

VAD KAN MAN GÖRA MED SKOLKUNSKAPER? OM ATT SÄTTA IN I SAMMANHANG

PROJEKT NORDLAB-SE
Inst för pedagogik och didaktik
Göteborgs Universitet
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)
Fax: +46-(0)31-7732060
E-post: anita.wallin@ped.gu.se

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Ann Zetterqvist, Anita Wallin.

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansiär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)
Veijo Meisalo (FI)
Baldur Gardarsson (IS)
Thorvald Astrup (NO)
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

OM PROJEKTET NORDLAB-SE

Syfte

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

Tonvikt på förståelse

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

Teman

Naturvetenskapens arbetssätt. Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

Naturvetenskapens innehåll. Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

Naturvetenskapen i samhället. I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

Användning

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

Framtagen materiel

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

INNEHÅLL

TRE INLEDANDE UPPGIFTER	5
ATT SÄTTA IN KUNSKAPER I SAMMANHANG – NÅGRA MÖJLIGHETER	6
Var i omvärlden finns processen/systemet?	7
När i tiden finns processen/systemet?	8
I vilket kategorisystem ingår organismen, objektet, systemet, processen?	9
På vilken organisationsnivå utspelar sig processen/finns systemet?	10
I vilken orsakskedja eller -väv ingår processen/systemet?	11
I vilket flöde av materia ingår processen/systemet?	13
I vilket energiflöde ingår processen/systemet	14
I vilket teoretiskt mönster ingår processen/systemet?	16
Värden och värderingar	17
ETT LÄSFÖRSLAG	19
NOTER	19
BILAGA: FOTOSYNTESEN I OLIKA SAMMANHANG	20

*VAD KAN MAN GÖRA
MED SKOLKUNSKAPER?
OM ATT SÄTTA IN I SAMMANHANG*

Den här workshopen har som utgångspunkt det faktum att eleven måste bearbeta den kunskap som ingår i skolans kurser för att han/hon skall få någon långsiktig behållning. Enbart memorering räcker inte. Vad kan då eleven göra? Vilka möjligheter kan läraren försöka öppna? Workshopen behandlar en sådan, nämligen att bearbeta genom att sätta in i sammanhang. Nio olika sammanhang föreslås och förklaras med exempel. Deltagaren får i uppgift att sätta in dels 'fotosyntesen', dels fritt vald 'skolkunskap' i de olika sammanhangen. Användbarheten av dessa i undervisningen kommenteras.

TRE INLEDANDE UPPGIFTER

Det finns inget självklart samband mellan undervisning och lärande. Ofta är det så att läraren undervisar och eleven lär sig. Men det händer att eleven lär sig utan undervisning. Och ibland undervisar läraren utan att eleven lär sig.

För att undervisning skall leda till lärande måste eleven göra något själv med den aktuella kunskapen. Enbart passiv mottagning ger inget bestående resultat. Det vet varje lärare, och försöker därför aktivera eleven på olika sätt – med problemlösning, gruppdiskussioner, hemläxor, prov och annat.

I den här workshopen skall vi pröva och diskutera några av de många olika möjligheter som finns att göra något med de kunskaper som behandlas i skolans undervisning – förutom att memorera dem.

Vi börjar med tre inledande uppgifter.

1. Vad kan man göra med kunskapen att formeln för fotosyntesen är koldioxid + vatten \rightarrow socker + syre ?

2. Välj ut ett eget exempel på skolkunskap och skriv ned vad man kan göra med den!

3. Diskutera uppgift 1 och 2 med några kollegor och notera deras förslag.

ATT SÄTTA IN KUNSKAPER I SAMMANHANG – NÅGRA MÖJLIGHETER

Finns det helt isolerade kunskaper? Vi tror inte det. Till kunskapens natur hör att en viss kunskap kräver annan kunskap för att bli meningsfull. Kunskapsbitar hjälper varandra. Det kan därför vara en god idé att pröva att sätta in en given kunskap i olika sammanhang.

Nedan presenteras ett antal möjligheter. Du skall undersöka varje möjlighet på två sätt. Dels skall du pröva att sätta in fotosyntesen i varje typ av sammanhang. Dels skall du välja ett eget (några egna) exempel på skolkunskap som du också prövar att sätta in i det aktuella

sammanhanget. I båda fallen skall du skriva ner eventuella reflexioner om undervisning som dyker upp. Vi påminner om detta genom bilden just ovanför.

FOTOSYNTESEN

EGET EXEMPEL



Vi föreställer oss att det kan vara givande att arbeta två och två eller i en mindre grupp. Nu till sammanhangen!

