

ÄMNESDIDAKTIK I PRAKTIKEN –  
NYA VÄGAR FÖR UNDERVISNING I NATURVETENSKAP  
NR 1, OKTOBER 2003

---

ATT FÖRSTÅ OCH ANVÄNDA  
NATURVETENSKAPEN  
sju 'workshops'

Björn Andersson, Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson,  
Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

---

Enheten för ämnesdidaktik,  
Institutionen för pedagogik och didaktik  
Göteborgs universitet, Box 300, SE-40530 GÖTEBORG  
ISSN 1651-9531, Redaktör: Björn Andersson

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



# INNEHÅLL

FÖRORD	7
OM PROJEKTET NORDLAB	8
OM PROJEKTET NORDLAB-SE	9

## *WORKSHOP 1*

### *ELEVERS OCH NATURVETARES*

#### *TÄNKANDE – LIKHETER OCH SKILLNADER*

ELEV TÄNKANDE OM KOKNING	13
Beror koktemperaturen av koktiden?	13
Beror koktemperaturen av plattans inställning?	15
ELEV TÄNKANDE OM BIOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR	16
Insektsmedlet och myggorna	16
Kaninerna och viruset	17
UPPTÄCKT ELLER SKAPELSE? FEM FRÅGOR OM NATURVETENSKAPEN	19
KUNNANDE – EN RELATION MELLAN INDIVID OCH OMVÄRLD	22
Kommer kunskapen utifrån?	22
Observationer är kunskapsberoende	23
Förutsägelser och förklaringar kan vara öppningar till elevernas teorier	26
FÖR DIG SOM VILL VETA MERA	28
NOTER OCH REFERENSER	28
BILAGA: Beror koktemperaturen av plattans inställning?	29

## *WORKSHOP 2*

### *SYSTEM, VARIABEL OCH*

#### *KONTROLLEXPERIMENT –*

#### *TRE REDSKAP FÖR VETGIRIGHET*

ETT EXPERIMENT MED MJÖLBAGGELARVER – HUR TÄNKER ELEVERNA?	33
VARIABLER, KONTROLLEXPERIMENT OCH TEORIER	36
SYSTEM OCH TEORIER	37
ELEVERS EXPERIMENT KAN GE LEDTRÅDAR TILL DERAS 'TEORIER'	39
SKOLEXPERIMENT PÅ NYTT SÄTT?	41
NOTER OCH REFERENSER	43

*WORKSHOP 3*  
*GRÖNSKANDE ÄR*  
*NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!*

EN PARTIKELTEORI OM LUFT	47
Tre händelser i vardagslivet	47
Teorin presenteras och exemplifieras	48
Teorin används	51
NÅGRA REFLEXIONER	54
Teoretisk integration	54
Grönskande är naturvetenskapliga teorier!	55
HUR TÄNKER ELEVERNA OM PARTIKLAR, LUFT OCH ANDRA GASER?	56
Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering	56
ORIENTERING OM FORSKNINGSRISULTAT	60
Luft och andra gaser	60
Atomer, molekyler och partikelsystem	61
MER TEORI I SKOLAN?	63
FÖR DIG SOM VILL VETA MERA	63
NOTER OCH REFERENSER	64
BILAGA: Några frågor om luft	65

*WORKSHOP 4*  
*ENERGIFLÖDET GENOM*  
*NATUREN OCH SAMHÄLLET*

ENERGIFLÖDET PÅ JORDEN	71
ENERGIFLÖDETS HISTORIA	73
Energiflödet fram till jordbrukets början	73
Energiflödet i slutet av medeltiden	73
Den industriella revolutionen	74
Nutiden	75
MÄNNISKANS BIOLOGISKA ENERGIOMSÄTTNING	79
ÄR ENERGI FLÖDET GENOM SAMHÄLLET RÄTTVIST FÖRDELAT?	80
VAD VET ELEVERNA OM ENERGI FLÖDET PÅ VÅRT KLOT?	82
Att följa energin från solen	82
Fossil- och kärnenergi – vilka proportioner?	84
ENERGIFLÖDET I FRAMTIDEN	86
ENERGIFLÖDET OCH SKOLANS ÄMNEN	88
NOTER OCH REFERENSER	89
BILAGA: Beräkningar	92

*WORKSHOP 5*  
*VÄXTHUSEFFEKTEN,*  
*TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET*

HUR ELEVER FÖRKLARAR VÄXTHUSEFFEKTEN	101
ANALYS AV ELEVSVAR	103
Växthuseffekten och växthusgaser	103
Sex förklaringskategorier	104
Växthuseffekten eller dess förstärkning?	105
Undervisningsmöjligheter	105
HUR STORA BÖR UTSLÄPP AV KOLDIOXID VARA FÖR I- OCH U-LÄNDER?	107
Tre uppgifter	107
Elevernas svar	109
FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER	112
ATT FUNDERA ÖVER DATA OM KOLDIOXID-UTSLÄPP FRÅN OLIKA LÄNDER	116
NOTER OCH REFERENSER	121

*WORKSHOP 6*  
*NATUR OCH MORAL –*  
*INTEGRATION ELLER SEPARATION?*

LÖVGRODAN I SÖDRA SKÅNE	125
PÅSTÅENDEN I MILJÖDEBATTEN – VILKA HAR VETENSKAPLIGT STÖD?	126
LÖVGRODAN IGEN!	127
FRÅGOR OM NATUR OCH MORAL	127
EN TILLBAKABLICK PÅ HISTORIEN	130
Medeltiden: ett sammanhängande orienteringssystem	130
Nya tidens början: religion och naturvetenskap i samklang	130
Evolutionsteorin: naturvetenskapen och Gud skiljs åt	131
Evolutionsteorin och ekosystem	131
SKOLANS ROLL?	132
MED EKOLOGI SOM LOCKBETE (ARTIKEL AV TORBJÖRN FAGERSTRÖM)	133
LÄSTIPS	137
NOTER	138
BILAGA: Faktablad om lövgrodan	139

*WORKSHOP 7*  
*VAD KAN MAN GÖRA*  
*MED SKOLKUNSKAPER?*  
*OM ATT SÄTTA IN I SAMMANHANG*

TRE INLEDANDE UPPGIFTER	145
ATT SÄTTA IN KUNSKAPER I SAMMANHANG – NÅGRA MÖJLIGHETER	146
Var i omvärlden finns processen/systemet?	147
När i tiden finns processen/systemet?	148
I vilket kategorisystem ingår organismen, objektet, systemet, processen?	149
På vilken organisationsnivå utspelar sig processen/finns systemet?	150
I vilken orsakskedja eller -väv ingår processen/systemet?	151
I vilket flöde av materia ingår processen/systemet?	153
I vilket energiflöde ingår processen/systemet	154
I vilket teoretiskt mönster ingår processen/systemet?	156
Värden och värderingar	157
Sammanhang är sällan renodlade	158
ETT LÄSFÖRSLAG	159
NOTER	159
BILAGA: Fotosyntesen i olika sammanhang	160
KOMMENTARER TILL VISSA UPPGIFTER I WORKSHOP 1-5	163

## FÖRORD

Ärade läsare!

