustrerade i luften) går det pilar mot kaninens mun. Från kaninens mun går pilar mot koldioxid-och vattenmolekyler (i luften). Från kaninens rumpa går en pil mot texten ”en del energi avges som värmestrålning”. Förklarande text finns.

Växthuseffekten	
Hur förklaras växthuseffekten?	Rubriken för avsnittet om växthuseffekt är <i>Förstärkt växthuseffekt</i> . Ljusenergi omvandlas till värmeenergi då den träffar jordytan. Koldioxid i luften släpper igenom ljuset från solen men bromsar värmestrålning från jordytan. Koldioxid liknas vid ett täcke runt jorden som håller värmen på insidan (s. 50).
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?	Ja. Växthusgaser, främst koldioxid, nämns som en del av luften och en del av atmosfären (s. 50)
Förklaras det att gaserna absorberar värmestrålning/IR-strålning?	Nej. De ”stoppas” värmen från jorden. Tydligt att det rör sig om värmestrålning (s. 50).
Används ord som <i>naturlig, nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?	Ja (s. 51). Nödvändig.
Används ord som <i>mänsklig, förstärkt, antropogen, ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?	Ja (ss. 50-51). Förstärkt, ökande utsläpp, ökning av växthusgaser.
Förklaras det vad värmestrålning/IR-strålning är? Om ja, hur?	Nej. Beskrivs som värmestrålning (s. 50).
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 50). Grön mark med träd, ovanför marken är det en avgränsning genom färgskillnad mellan rymden och jordens luft. Solens strålar rör sig mot jordytan (definieras då som solstrålning), en del stoppas vid avgränsningen (definieras som atmosfär) och reflekteras ut i rymden, en del rör jordens yta och reflekteras (definieras nu som värmestrålning). En del av värmestrålningen reflekteras vid avgränsningen (atmosfären) och övrig värmestrålning fortsätter mot rymden. Förklarande text finns.
Ozonlagret	
Hur förklaras ozonlagrets funktion?	Hindrar majoriteten av det skadliga ultraviolettera ljuset från solen att nå jordytan (s. 49).
Hur förklaras uttunnningen av ozonlagret?	Det beskrivs som hål i ozonlagret, vilket orsakas av olika gasutsläpp, främst freoner (s. 49).

Nämns följderna som uppstår vid uttunning av ozonlagret? Om ja, vilka?	Ja och nej. Underförstått att ultraviolett ljus är skadligt (s. 49). Nämns under kapitlet om miljö (s. 208) men inte under avsnittet där ozonlagret beskrivs. Skadar landlevande växter och djur (s. 208).
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?	Nej. Det står att det är skadligt (s. 49).
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?	Nej. Bild på ozonmolekyl förekommer (s. 49)
Fotosyntes och respiration/förbränning	
Hur beskrivs fotosyntesen?	Klorofyll fångar solenergi. Solenergin används till att sätta samman koldioxid från luften med vatten från marken för att producera glukos, där syre blir ett avfall (s. 119).
Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?	Nej (s. 120)
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?	Ja (s. 119).
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?	Ja och nej. Nämns inte explicit men de producerade kolhydraterna beskrivs som energirika (s. 120).
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?	Nej (s. 119).
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 119) Ett blad fäst på en stam, med grå pil från texten "koldioxid CO ₂ " i luften, mot bladet. En blå pil i bladet som har texten "vatten H ₂ O" vid sig. En gul pil från bladet mot stammen som har texten "glukos C ₆ H ₁₂ O ₆ " vid sig. En röd pil från bladet mot luften som har texten "syre O ₂ " vid sig. Ingen övrig förklarande bildtext.
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 120). En illustration av en fågel. En grå pil från fågeln mot luften och texten "koldioxid CO ₂ ". En blå pil från fågel mot luften och texten "vatten H ₂ O". En röd pil från luften mot fågeln, med texten "syre O ₂ " och en gul pil från luften mot fågelns näbb med texten "glukos C ₆ H ₁₂ O ₆ ". Ingen övrig förklarande bildtext.