Var i omvärlden finns processen/systemet?

Det första sammanhanget är rumsligt. Det innebär att man frågar sig, för en process eller ett system som behandlas i undervisningen, var i omvärlden den/det finns. Här följer några exempel:

Kondensering sker när det blir dimma, när det bildas droppar utanpå den kalla läskflaskan, när det blir moln på himlen, när det blir imma på badrumsspegeln, när det blir droppar på kastrullocket...

Förbränning äger rum i alla celler – hos skorpioner, lodjur, maneter, tistlar och ekar... Den sker i motorer på flygplan, båtar, bilar och gräsklippare, liksom i panncentraler och öppna spisar...

Syremolekylen O_2 finns i hela atmosfären, i sjöar och hav, i dagmaskens gångar och människans blod...

De rumsliga sammanhangen kan vara olika stora: Sjön Vättern finns i södra Sverige, som är en del av Europa, som är en del av planeten Jorden...

Man kan använda olika referenssystem för att beskriva läge och rörelse: Jorden går runt Solen; Jorden går runt Vintergatans centrum.



KOMMENTAR

Att eleverna inte alltid har klart för sig var i omvärlden en företeelse finns framgår av den nationella utvärderingen 1992¹. En av uppgifterna var att avgöra om olika system består av atomer eller ej. Eleverna kryssade i ja eller nej. Systemen, och andelen elever som svarat ja, framgår av tabell 1.

Tabell 1. Procentuella andelen elever som anser att olika system består av atomer (skolår 9, n=3100)

system	%	system	%	system	%	system	%
människa	89	olja	79	tulpan	69	ljusstråle	39
luft	86	muskelcell	78	magnetfält	58	vakuum	22
molekyl	84	kastrull	74	elektron	44	kärlek	8

När i tiden finns processen/systemet?

Nästa sammanhang är det tidsmässiga. När i tidsflödet finns en process eller ett system?

Larven på grönkålen är ett stadium i cykeln ägg – larv – puppa – ägg

Dillen i landet är en del av cykeln frö – planta – frö

Däggdjuret människa är en länk i utvecklingskedjan

urdjur – fiskar – kräldjur – däggdjur

Vår sol kan sättas in i utvecklingskedjan

interstellärt moln – protostjärna – stjärna (vår sol) – röd jätte – dvärg

FOTOSYNTESEN

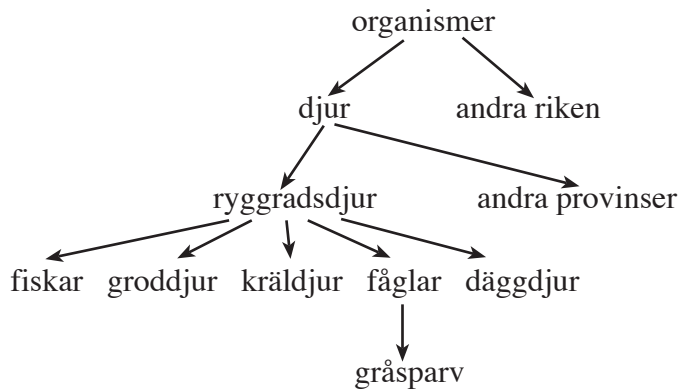
EGET EXEMPEL



I vilket kategorisystem ingår organismen, objektet, systemet, processen?

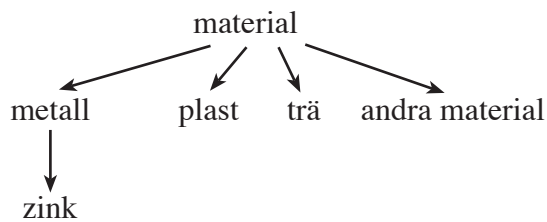
Människan har skapat ett stort antal kategorier och kategorisystem för att få viss ordning på tillvarons myllrande mångfald. Det ger många möjligheter att sätta in organismer, objekt, system och processer i större sammanhang.

En gråsparv kan placeras in i en taxonomi över organismvärlden:



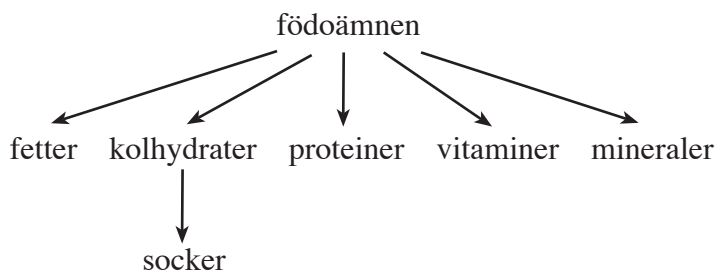
Figur 1. En biologisk taxonomi.