Du har nu framför dig ett nummer av skriftserien 'Ämnesdidaktik i praktiken – nya vägar för undervisning i naturvetenskap'. Dess hemvist är Enheten för ämnesdidaktik vid Institutionen för pedagogik och didaktik. Närmare bestämt är det lärare och forskare vid avdelningen för naturvetenskap som står bakom den nya serien, som är en fortsättning på de tidigare 'Elevperspektiv' och 'Naspektrum'. Huvudambitionen är att lämna bidrag till utveckling av naturvetenskaplig undervisning och lärarutbildning i Sverige. Vi vill förbättra lärarnas möjligheter att bedriva en undervisning som är intresseväckande, intellektuellt utmanande men begriplig och som leder till varaktiga kunskaper. Vi bedömer att den ämnesdidaktiska forskningen har goda möjligheter att göra detta under förutsättning att dess resultat på olika sätt omsätts i praktiken. Det har hittills varit lite så och så med den saken, och därför hoppas vi att 'Ämnesdidaktik i praktiken' skall göra forskningsresultat både intressanta och användbara för praktiserande lärare och lärarutbildare.

Men titeln 'Ämnesdidaktik i praktiken' uttrycker inte bara att forskningsresultat omsätts i undervisning. Ämnesdidaktiskt kunnande skapas också av läraren i hans/hennes praktik. Vi betraktar de båda sammanhangen för kunskapsbildning som komplementära. Yrkespraktik och vetenskap kan med andra ord stödja varandra, och vi strävar därför efter utbyte och samverkan.

Vi inleder med att som första fyra nummer i serien publicera de 23 'workshops' som utvecklats av projektet NORDLAB-SE.

Möln dal i oktober 2003

Björn Andersson  
redaktör

## *OM PROJEKTET NORDLAB*

De sju 'workshops', som ingår i detta häfte, har utvecklats inom projektet NORDLAB. Detta projekt, som nu är på väg att avslutas, har gått 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 centrala 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 sammordiska delar.

NORDLAB har letts 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, studiecirkel 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)

För vidare information om de olika delprojekten, se <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) har finansierats av Utbildningsdepartementet och Skolverket. NORDLAB-SE har en nordisk kontaktgrupp:

Albert Chr. Paulsen (DK)  
 Irmeli Palmberg (FI)  
 Stefan Bergmann (IS)  
 Anders Isnes (NO)

Det svenska delprojektet har genomförts av Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin och Ann Zetterqvist.



## 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/workshoppedeltagaren 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. Sju ingår i detta häfte. 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>



*WORKSHOP 1*

*ELEVERS OCH NATURVETARES  
TÄNKANDE – LIKHETER OCH  
SKILLNADER*



---

## *ELEVERS OCH NATURVETARES TÄNKANDE – LIKHETER OCH SKILLNADER*

---

Ett sätt att få en uppfattning om hur elever tänker är att analysera deras svar på olika problem. Hur detta kan gå till visas med två övningar som inleder denna workshop. Den ena gäller fysik, den andra biologi. En tredje övning går ut på att fundera över om naturvetenskapens begrepp, lagar och teorier upptäcks eller skapas. De genomförda övningarna kopplas sedan till insikten att observationer, förutsägelser och förklaringar beror av individens begrepp och teorier. I detta avseende är naturvetares och elevers tänkande lika. Däremot är det betydande skillnader mellan de två grupperna när det gäller vilka begrepp och teorier om naturvetenskapliga företeelser som används. Konsekvenser av detta för undervisningen diskuteras.

### *ELEV TÄNKANDE OM KOKNING*

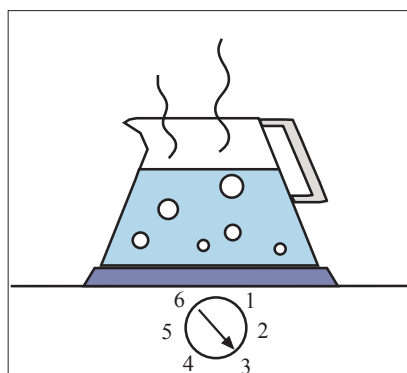
*Beror koktemperaturen av koktiden?*

Följande problem har getts till svenska elever i åldern 12 - 16 år<sup>1</sup>:

Ett kärl med vatten placeras på en elektrisk platta, som sätts på trean. Efter fem minuter börjar vattnet koka. Man mäter då temperaturen på vattnet. Termometern visar +100 °C. Plattan får fortsätta att stå på trean. Vattnet fortsätter att koka. Vad visar termometern efter fem minuters kokning?

- mindre än +100 °C
- lika med +100 °C
- mer än +100 °C

Förklara ditt svar!



Här följer ett antal elevsvar:

1. Mer än 100 °C. När man låter kastrullen stå kvar måste den bli varmare.
2. Lika med 100 °C. Den står på trean hela tiden, och då måste det bli samma temperatur.
3. Lika med 100 °C. Vattnet kan ej bli mer än 100.
4. Lika med 100 °C. Den stod på samma platta och samma kanal.
5. Lika med 100 °C. Det spelar väl ingen roll hur länge det står.
6. Mer än 100 °C. Det kokar fem minuter till.
7. Lika med 100 °C. Den står på samma temperatur hela tiden, och då blir det samma hela tiden.
8. Mer än 100 °C. Eftersom det får stå länge på plattan, så har det sin egen temperatur från plattan.
9. Lika med 100 °C. Kokande vatten kan inte bli varmare, hur mycket det än kokar.
10. Lika med 100 °C. Så länge vatten kokar, så länge är det 100 °C.
11. Lika med 100 °C. Eftersom kokplattan står på trean, så kan den ju inte bli varmare, när den väl har börjat koka, så har ju vattnet nått sin max-temperatur.
12. Mer än 100 °C. När plattan varit på en längre stund, blir temperaturen högre.
13. Lika med 100 °C. Det beror på hur stark strömstyrkan är i plattan, och trean brukar ligga på hundra grader (på vår spis).
14. Lika med 100 °C. Vattnets kokpunkt är 100 °C. När vattnet fortsätter att koka, måste temperaturen vara densamma.
15. Mer än 100 °C. Eftersom det står på 3:an, så går den så småningom upp till 300 grader.
16. Lika med 100 °C. Vattnet är ju redan vid 100 grader Celcius då kan det inte bli mer än + 100 °C och så småningom kommer det att koka bort och försvinna som ånga.

### *UPPGIFT 1*

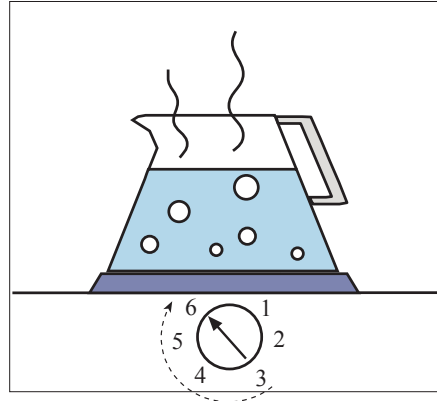
Försök att gruppera de sexton svaren i några kategorier. Beskriv det tänkande som du anser utmärker respektive kategori!

*Beror koktemperaturen av plattans inställning?*

Följande problem har getts till svenska elever i åldern 12 - 16 år<sup>2</sup>:

Ett kärl med vatten placeras på en kokplatta, som sätts på trean. Efter en stund börjar vattnet koka. Man mäter då vattnets temperatur. Den är +100 °C. Plattan sätts därefter på sexan, som är den högsta inställningen. Vad händer med temperaturen efter det att plattan sätts på sexan?