Växthuseffekten	
Hur förklaras växthuseffekten?	Solens strålar tar sig genom atmosfären. Strålning från solen träffar jorden. Marken och luften värms upp. Marken lämnar ifrån sig värmestrålning. Koldioxid gör att delar av värmestrålningen fångas av luften (s. 65).
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?	Ordet växthusgaser används inte. De refererar endast till koldioxid, vilken beskrivs som en del av luften (s. 65).
Förklaras det att gaserna absorberar värmestrålning/IR-strålning?	Nej (s. 65). Beskrivs som att det fångas upp. Ordet absorberas används ej. Tydligt att det är värmestrålning.
Används ord som <i>naturlig</i> , <i>nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?	Ja. Livsnödvändig (s. 65).
Används ord som <i>mänsklig</i> , <i>förstärkt</i> , <i>antropogen</i> , <i>ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?	Ja (s.65). Global uppvärmning, koldioxidhalten ökar.
Förklaras det vad värmestrålning/IR-strålning är? Om ja, hur?	Nej. Förklaras som värmestrålning (s. 65).
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 65). Del av jorden illustreras som grön, atmosfären är grå och rymden mörkblå. Solen sänder ut fyra strålar, tre går genom atmosfären och en av strålarna reflekteras direkt tillbaka ut i rymden. En bit från där strålarna träffat jorden går det ut fem strålar som definieras som värmestrålning. Två av dessa går igenom atmosfären och ut i rymden, tre reflekteras mot jorden igen. Förklarande text förekommer.
Ozonlagret	
Hur förklaras ozonlagrets funktion?	Ozonskiktet beskrivs som livsviktigt. Det fångar upp en stor del av det ultravioletta ljuset från solen (s. 60).
Hur förklaras uttunningen av ozonlagret?	Ozonbalansen förändras på grund av freoner som skadar ozonmolekylerna. Mängden ozon minskar så pass att det till och med klassas som hål där ozonet nästan är helt borta (s. 62).

Nämns följderna som uppstår vid uttunning av ozonlagret? Om ja, vilka?	Ja. Det skadar allt levande och människor kan få synskador och hudcancer (s. 60). Beskrivs i relation till ultraviolett ljus, inte i relation till att ozonskiktet är tunt.
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?	Ja. Osynligt ljus från solen som kan skada allt levande (s. 60).
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?	Nej (s. 61). Bara av bildandet och nedbrytningen.
Fotosyntes och respiration/förbränning	
Hur beskrivs fotosyntesen?	Solenergi används för att bygga om de energifattiga molekylerna koldioxid och vatten till energirik glukos (s. 257).
Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?	Ja och nej. I texten förklaras det inte (s. 259) men det finns en bild som illustrerar detta (s. 260).
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?	Ja (s. 257)
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?	Ja (s. 257). Lagras som kemisk energi i glukos. (Liten bildtext).
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?	Ja (s. 258). Byggs om till cellulosa (del av ved) och stärkelse (finns i potatis).
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 257). Molekyler illustrerar formeln: koldioxid + vatten + solenergi (illustreras av en sol) som blir till (via en pil) glukos + syrgas. Pilen befinner sig inuti en växtcell. Förekommer text i form av kemiska formler.
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 259). Molekyler illustrerar formeln: glukos + syre som blir till (via en pil) koldioxid + vatten + energi (energi skrivs som text). Pilen befinner sig i en djurcell. Förekommer text i form av kemiska formler.