En bit zink kan fogas in i ett kategorisystem för material:



Figur 2. Kategorisystem för material

Socker kan placeras in i ett kategorisystem för födoämnen:



Figur 3. Kategorisystem för födoämnen

FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



På vilken organisationsnivå utspelar sig processen/finns systemet?

Naturvetenskapliga processer och system studeras på olika organisationsnivåer. Exempelvis kan en organism beskrivas och förstås genom att man använder kunskap från följande nivåer.

atom → molekyl → makromolekyl → organell →
cell → vävnad → organ → organsystem → organism

Nivåsystem utgör ytterligare ett sammanhang i vilket processer och objekt kan placeras in.

FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



KOMMENTAR

Att eleverna har svårigheter med begreppet organisationsnivå framgår av en uppgift som ingick i den svenska nationella utvärderingen 1992:[2]

Titta på orden TRÅD, TYG och FIBER. Med dessa ord kan man skriva följande mening: _____ TYG _____ består av _____ TRÅDAR _____, som i sin tur består av _____ FIBRER _____

Titta nu på orden MOLEKYL, ATOM och CELL och skriv en liknande mening. Fyll i rätt ord på rätt ställe!

_____ består av _____, som i sin tur består av _____.

Det var 48% av eleverna som svarade rätt (skolår 9, representativt riksurval, 3100 elever).

I vilken orsakskedja eller -väv ingår processen/systemet?

Orsakskedjor

Orsakskedjor är en annan typ av sammanhang i vilket system och processer kan ingå. Barnet ser exempelvis slipade hällar vid havsstranden och sätter in denna detalj i kedjan

det blåser → det blir vågor på vattnet → vågorna slipar berghällen.

Ett annat exempel är skogsskador, som kan sättas in i kedjan

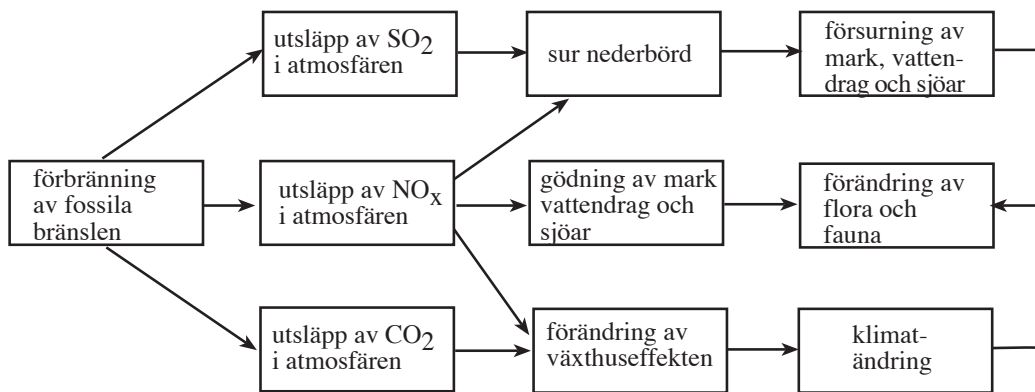
bilåkning → utsläpp av kväveoxider → sur nederbörd → skogsskador

Ytterligare en illustration är uttunning av ozonlagret, som ingår i kedjan:

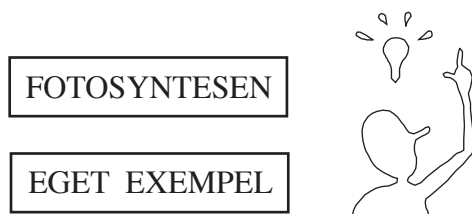
utsläpp av freon → uttunning av ozonlagret → ökad UV-strålning på jordytan → risk för hudcancer

Orsaksvävar

Inte minst inom miljöområdet är orsakssambanden komplexa. För att åskådliggöra dessa behöver man beskriva orsaksvävar snarare än -kedjor. Vi visar nedan en sådan väv (figur 4). Var och en av de namngivna processerna kan uppfattas som en isolerad företeelse, men de kan som framgår också bilda en orsaksväv och därigenom ge varandra mening. Väven i figuren är inte isolerad utan länkad till andra processer.