- den börjar sjunka under +100 °C  
 den håller sig kvar på +100 °C  
 den börjar stiga över +100 °C



Förklara ditt svar!

**UPPGIFT 2**

1. Använd de insikter i elevers tänkande som du fått då du studerat svaren på det första kokproblemet till att förutsäga vad elever i motsvarande ålder svarar på det andra.
2. Undersök om möjligt om dina förutsägelser stämmer med verkligheten genom att ge det andra kokproblemet till en klass. Ta i så fall med det första kokproblemet på samma gång. (Som jämförelse finns vissa resultat från en tidigare gjord studie i bilagan.)
3. Jämför det som skolan försöker lära ut om kokning med elevernas svar. Hur vill du beskriva de skillnader som finns?

## *ELEV TÄNKANDE OM BIOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR*

### *Insektsmedlet och myggorna*

I en undersökning gavs följande problem till förstaårsstuderande i medicin vid ett universitet i Australien<sup>3</sup>:

När insektsmedel i sprayflaskor började säljas var de mycket effektiva när det gällde att ta död på flugor och myggor. Men tjugu år senare var det en mycket mindre andel av de besprutade insekterna som dog. Förklara hur detta kan komma sig!

Här följer fyra exempel på elevsvar:

- 1 Insekter som fick en dos som inte var dödlig producerade antikroppar mot insektsmedlet, vilka fördes vidare till deras avkomma. Alltså har närvaron av, eller förmågan att producera, antikroppar ökat från generation till generation.
- 2 För tjugu år sedan fanns det muterade insekter som inte dödades av insektsmedel. Fast en stor andel av insekterna dödades var det därför några få individer som höll sig vid liv och inte påverkades. Dessa förökade sig snabbt och deras genmutation överfördes till avkomman. I dag utgör därför dessa mutanter en mycket större andel av flugpopulationen än de gjorde för tjugu år sedan.
- 3 En mutation har utvecklats till följd av tidigare sprayande, och denna är motståndskraftig mot insektsmedel.
- 4 Genom en process av naturligt urval. De immuna insekterna förökar sig därför att deras uppsättning av gener skiljer sig från den som de samtidigt döda har, antingen på grund av att en mutant gen eller på grund av att en recessiv gen, som ger immunitet, blir dominant.



### *Kaninerna och viruset*

I den nyss nämnda undersökningen ingick också följande problem<sup>4</sup>:

Förra århundradet infördes kaniner till Australien från England. De förökade sig och spred sig snabbt, vilket ledde till svåra skördeskador. I ett försök att reducera antalet kaniner infördes på landsbygden en stam myxomatosisvirus, som orsakade en dödlig sjukdom hos kaninerna. Till att börja med dog tusentals kaniner. Men flera år senare hade populationen nått en alarmerande storlek igen. Myxomatosisvirus fanns fortfarande, men när det isolerades fann man att det var en mild stam som gav upphov till en icke dödlig sjukdom. Formulera en hypotes som försöker förklara dessa observationer!

Här följer fyra exempel på elevsvar:

- 1 Kaninerna förökade sig genom åren (i en oroande takt) och det ursprungliga viruset blev mindre och mindre dödligt för varje generation. Alltså blev viruset mildare och mildare för varje generation och kaninerna blev immuna mot det och därför ökade deras antal till det ursprungliga igen. Kanske antibiotika i kaninernas system reducerade viruset till en mild sort tills dess effekter inte var dödliga, på ett adaptivt sätt.
- 2 Dessa observationer illustrerar att viruset fick varierande motstånd från kaninerna. Kaniner som inte hade något motstånd dog, förökade sig inte och överförde inte sina gener. Men kaniner med motstånd besegrade viruset, förökade sig, och på så sätt överfördes motståndsgenen till nästa generation, vilket visar de mest lämpligas överlevnad (the survival of the fittest).
- 3 Till att börja med så var kaninerna inte motståndskraftiga mot viruset, så många dog - men senare byggdes ett motstånd upp av kaninerna för att bekämpa viruset.
- 4 Kaninpopulationer som råkade ut för det ursprungliga viruset dog, men enstaka kaniner som bara råkade ut för en muterad form (av viruset) blev kvar. Det var de kaniner som på grund av slumpen hade mest motstånd mot viruset och som råkade ut för det svaga viruset, som överlevde.

### *UPPGIFT 3*

1. Vilka svar på de båda uppgifterna anser du vara naturvetenskapligt acceptabla, och vilka är det inte?
2. Hur skulle du vilja karaktärisera elevernas sätt att resonera i de svar som inte är naturvetenskapligt acceptabla?

### *UPPGIFT 4*

Den som gjorde undersökningen i vilken de två nu redovisade problemen ingick införde två huvudkategorier för att karaktärisera hur eleverna tänker:

#### A. Lamarckism

Individer kan under sin livstid påverkas så att de utvecklar nya egenskaper. Dessa ärvs vidare till nya generationer.

#### B. Darwinism

Selektion genom naturligt urval. Individer med egenskaper som är till fördel i en viss miljö har större reproduktiv framgång än individer som inte har dessa egenskaper i lika hög grad.

Vad anser du om dessa kategorier och beteckningarna ('lamarckism' och 'darwinism') som de fått?

## *UPPTÄCKT ELLER SKAPELSE? FEM FRÅGOR OM NATURVETENSKAPEN*

Besvara följande fem frågor och skriv ner hur du tänker för var och en av dem!

### **Fråga 1**

A och B diskuterar.

A: Observationer säger något om hur världen som sådan är, oberoende av vem som observerar.

B: Observationer är från början beroende av den teori som observatören har om det observerade (vardaglig 'teori' eller vetenskaplig teori).

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

### **Fråga 2**

A och B diskuterar.

A: En naturlag (t. ex. gravitationslagen eller ärftlighetslagarna) är något som människan skapar. Lagen beskriver naturen.

B: En naturlag (t. ex. gravitationslagen eller ärftlighetslagarna) är något man upptäcker då man observerar naturen mycket noga. Lagen finns så att säga i naturen.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 3**

A och B diskuterar

A: En naturvetenskaplig teori är något som människan skapar. Teorin är ett sätt att förstå naturen.

B: En naturvetenskaplig teori är något man upptäcker då man observerar naturen mycket noga. Den utsäger hur naturen verkligen är.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 4**

A och B diskuterar

A: Arbetet med att få fram en naturvetenskaplig teori börjar med mycket noggranna observationer, mätningar och kontrollerade experiment. Resultaten ordnas sedan och till sist får man fram en naturvetenskaplig teori.

B: Nej, så går det inte till. Arbetet börjar med teoretiska idéer, som prövas genom att observationer, mätningar och kontrollerade experiment görs. Detta leder i sin tur till att de teoretiska idéerna utvecklas och prövas på nytt.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 5**

A och B diskuterar

A: Carl von Linné var ett stort geni. På basis av många observationer ordnade han växtriket så som det faktiskt är.