Växthuseffekten	
Hur förklaras växthuseffekten?	Solens strålar passerar atmosfären. Strålarna når jorden och hjälper jordens yta, vatten och luft att värmas upp. Växthusgaser i atmosfären håller kvar en del av värmen (s. 160).
Förklaras det att växthusgaserna är en del av luften och inte en hinna runt jorden? Om ja, hur?	Ja. Det står att gaserna är en del av atmosfären (s. 160).
Förklaras det att gaserna absorberar värmestrålning/IR-strålning?	Nej (ss. 160, 162). Beskrivs som att gaserna håller kvar värmen. Värmestrålning nämns i bildtext och på sidor om växthusgaser. Ord som absorberar används inte.
Används ord som <i>naturlig</i> , <i>nödvändig</i> eller <i>viktig</i> för att beskriva den naturliga växthuseffekten?	Ja (s. 160). Behöver, samt tydlig förklaring om att utan den hade jorden varit mycket kallare än i dagsläget.
Används ord som <i>mänsklig</i> , <i>förstärkt</i> , <i>antropogen</i> , <i>ökad</i> eller <i>global uppvärmning</i> för att beskriva förstärkt växthuseffekt?	Ja (s. 161). Förstärkt, växthusgaser ökar,
Förklaras det vad värmestrålning/IR-strålning är? Om ja, hur?	Nej. Förklaras som värme och värmestrålning (s. 160).
Finns det förklarande bilder till växthuseffektens naturliga förlopp, om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 160). Två bilder förekommer bredvid varandra. Ena illustrerar ett växthus med en krukväxt i. Solen strålar ut solljus som tar sig genom växthusets glas och nuddar marken i växthuset där solljuset reflekteras i form av värmestrålning och når växthusets tak där det reflekteras tillbaka mot marken. Andra bilden illustrerar en skog, där solljus nuddar skogen och reflekteras upp mot ett lager växthusgaser som värmestrålning och därefter reflekteras värmestrålningen åter mot skogen.
Ozonlagret	
Hur förklaras ozonlagrets funktion?	Termen ozonskikt används och förklaras som missvisande, då det inte rör sig om ett skal av endast ozon. Ozon fångar upp skadlig ultraviolett strålning (s. 166).
Hur förklaras uttunnningen av ozonlagret?	Det förklaras att med ozonhål menas där det knappt finns ozon alls. Samt att mängden ozon i ozonskiktet har minskat. Det förklaras att ozonmolekyler inte är stabila och kan falla sönder av

	sig själva. Dessutom förklaras att andra ämnen som innehåller brom eller klor kan bryta ned ozon till syre snabbt. Freoner påpekas också kunna bryta ned ozonmolekyler (s. 166).
Nämns följderna som uppstår vid uttunning av ozonlagret? Om ja, vilka?	Ja. Följderna nämns i relation till en ökad mängd ultraviolett strålning, vilket underförstått sker då ozonlagret tunnare ut. Ökade fall av hudcancer, grå starr, försämrat immunförsvar, växter växer långsammare (vid mycket ultraviolett strålning) och djur nämns men inte vilka skador de kan utsättas för (s. 166).
Förklaras det vad ultraviolett strålning är? Om ja, hur?	Nej (ss. 165-167). Som skadligt och att det är från solen.
Finns det förklarande bilder kring ozonlagrets funktion? Om ja, hur ser dessa ut?	Nej (s. 165). Bilder på bildning av ozon finns.
Fotosyntes och respiration/förbränning	
Hur beskrivs fotosyntesen?	Klorofyll fångar energi i solljus som sedan används för att sätta ihop koldioxid och vatten till vatten och druvsocker, även syre bildas (s. 224).
Förklaras det att även växter respirerar? Om ja, hur?	Nej (ss. 224-225). Djurcell visas på bild och under förklaringen i texten om respiration beskrivs det att våra celler behöver druvsocker. Cellandning används och förklaras som en baklängesversion av fotosyntes (s. 224).
Förklaras det att CO ₂ utnyttjas för att producera socker?	Ja (s. 224).
Nämns det att solenergi lagras som kemisk energi?	Ja och nej (s. 224). Står inte explicit men druvsocker beskrivs som ett energirikt ämne.
Nämns det att sockret hjälper växten att växa?	Ja (s. 225). Det står att kolhydrater är ett viktigt byggnadsmaterial för växter.
Finns det förklarande bilder på fotosyntes? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 225). Ett blad som solen skiner på. Mot bladet går två gröna pilar, ena från CO ₂ och andra från H ₂ O. Från bladet går två röda pilar, ena mot O ₂ och andra mot C ₆ H ₁₂ O ₆ (druvsocker). Förklarande text förekommer med tillhörande siffror i illustrationen.
Finns det förklarande bilder på respiration? Om ja, hur ser dessa ut?	Ja (s. 225). En illustrerad djurcell. Mot djurcellen går två gröna pilar, ena från O ₂ och andra från C ₆ H ₁₂ O ₆ . Från djurcellen går två röda pilar, ena mot CO ₂ och andra mot H ₂ O.