Figur 4. Exempel på orsaksväv



KOMMENTARER

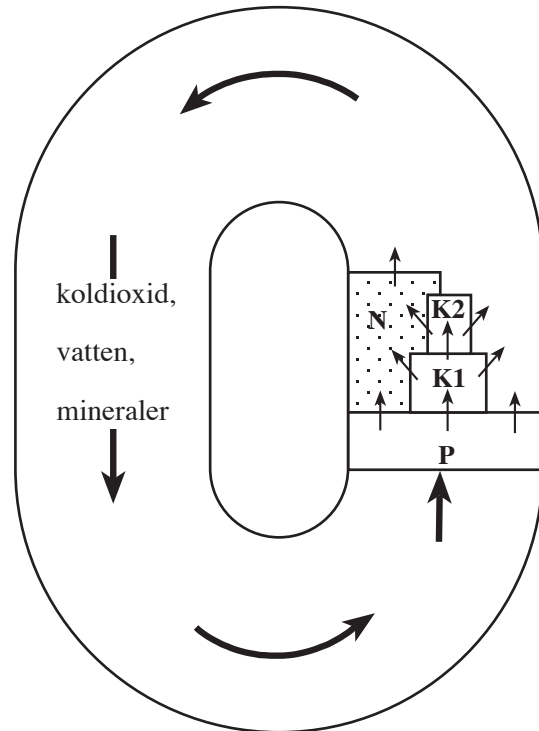
Elevers orsakstänkande har analyserats i ett projekt som ingick i den nationella utvärderingen 1998³. En uppgift gällde att ange vilka konsekvenser det blir av att man skär ned i-länders utsläpp av koldioxid drastiskt. De flesta elever i skolor 9 och 12 angav bara någon enstaka verkan/konsekvens av orsaken nedskärning. Vidare rör det sig till allra största delen om förstahandskonsekvenser såsom mindre bilåkning, inte konsekvenser av konsekvenserna, t. ex. att mindre bilkörning medför mindre biltillverkning vilket i sin tur leder till minskad stålproduktion. Med andra ord kan man säga att eleverna på denna uppgift inte tänker i system av orsakskedjor och -vävar. Kanske beror detta på att de inte fått särskilt mycket övning att kartlägga orsaksvävar.

I vilket flöde av materia ingår processen/systemet?

Flöden av materia, inte minst kretslopp, är ett intressant och spännande sammanhang, i vilket processer eller system kan fogas in. En generell modell för cykliskt flöde av materia genom organismvärlden visas i figur 5.

P betyder producenter, K1 första ordningens konsumenter, K2 andra ordningens konsumenter och N nedbrytare

Tänk på en bisonoxe som betar på prärien någonstans i USA. Denna händelse är en del av kolatomens kretslopp. Organiskt material förbränns i bisonoxens celler. Vi betraktar en kolatom i detta organiska material. Efter ett tag återfinns den i en koldioxidmolekyl i djurets utandningsluft. Luftmassan i vilken atomen ingår förflyttas, kanske så långt som till Sverige. Där tas koldioxiden upp av en växt på kalfjället. Kolatomen byggs in i växtens biomassa. En ren äter växten och kolatomen återfinns snart i en organisk förening någonstans i djuret. En varg river renen och kalasrar på den. Efter förbränning är kolatomen åter i atmosfären som en del av en koldioxidmolekyl...