B: Jag håller med om att Carl von Linné var ett stort geni. Han ordnade växtriket på ett begripligt sätt. Men ordningen är inte given i naturen. Den skapades av honom då han iakttog naturen. Därför finns det i princip andra möjligheter att ordna växtriket.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

FRÅGA 1-5 BELYSES PÅ OLIKA SÄTT I DEN FORTSATTA  
FRAMSTÄLLNINGEN.

## *KUNNANDE – EN RELATION MELLAN INDIVID OCH OMVÄRLD*

Låt oss nu sätta in de genomförda övningarna i ett större sammanhang, nämligen frågan om vilka egenskaper kunskapsrelationen mellan individ och omvärld har. Kunskap uppfattas i detta sammanhang som ett mycket vitt begrepp som innefattar perception, förutsägelser och förklaringar.

### *Kommer kunskapen utifrån?*

Den som funderar över rubrikens fråga utifrån sina dagliga erfarenheter kanske resonerar så här: I det dagliga livet läser vi tidningar, tittar på TV, pratar med folk och iakttar föremål och händelser. Vi upplever att detta ger oss mycket, att vi får kunskaper. Det ligger därför nära till hands att tänka sig, att källan till kunskaper är text, bild, människor och omvärld. Därifrån överförs kunskaperna till oss, bara vi öppnar våra sinnen för att ta emot dem.

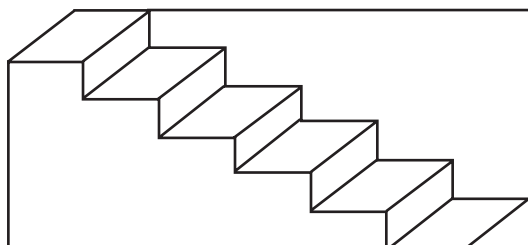
Vid närmare eftertanke kanske ett visst tvivel smyger sig på – så lätt går det ju inte att få kunskap, även om sinnena är aldrig så öppna. Modellen av lärande kanske är för enkel. Något mer utvecklat behövs. Ett fortsatt resonemang kanske låter så här: Grunden för vår kunskap är erfarenheter via våra sinnen, som fungerar som objektiva registreringsorgan, ungefär som en kamera som tar fotografier eller en bandspelare som spelar in ljud. På dessa sanna kunskaper kan man med hjälp av tänkande bygga tillförlitliga generaliseringar. Sinnena observerar t. ex. att solen går upp under en rad skiftande betingelser. Någon form av inre sinne kan då, från många minnesbilder, göra generaliseringen att solen alltid går upp. På ett likartat sätt bildas begrepp. Synsinnet registrerar t. ex. ett antal björkar, som lagras som mentala bilder. Det inre sinnet ser likheten och kan bilda begreppet björk. Den ursprungliga kunskapskällan är i den utvecklade modellen fortfarande omvärlden. Eftersom sinnena fungerar objektivt så vilar kunskapen på sanna fakta.

Detta synsätt medför att det är viktigt att eleven gör konkreta erfarenheter. Genom att observera, undersöka och pröva får han eller hon sann kunskap som grund för begreppsbildning och andra generaliseringar. Har man gott om tid kan eleverna ges stor frihet för egna undersökningar, vilka kan leda till att de tänker ut egna generaliseringar. Men om tiden är knapp kanske läraren gör demonstrationer eller låter eleverna arbeta i laboratoriet enligt noggrant utformade instruktioner, som relativt snabbt leder till att vissa observationer kan göras. Läraren kan också hjälpa eleverna genom att berätta om generaliseringar och andra lagbundenheter.

Det finns ett passivt drag i denna syn på hur människan får kunskap. Kunskapen har sitt ursprung i omvärlden. Första steget i lärandet är att egenskaper och förlopp registreras av sinnesorganen. Det finns med andra ord kunskap i de studerade systemen, i demonstrationsexperimenten, i figurerna på tavlan, i lärobokens text. Om eleverna är öppna kan de ta den till sig.

### *Observationer är kunskapsberoende*

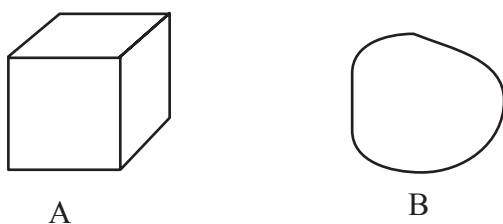
Det finns en hel del iakttagelser och experiment som tyder på att den nyss beskrivna modellen av hur vi får kunskap inte riktigt stämmer överens med verkligheten. Exempelvis kan man ifrågasätta hur sanna och objektiva observationer egentligen är. Betrakta figur 1!



Figur 1. Trappa under- eller ovanifrån?

En del personer ser denna figur som en trappa ovanifrån. Den stiger från höger mot vänster. Andra ser den som en trappa underifrån, som också stiger från höger mot vänster. Men personer helt utan erfarenhet av bilder ser förmodligen bara en tvådimensionell uppsättning av linjer. En och samma verklighet erfars alltså på olika sätt. Erfarenheten beror bl. a. av individens förkunskaper, t. ex. förmåga att uppfatta en bild som tredimensionell.

Låt oss ta ett annat exempel. Läraren uppmanar en elev att titta på ett saltkorn i ett mikroskop och sedan rita det hon ser. Eleven ritat figur 2B. Läraren blir förvånad över detta och tittar själv i mikroskopet. Som han misstänkte är saltkornets form kubisk, som i figur 2A. Konstigt, tänker han. Den här eleven kan ju rita en kub. Varför ser vi så olika saker? Det är ju samma bild som faller på näthinnan....



Figur 2. Två teckningar av ett saltkorn.

Förklaringen är att vi observerar inte bara med våra ögon, utan med hela vårt 'kognitiva system', dvs. allt vårt kunnande. Vår upplevelse av det som finns 'därute' beror inte bara av detta, utan också av det vi har 'inne i vårt huvud'. Läraren är kemist, och vet att NaCl har en kubisk kristallstruktur. Han noterar därför kubiska drag, t. ex. plana sidor och räta vinklar mellan sidorna. Han ignorerar de något runda kanterna och hörnen. Eleven, som vet att hon tittar på ett saltkorn, tänker sig korn som något runt, t. ex. sandkorn och sädeskorn. Hennes "teori" säger alltså att hon tittar på något runt, och hon uppmärksammar därför

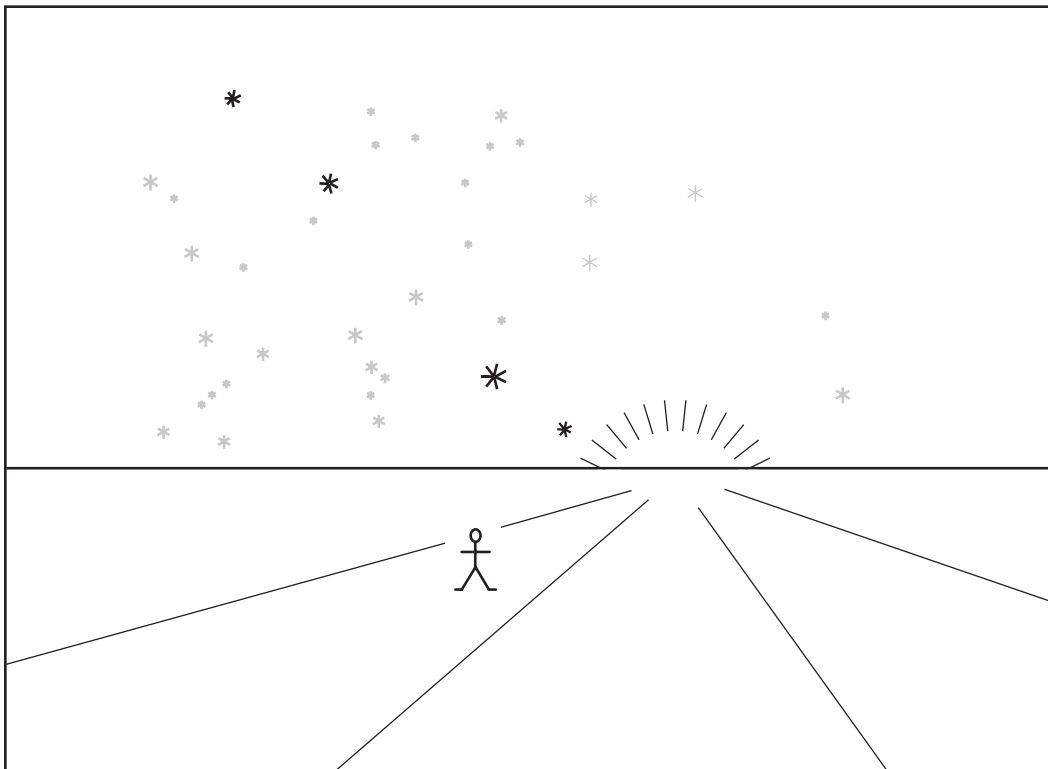
runda kanter och hörn, som finns på saltkorn ur en ströare, men som läraren bortser ifrån.

En persons observationer är alltså inte objektiva och sanna i någon absolut mening, utan påverkade av den 'teori' som han/hon har om det observerade.

Det sagda betyder att den som vill bygga undervisningen på elevens egna iakttagelser, måste bygga på elevens 'teorier', eftersom observation och teori hänger ihop. Det är lätt att glömma detta. Många av våra tankestrukturer är så inarbetade att vi inte märker dem, och då kan det ligga nära till hands att ta för givet att det vi ser också ses av andra.

Även tillsynes självklara observationer rymmer betydande inslag av vardagliga teorier. Den vuxne tittar t. ex. ut genom fönstret och observerar att vinden skakar om trädkronorna. Men det lilla barnet ser att träden ruskar på sig så att det fläktar.

Ännu ett exempel får illustrera att vår varseblivning beror av våra kunskaper. Betrakta figur 3. Den visar en person som betraktar himlen. Solen har just gått ned. De fyra mest framträdande himlakropparna är, räknade i ordning från hori-

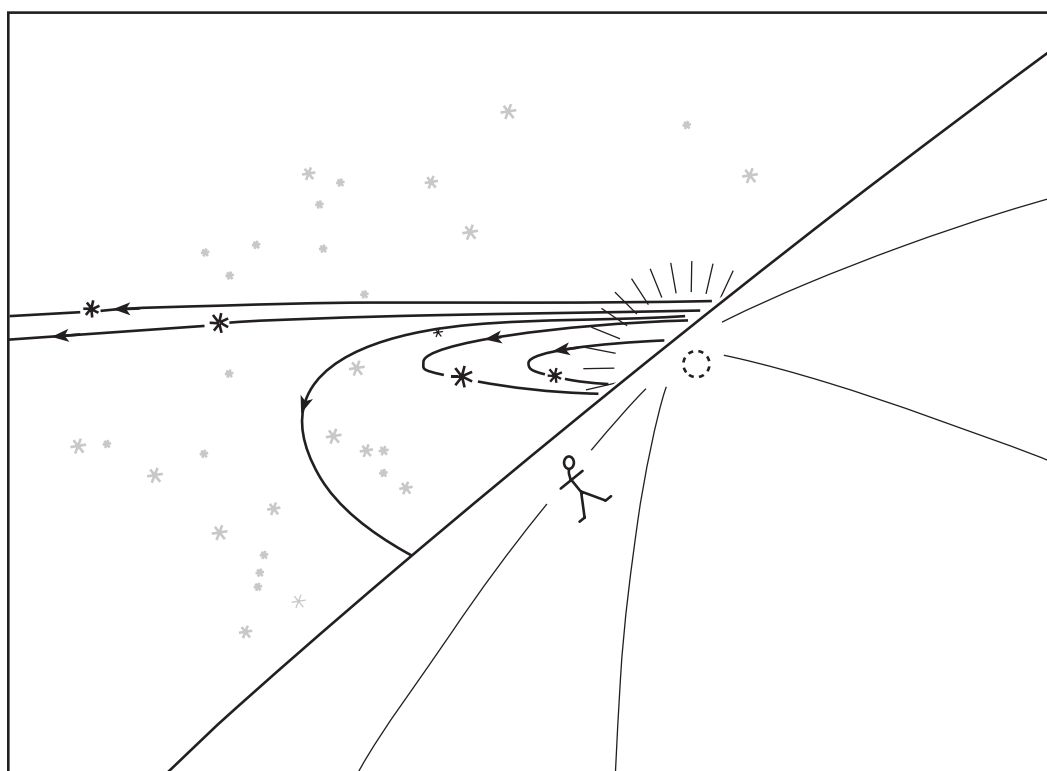


Figur 3. En person betraktar himlen strax efter solnedgången.<sup>5</sup>



sonten, Merkurius, Venus, Jupiter och Saturnus. Vi tänker oss att personen njuter av att se den framväxande natthimlen, men att han inte fäster sig vid olika detaljer, som t. ex. att de fyra planeterna på ett ungefär ligger i linje med varandra och med solen.

En annan person betraktar samma himmel vid samma tidpunkt. Men hon gör det inte bara med allmänna kunskaper, som t. ex. att det är mycket stora avstånd till planeter och stjärnor, utan också med mer detaljerade insikter i planetsystemets byggnad och var planeten Jorden finns i denna struktur. Hon lutar huvudet åt höger så att planeternas banplan blir nästan horisontella i synfältet. Hon själv och den planet hon står på blir för henne en integrerad del av planetsystemet, och hennes upplevelse av natthimlen kan illustreras med figur 4.



Figur 4. Ett annorlunda sätt att se himlen strax efter solnedgången.<sup>6</sup>

Förhoppningsvis är läsaren nu någorlunda övertygad om att observationer är kunskapsberoende. Det vi observerar beror av 'det som finns därute' och 'det som finns i huvudet', dvs. teorier och begrepp. Också attityder, behov och känslor har betydelse, men det lägger vi för tillfället åt sidan i syfte att inte göra diskussionen alltför komplicerad.

Ibland kan det vara så att man helt enkelt inte har en viss teori och därför inte kan se på ett visst sätt. Exempelvis var det omöjligt för människor under antiken att se kvällshimlen så som figur 4 visar, eftersom den nutida modellen av vårt planetsystem inte var formulerad vid denna tid. Men det kan också vara så att man

har en viss teori utan att för tillfället använda den. Exempelvis kanske personen i figur 3 föredrar att helt enkelt njuta av kvällshimlen utan att ha sina moderna kunskaper om planetsystemet 'påkopplade'.