Figur 5. Materiaflöde genom ett biologiskt samhälle

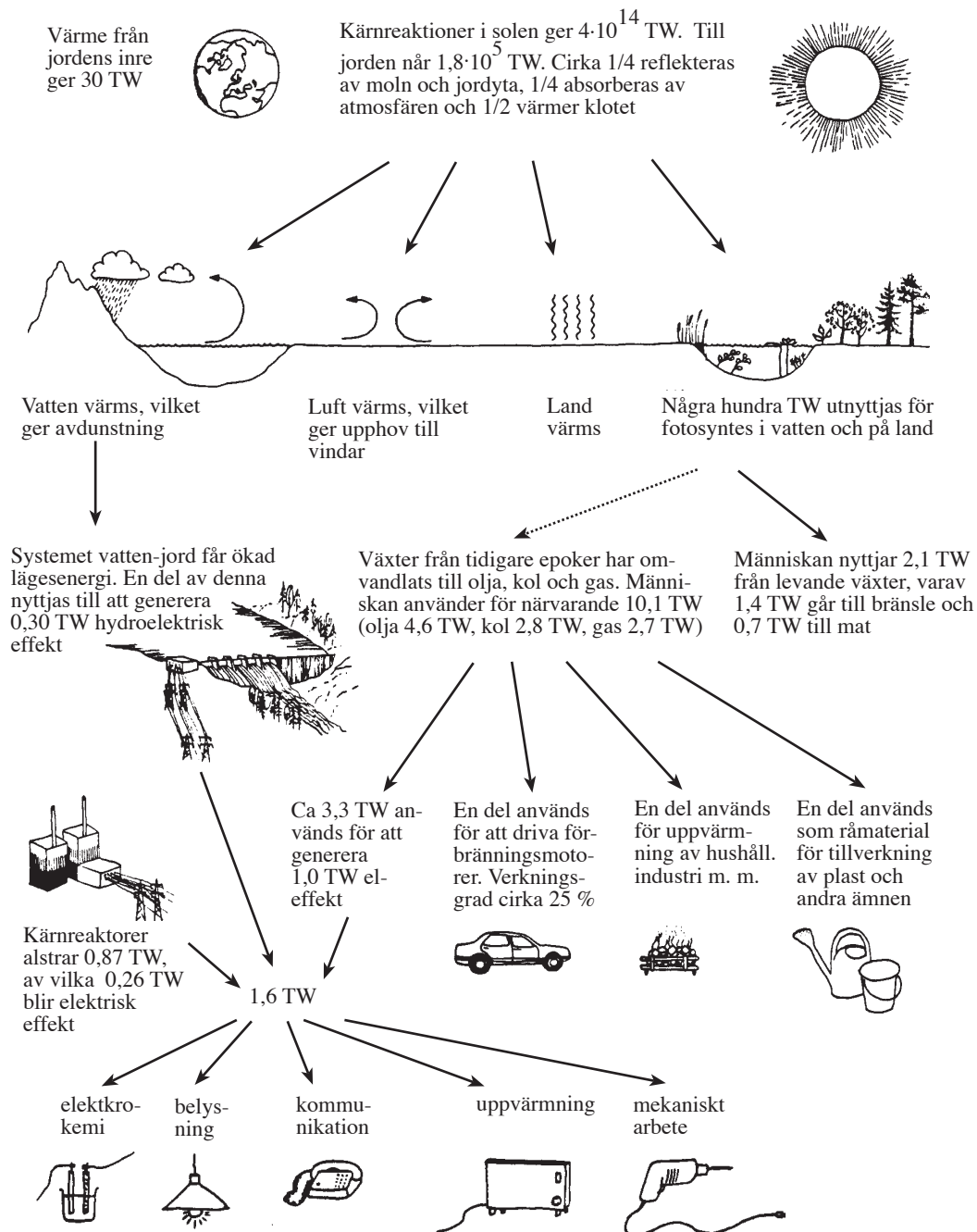
FOTOSYNTESEN

EGET EXEMPEL



I vilket energiflöde ingår processen/systemet?

Varje händelse på vårt klot är en del av energiflödet på jorden. En framställning av detta ges i figur 6 nedan.



Figur 6. Energiflödet på jorden. $1 \text{ TW} = 1 \cdot 10^{12} \text{ W}$

A. Utgå från händelsen att du tänder en lampa. Varifrån kommer den energi som då omvandlas till ljus och värme? Följ energin bakåt längs en tänkbar flödeslinje. Skriv ner de energiomvandlingar som äger rum i olika berörda system.

B. Utgå från händelsen att du kör en bil. Varifrån kommer den energi som då omvandlas till rörelseenergi och värme? Följ energin bakåt längs en tänkbar flödeslinje. Skriv ner de energiomvandlingar som äger rum i olika berörda system.