### *Förutsägelser och förklaringar kan vara öppningar till elevernas teorier*

Liksom observationer beror förutsägelser både av den situation som är aktuell och de teorier och andra kunskaper som individen mobiliserar. Därför är förutsägelser en möjlighet att få insyn i hur elever tänker. Svaren på det första kokproblemet illustrerar detta.

En grupp elever anser att temperaturen stiger över +100 °C om man fortsätter att värma på trean. Tanken är rimlig om man inte vet vad kokpunkt innebär. Om utgångstemperaturen varit +70 °C hade förutsägelsen varit korrekt. Kanske är det ett allmänt orsakstänkande som ligger bakom denna typ av svar – fortsatt ansträngning ger ökad effekt. Om man exempelvis fortsätter att gräva en grop blir hålet i marken större och jordhögen bredvid växer.

En annan vanlig orsak-verkanrelation är att ökad ansträngning ger ökad effekt. Om man t. ex. tar i mer då man kastar, så går bollen längre. Tillämpat på kokning av vatten betyder detta att en ändring från trean till sexan medför att temperaturen stiger. Det var 35% av eleverna i åk 9 som vid den nationella utvärderingen 1995 resonerade på detta sätt.<sup>7</sup> Här är några motiveringar, ordagrant återgivna:

- Desto mer värme från plattan desto varmare blir vattnet.
- Den får mer ström och klarar av att få en högre temperatur.
- När man höjer till sexan blir det naturligtvis varmare, varför finns det annars olika siffror på knappen?

En annan 'teori' som elever uppvisar då de försöker lösa det första kokproblemet kan beskrivas som 'Plattans inställning bestämmer temperaturen'. 'Trea brukar ligga på hundra grader (på vår spis)' som en elev uttrycker saken.

Dessa vardagliga teorier står i påfallande kontrast till naturvetenskapens uppfattning om kokpunkt. Fysikläraren tänker sig att koktemperaturen för vatten inte påverkas av plattans inställning och hur länge man värmer. Däremot har lufttrycket betydelse. Vidare uppfattar han/hon kokning som en fasövergång, vilket innebär att orsak-verkanrelationen blir en annan än i vardagstänkandet. Den fortsatta 'ansträngningen' (fem minuter till) leder inte till temperaturhöjning utan till fortsatt förgasning av vattnet. Den ökande 'ansträngningen' (från trean till sexan) leder inte till temperaturhöjning utan snabbare omvandling från vätska till gas. På molekylnivå är det fråga om att ökning av lägesenergin hos ett partikelsystem sker i snabbare takt.

Om läraren ställer frågor liknande de två kokproblemen till elever före undervisning om kokpunkt kan han/hon vänta sig många exempel på det vardagstänkande som nu beskrivits, vilket kan leda till elevexperiment som visar att vardags teorierna inte stämmer med termometeravläsningar. Kanske detta kan göra eleverna både medvetna om sitt eget tänkande och mer intresserade än vanligt av skolans vetenskapliga alternativ. Detta alternativ måste dock vara begripligt för eleverna om någon långsiktig kunskapsbehållning skall uppnås.

Även förklaringar beror av det som skall förklaras och de teorier och andra kunskaper som individen lyckas mobilisera. Därför är också förklaringar en möjlighet att undersöka hur elever tänker. De två biologisexemplen får tjäna som illustration.

Ett gemensamt drag för svar 1 och 3 på respektive problem är att de på ett eller annat sätt uttrycker att förvärvade egenskaper ärvs. Svaren har kategoriserats som 'lamarckistiska'. Ett exempel är att insekter producerar antikroppar mot det bekämpningsmedel som de utsätts för, och dessa antikroppar förs vidare till deras avkomma.

Som framgått är svaren givna av förstaårsstuderande i medicin, dvs. efter biologisk undervisning på gymnasienivå för blivande naturvetare, och förvisso ett tecken på att teorin om naturligt urval inte är levande kunskap hos de studerande. (I själva verket visade det sig i den undersökning från vilken svaren är hämtade, att svar av 'lamarckistisk' typ var betydligt vanligare än 'darwinistiska'.)

Man kan beskriva skillnaden mellan vardagligt/'lamarckistiskt' och vetenskapligt/'darwinistiskt' tänkande på följande sätt. Grunden för det vardagliga tänkandet är en enkel orsaksmekanism. En 'agent' (t. ex. en biocid) påverkar ett 'objekt' (t. ex. en mygga). Detta förändrar dess egenskaper, vilka ärvs vidare. Det vetenskapliga tänkandet är mer komplicerat. Det är fortfarande fråga om en agent (t. ex. en biocid). Men objektet är en population, dvs. en ofta mycket stor samling individer (t. ex. alla myggor i ett område). Egenskaper som motståndskraft varierar i populationen. Många dör, men en del är redan från början resistent. De har därför möjlighet att reproducera sig, vilket betyder att deras egenskaper blir mer frekventa i populationens nästa generation.

Sammanfattningsvis: För såväl elever som naturvetare gäller att varseblivning, förutsägelser och förklaringar beror av de begrepp och teorier som han/hon mobiliserar i givna situationer. I detta avseende finns alltså en likhet mellan de båda grupperna. Men när det gäller vilka begrepp och teorier som respektive grupp använder så är olikheterna betydande. Eleverna tenderar att använda vardagsföreställningar, naturvetarna använder vetenskapliga. Kunskap om elevernas vardagsföreställningar gör det möjligt att locka fram dessa och utmana dem, t. ex. genom invändningar och experiment som strider mot förutsägelser. Detta kan som nämnts göra eleverna både medvetna om sitt eget tänkande och mer intresserade än vanligt av skolans vetenskapliga alternativ. Detta måste dock vara begripligt för eleverna om någon långsiktig kunskapsbehållning skall uppnås.

## *FÖR DIG SOM VILL VETA MERA*

En intressant diskussion om observationers teoriberoende finns i

Chalmers, A. F. (1995). *Vad är vetenskap egentligen?* Nora: Nya Doxa.

Originalutgåvan heter 'What is this thing called science' och utkom 1976. Frågan om observationers teoriberoende behandlas i kapitel 1 tom. 3.

En välskrivna och lättläst diskussion om vad eleverns 'teorier' om världen har för betydelse för den naturvetenskapliga undervisningen är

Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.

## *NOTER*

1. Se Andersson och Renström (1979).
2. Ibid.
3. Elevsvaren på de tre biologiska frågorna är hämtade från en doktorsavhandling av Margaret Brumby. För en orientering om viktiga resultat i denna, se Brumby (1984).
4. Ibid.
5. Bilden är hämtad från Churchland (1979).
6. Ibid.
7. Andersson, Bach och Zetterqvist (1996).

## *REFERENSER*

Andersson, B., & Renström, L. (1979). *Temperatur och värme: kokning*. (Rapport Elevperspektiv nr 3). Mölndal: Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.

Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503

Churchland, P. M. (1979). *Scientific realism and the plasticity of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.

Andersson, B., Bach, F., & Zetterqvist, A. (1996). *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Temperatur och värme*. (Rapport NA-SPEKTRUM nr 18). Mölndal: Institutionen för ämnesdidaktik.

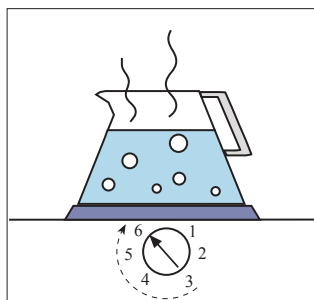
## BILAGA

**BEROR KOKTEMPERATUREN AV PLATTANS INSTÄLLNING?**

Ett kärl med vatten placeras på en kokplatta, som sätts på trean. Efter en stund börjar vattnet koka. Man mäter då vattnets temperatur. Den är +100 °C. Plattan sätts därefter på sexan, som är den högsta inställningen. Vad händer med temperaturen efter det att plattan sätts på sexan?

- den börjar sjunka under +100 °C  
 den håller sig kvar på +100 °C  
 den börjar stiga över +100 °C

Förklara ditt svar!



Så här svarade eleverna i en svensk undersökning som gjordes 1979\* . (Procentuell fördelning av elevsvar på olika kategorier, skolår 7, 8 och 9):

Kategori	Exempel på förklaringar	skolår		
		7 (139)	8 (120)	9 (121)
A. TEMPERATUREN SJUNKER UNDER + 100 °C	<i>Vattnet avdunstar, och det kylar ner vattnet</i>	3	0	3
B. TEMPERATUREN STIGER ÖVER +100 °C				
1 Ingen motivering		9	5	2
2 Plattans inställning bestämmer temperaturen	<i>När man sätter på högsta styrkan måste ju värmen stiga. För att sexan har högre höjdpunkt med grader, dvs. ifall trean har 100 °C, så kanske sexan har 200 °C.</i>	52	55	49
3 Övrigt	<i>Vattnet börjar förångas.</i>	2	0	3
C. TEMPERATUREN HÅLLER SIG PÅ +100 °C				
1. Ingen motivering		3	10	4
2. +100 °C är en övre gräns	<i>Det blir inte varmare för att man höjer det till sexan. Vattnet kan ej bli mer än +100 °C.</i>	9	14	24
3. Kokning är orsaken till att temperaturen håller sig på +100 °C	<i>Kokningspunkten är 100 °C. Då kan det inte bli varmare. Det kokar ju både på 3:an och 6:an</i>	22	16	15

\* Andersson, B., & Renström, L. (1979). *Temperatur och värme: kokning*. (Rapport Elevperspektiv nr 3). Mölndal: Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.



*WORKSHOP 2*

*SYSTEM, VARIABEL OCH  
KONTROLLEXPERIMENT –  
TRE REDSKAP FÖR VETGIRIGHET*





---

## *SYSTEM, VARIABEL OCH KONTROLLEXPERIMENT– TRE REDSKAP FÖR VETGIRIGHET*

---

Vid naturvetenskapliga undersökningar används vissa begrepp som inte är knutna till specifika innehåll. Tre sådana så kallade 'processororienterade begrepp' behandlas i denna workshop, nämligen system, variabel och kontrollexperiment. Workshopen inleds med en övning som går ut på att analysera och diskutera hur elever tolkar ett experiment som gjorts för att ta reda på hur mjölbaggelarver reagerar på ljus och fuktighet. Sedan introduceras och exemplifieras de tre nämnda begreppen. Det framhålls att val av variabler liksom av system är teoriberoende. Detta faktum kan ge ledtrådar till elevernas vardagliga teorier, vilket illustreras med hur de väljer variabler som kan tänkas inverka på styrkan hos en elektromagnet. Slutligen får deltagaren i uppgift att arbeta om laborationer så att de stimulerar eleverna att på egen hand välja system, identifiera variabler, planera och genomföra egna kontrollexperiment och redovisa resultat.

### *ETT EXPERIMENT MED MJÖLBAGGELARVER– HUR TÄNKER ELEVERNA?*



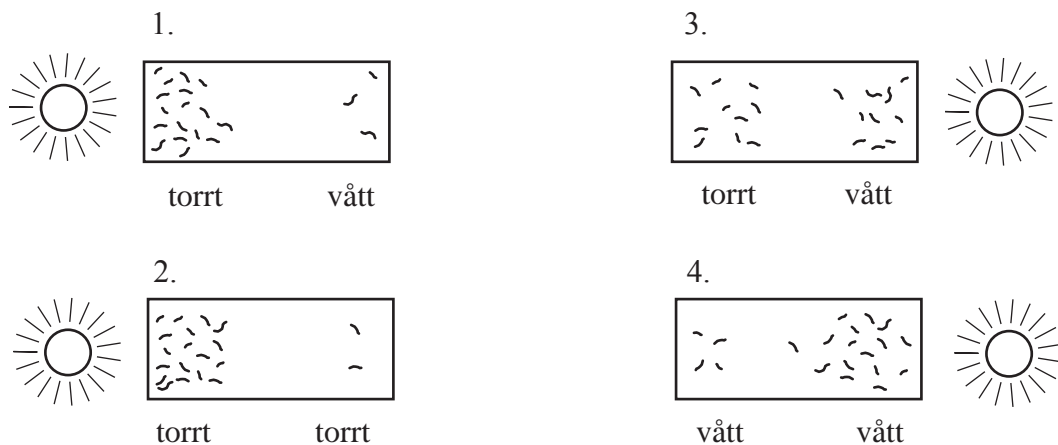
#### *UPPGIFT 1*

Om du själv skulle göra ett experiment för att ta reda på hur mjölbaggelarver reagerar på ljus och fuktighet, hur skulle du då gå tillväga? Rita och förklara!

## UPPGIFT 2

Följande problem har getts till amerikanska studerande i åldern 12-18 år:<sup>1</sup>

En elev ville ta reda på hur mjölbaggelarver reagerar på ljus och fuktighet. Han arrangerade fyra boxar så som bilden nedan visar, använde lampor som ljuskälla och blötte pappersbitar för att få det fuktigt. Han placerade 20 mjölbaggelarver i mitten av varje box. En dag senare kom han tillbaka och undersökte vad som hade hänt. Larverna var då fördelade i de olika boxarna så som figuren visar.



Vad visar detta experiment? Sätt ett kryss!

Experimentet visar att mjölbaggelarver reagerar på (reagera på betyder röra sig mot eller ifrån)

- A. ljus, men inte fuktighet
- B. fuktighet men inte ljus
- C. både ljus och fuktighet
- D. varken ljus eller fuktighet

Förklara hur du tänkte!

Här följer ett antal svar<sup>2</sup>. (Bokstaven i början på ett svar visar vilket kryssalternativ som eleven valt.)

1. C. I experiment 3 är larverna delade på 1/2 vått, 1/2 torrt. Så man kan med säkerhet anta att ljus inte är den enda faktor som är inblandad.
2. A. Vanligtvis drog de sig till den ända där det var ljus.
3. B. 1, 2 och 3 visar att mjölbaggelarverna verkar tycka om ljus, men i 3 tycks de vara jämnt fördelade. Det gör att man tror att de tycker om att vara där det är torrt och att anledningen till att de är vid ljuset i bild 3 och 4 är att lampan gör att det blir varmt och torkar upp.