KOMMENTAR

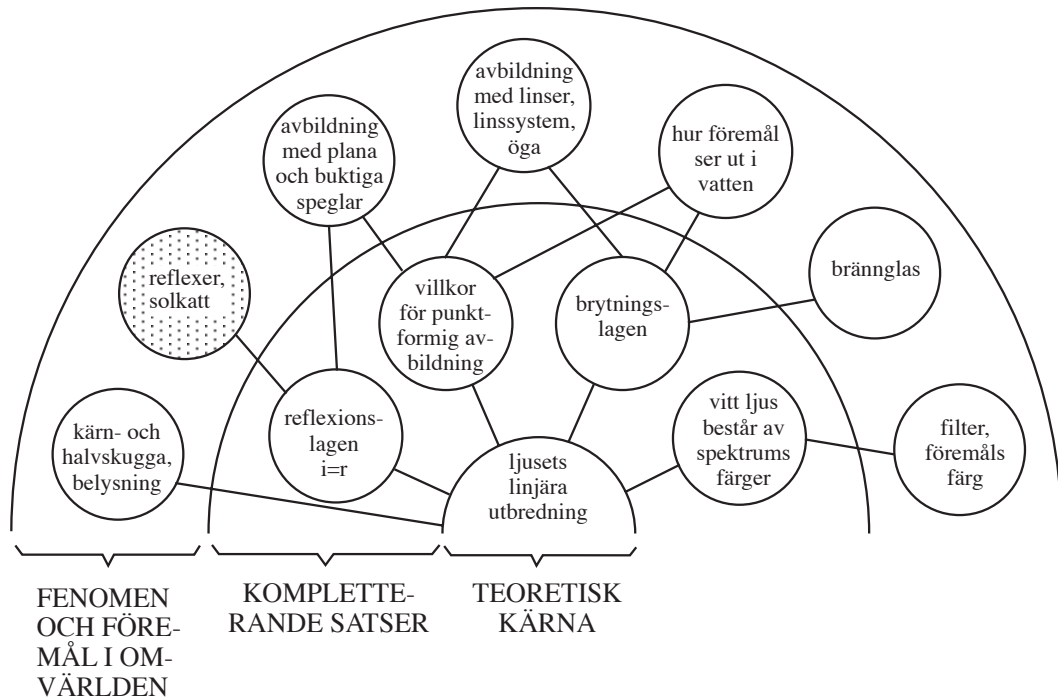
I den nationella utvärderingen 1995 ingick området energi⁴. Undersökningen omfattade bara skolår 9. Följande uppgift var inspirerad av figur 6:

Solen sänder ut mycket energi. En del av den träffar vår jord. Fortsätt följa den energi som träffar vår jord så detaljerat Du kan och så långt Du kan. Skriv ned hur Du tänker!

Svaren visade att den enskilde eleven i allmänhet inte hade särskilt utförlig och detaljerad kunskap om hur energiflödet från solen går vidare genom naturliga och tekniska system.

I vilket teoretiskt mönster ingår processen/systemet?

Ta som exempel reflexer på vatten, i vägmärken och från en fickspegel. Dessa fenomen kan upplevas som intressanta händelser i sig, men också fogas in i ett teoretiskt mönster, nämligen geometrisk optik. En framställning av detta mönster ges i figur 7.



Figur 7. En framställning av den geometriska optikens struktur

Det teoretiska mönstret kan sägas ha en kärna, nämligen idén om ljusstrålar som går rakt. Denna idé finns som ett inslag i allt som har med geometrisk optik att göra. Nästa skikt i mönstret är några teoretiska satser, som alla bygger på att ljusstrålar går rakt i ett givet medium, nämligen reflexions- och brytningslagarna, villkoren för punktformig avbildning samt ljusets uppdelning i färger. Dessa satser berikar teorin och gör det möjligt att förstå och förklara fenomen i omvärlden såsom spegelbilder, avbildning med linser, föremåls färg mm. Det yttersta skiktet i figur 7 är den upplevda världens föremål och fenomen.

Tänk för ett ögonblick att den i figur 7 särskilt markerade cirkeln 'reflexer, solkatt' är för sig själv. Ingenting annat finns på bilden. Jämför detta med att samma cirkel är inordnad i det stora mönstret. Reflektera över vad skillnaden innebär!

Det finns en hel del intressanta och spännande teorier som ingår i skolans undervisning och som kan skapa sammanhang...

FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



Värden och värderingar

Anta att en undersökning visar att pH-värdet för en sjö har sänkts från 7 till 4. Denna information kan fogas in i kunskaper om sjöns flora och fauna och ge underlag för förutsägelser om vad som kan komma att hända med olika arter. Men den kan också kopplas till olika värden och värderingar. Någon har vördnad för allt liv som en central värdegrund, och anser att kalkning därför måste sättas in omedelbart och med kraft. En annan menar att förändringar av miljön och därav orsakade skador på organismer är något naturligt och att därför det låga pH-värdet inte är något att bekymra sig över.

Ett annat exempel är användning av genteknik. En person kanske har som en hörnsten i sin värdegrund att Gud skapat naturen. Hon tycker därför att människan inte skall blanda sig i denna skapelse och avvisar genetisk forskning. En annan ser möjligheter att bota sjukdomar och få fram grödor som ger förbättrad avkastning.

Värden och värderingar är ett möjligt sammanhang i vilket naturvetenskapligt kunnande kan sättas in. Allt passar inte lika bra. Det känns t. ex. onödigt pressat att diskutera värderingsaspekter på atomens existens och Ohms lag. Genteknisk forskning och miljöförändringar passar däremot bättre.

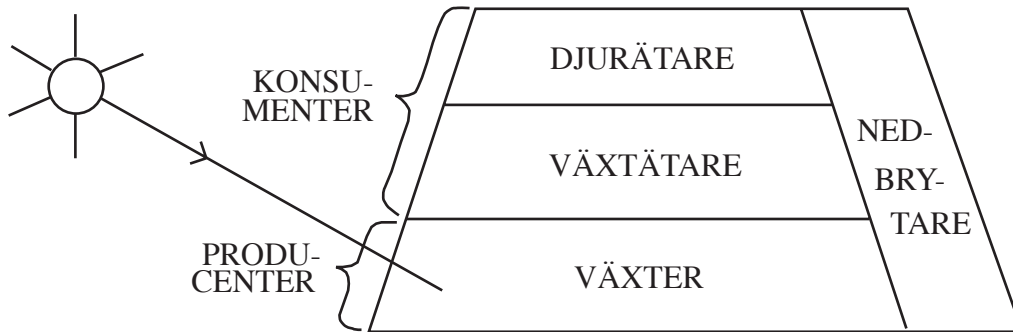
FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



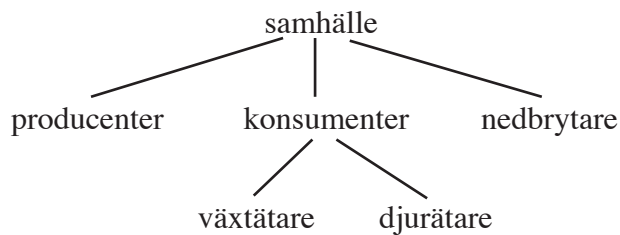
Sammanhang är sällan renodlade

De sammanhang som beskrivits är i praktiken inte är så renodlade som det måhända har verkat. Betrakta modellen av ett biologiskt samhälle i figur 8.



Figur 8. Modell av ett samhälle

Denna modell rymmer ett kategorisystem:



Figur 9. Kategorisystem för ett biologiskt samhälle

Modellen rymmer tidsaspekter, t. ex.: Först växer växterna upp, sedan äts de av växtätarna och därefter äts växtätarna av djurätarna.

Modellen innehåller energikedjor: sol \longrightarrow växt \longrightarrow växtätare \longrightarrow djurätare

Vidare kommer materieflöden in i bilden, se figur 5!

ETT LÄSFÖRSLAG

Andersson, B. (1994) *Om kunskapande genom integration* (NA-SPEKTRUM, nr 10). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst för ämnesdidaktik.

NOTER

1. Andersson, B., Emanuelsson, J., & Zetterqvist, A. (1993). *Nationell utvärdering - åk 9: Vad kan eleverna om materia?* (Rapport NA-SPEKTRUM, Nr 5). Göteborg: Göteborgs universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.
2. Se not 1
3. Andersson, B., Kärrqvist, C., Löfstedt, A., Oscarsson, V. & Wallin, A. (1999) *Nationell utvärdering 98 – tema 'Tillståndet i världen'* (NA-SPEKTRUM, nr 21). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst för pedagogik och didaktik.
4. Andersson, B., Bach, F., & Zetterqvist, A. (1996) *Nationell utvärdering 95 - åk 9. Energi i natur och samhälle* (NA-SPEKTRUM, nr 18). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst för ämnesdidaktik.

BILAGA
FOTOSYNTESEN I OLIKA SAMMANHANG

FOTOSYNTESEN



I denna bilaga redovisas hur vi själva funderat när det gäller att sätta in fotosyntesen i de olika sammanhang som beskrivits.

Var i omvärlden finns processen/systemet?

Kanske tycker läsaren att det är en i det närmaste trivial uppgift att ange var i omvärlden som fotosyntes sker. Men resultaten av en uppgift som gavs i den nationella utvärderingen 1992 tyder snarast på motsatsen.

Var kan fotosyntes ske? Om Du anser att fotosyntes kan ske i ett björklöv så kryssar Du i JA. Om Du anser att fotosyntes inte kan ske i ett björklöv, så kryssar Du i NEJ. Fortsätt på samma sätt med resten av listan!

	<i>JA</i>	<i>NEJ</i>		<i>JA</i>	<i>NEJ</i>
<i>björklöv</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>granbarr</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>björnmossa</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>kantarell</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>granrot</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>kaktus</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>maskrosblad</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>tallbark</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hur eleverna svarade framgår av tabellen nedan.

Tabell. Procentuella andelen elever som anser att fotosyntes sker i olika system (skolår 9, n=3100)

system	%	system	%
björklöv	85	granbarr	61
maskrosblad	84	kantarell	42
kaktus	67	tallbark	34
björnmossa	61	granrot	26

Det är 14% som har alla rätt

Björklöv (85%) och maskrosblad (84%) toppar listan av elevförslag till var fotosyntes sker. Kanske beror detta på en tradition att ta 'det gröna bladet' som exempel då fotosyntesen introduceras och reds ut. Betydligt färre svarar att fotosyntes äger rum i kaktus (67%), björnmossa (61%) och granbarr (61%). Vi noterar att fotosyntes i barr är basen för en av våra stora nationaltillgångar, nämligen barrskog. Vi tycker det hör till modern allmänbildning att ganska väl känna till var i omvärlden som fotosyntes sker.

Fotosyntes finns i alla celler med klorofyll eller andra pigment med liknande funktion, dvs. fotosyntes sker i alla gröna växter, blågröna bakterier, andra bakterier, encelliga och flercelliga alger.

När i tiden finns processen/systemet?

Här har vi placerat in fotosyntesen i olika tidsskalor:

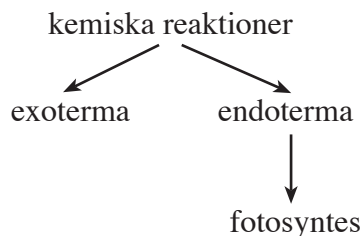
DYGN: Fotosyntes sker på dagen men inte på natten

ÅR: På våra breddgrader sker fotosyntes i betydligt större utsträckning på sommaren än på vintern.

BIOLOGISK TID: Fotosyntes har ägt rum på vårt klot i åtminstone tre miljarder år.

I vilket kategorisystem ingår organismen, objektet, systemet, processen?

Vi placerade in fotosyntesen i följande kategorisystem:



På vilken organisationsnivå utspelar sig processen/finns systemet?

Om man utgår från de organisationsnivåer som tidigare getts som exempel, nämligen

atom → molekyl → makromolekyl → organell →
 cell → vävnad → organ → organsystem → organism

så inser man att fotosyntesen kan betraktas på ganska många nivåer.

Då man skriver en kemisk formel för processen så befinner man sig exempelvis på nivåerna 'atom' och 'molekyl'. Då man talar om hur en växt utbyter gaser med

omgivningen är nivån 'organism' aktuell. Man kan också gå upp på nivån 'biosfär' och notera att växternas samlade fotosyntes på sommaren gör att koldioxidhalten i atmosfären minskar.

Det är önskvärt att eleverna i tanken kan röra sig mellan olika organisationsnivåer, eftersom detta kan ge fördjupad förståelse.

I vilken orsakskedja eller -väv ingår processen/systemet?

Eftersom vi gillar potatis gjorde vi följande orsakskedja:

fotosyntes i potatisblast – > potatisknölarna växer – >skörd och tillredning –> vi äter potatis och får energi

I vilket flöde av materia ingår processen/systemet?

Här tänkte vi på en syreatom som, till följd av fotosyntesen, lämnar en växt som en del av en syremolekyl. $[\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2]$. Efter en tid i atmosfären deltar syremolekylen i ett djurs respiration, vilket resulterar i att 'vår' syreatom lämnar djuret via utandning som en del i en vattenmolekyl. $[(\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}]$. Vattenmolekylen förflyttas högre och högre upp, fångas in av andra vattenmolekyler och bildar en droppe, som är en del av ett moln. Droppen blir till slut så stor att den faller som regn över ett fält. Vattenmolekylen tas då upp av rötterna på en växt och deltar i växtens fotosyntes. Via denna återfinns vår syreatom ånyo som en del av en syremolekyl i atmosfären.

I vilket energiflöde ingår processen/systemet

Här tyckte vi att vi inte kunde åstadkomma något bättre än figur 6. Därför hänvisar vi helt enkelt till den.

I vilket teoretiskt mönster ingår processen/systemet?

Fotosyntesen kan sägas ingå i flera teoretiska mönster. Ett är allmän kemisk teori (massans bevarande, periodiska systemet och kemisk bindning). Ett annat är termodynamik (energins bevarande, entropi).

Värden och värderingar

Eftersom vi värdesätter livet hyser vi stor uppskattning av fotosyntesen. Vi tycker att man borde inrätta en flaggdag för fotosyntesen för att markera vårt totala beroende av denna cirka tre miljarder år gamla process!

Översikt av enheter i projektet *NORDLAB-SE* (15 okt 2003)

Naturvetenskapens karaktär

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Naturvetenskapens innehåll

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik

- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme

- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

Naturvetenskapen i samhället

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>