4. D. Larverna följer inget bestämt mönster.
5. A. Därför att det finns 17 larver vid ljuset och bara tre där det är fuktigt.
6. C. När ljuset var på den torra sidan så samlades alla på den torra sidan. När det var på den våta sidan, så var det lika många på varje sida.
7. D. Därför att trots att lampan placerades på olika ställen så gjorde larverna inte samma saker.
8. C. Box 1 och 2 visar att de föredrar ljus och torrt framför vått och mörkt. Box 4 eliminerar torrhet som faktor, så de reagerar bara på ljus. Box 3 visar att fukt motverkar effekten av ljus, så det verkar som de föredrar att vara där det är torrt. (Det skulle vara tydligare om en av boxarna var våt -torr och inget ljus.)
9. A. I alla situationer drar sig majoriteten till ljuset. Fukt verkar inte göra någon skillnad.
10. C. I alla fallen reagerar mjölbaggelarver på ljus. Men i box 3 är fördelningen 1:1. Det visar att larverna dras till ljuset men inte på samma sätt som när det var torrt närmast ljuset. När det inte finns något val mellan vått och torrt som i fall 4 så går larverna mot ljuset. Obs! Man skulle också kunna testa en box vått-torrt och utan ljus för att verifiera effekten av fuktighet.

Försök gruppera dessa svar i några kategorier. Beskriv kategorierna!

### *UPPGIFT 3*

Är det viktigt att ställa elever på grundskola eller gymnasium inför problem liknande det om mjölbaggelarver? I så fall varför? Ge argument för och emot.

## *VARIABLER, KONTROLLEXPERIMENT OCH TEORIER*

Den elev som gjorde i ordning experimentet med mjölbaggelarverna frågade sig hur de reagerar på ljus och fuktighet. Dessa två storheter är *variabler*, som kan anta olika värden, såsom 'ljus eller mörker' och 'vått eller torrt'. För att med experiment besvara den ställda frågan behöver man undersöka en variabel i taget, samtidigt som den andra hålls konstant. Det är med andra ord fråga om att göra ett *kontrollerat experiment*. Experimentet ifråga är knappast perfekt i detta avseende, vilket två elever tar upp i sina svar genom att anmärka på att variablerna har blandats ihop. I svar 10 heter det t. ex.: 'Obs! Man skulle också kunna testa en box vått-torrt och utan ljus för att verifiera effekten av fuktighet.'

Låt oss ta ett nytt exempel. Anta att någon anser att ångande bad gör att man tillfrisknar fortare från en förkylning än om man bara ligger i sängen. Hur kan man gå tillväga för att testa denna hypotes? Man väljer ut två likvärdiga grupper av förkylda. För båda grupperna gäller sängläge, men den ena behandlas dessutom med ångande bad. På så sätt blir experimentet kontrollerat – man har ju en jämförelsegrupp som inte badar.

Detta experiment lär ha gjorts. Man fann att baden hade avsedd verkan, dvs. hypotesen bekräftades. Men vid närmare eftertanke insågs att experimentet inte var helt kontrollerat – då de sjuka togs från sängen till badet ändrade man inte bara luftfuktigheten utan också personernas läge från horisontellt till vertikalt. Med andra ord ändrades två variabler samtidigt. Vid ett nytt experiment fick personerna i kontrollgruppen sitta upp i sängen lika långa perioder som baden tog. Då blev det ingen skillnad mellan grupperna i tiden som det tog att bli frisk.

Det här exemplet visar en viktig aspekt av experimentell verksamhet, nämligen att experimentatorns val av variabler beror av hans eller hennes uppfattning om det som studeras. Har man ingen föreställning om att den förkyldes läge kan inverka på sjukdomsförloppet så fäster man helt enkelt inte avseende vid om personen ligger eller befinner sig upprätt. Med andra ord kan man säga att experimenterandet knappast är bättre än de 'teorier' som styr tänkandet.

Det förefaller som om den som gjorde experimentet med mjölbaggelarver inte haft temperatur med i sin 'teori' om vad som påverkar dessa organismer. I varje fall kan man notera, att placeringen av ljuskällan också betyder uppvärmning. Är det ljus eller värme som attraherar larverna kan man undra?

En del av växelspelet experiment-teori är så gott som omedvetet. Varken elever eller naturvetare torde överväga t. ex. att lab-chefens humör är en möjlig påverkansfaktor när det gäller kemiska experiment. Skälet är att de har en underförstådd 'teori' om att känslor inte influerar hur ämnen växelverkar.

Utan teorier och andra begreppsramar skulle experimentell verksamhet vara kaotisk eftersom det då inte finns några skäl att välja bort variabler. Tusentals variabler skulle kunna tänkas inverka på ett förlopp av intresse och det vetenskapliga arbetet skulle bestå i ett ändlöst undersökande av dessa. Men det gäller å andra sidan att inte lita helt på sina teorier, utan alltid hålla dörren öppen för det oväntade.

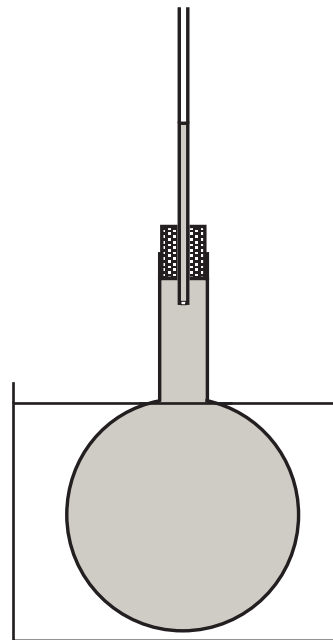
## *SYSTEM OCH TEORIER*

Den som experimenterar väljer alltid ut ett system för sin undersökning. Detta innebär inte bara att fokusera vissa saker utan också att välja bort åtskilligt. Den som t. ex. vill studera hur ämnen löser sig i vatten väljer ämne och vatten som sitt system och bortser från behållare, sina händer och laboriebänken. Detta kan verka självklart, men är egentligen uttryck för en 'teori' om att behållare, händer och laboriebänk inte inverkar på lösningsprocessen. Även val av system styrs alltså av de uppfattningar man har om det studerade. Här följer ytterligare några exempel på detta:

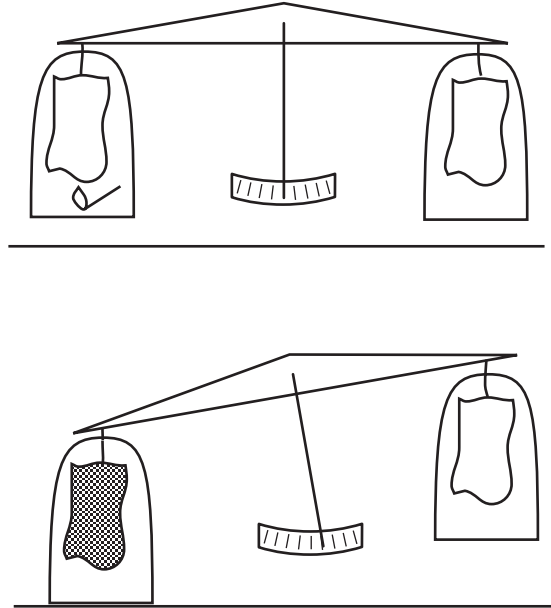
En person vill studera om, och i så fall hur, vattens volym påverkas av uppvärmning. Hon skaffar en stor rundkolv. I dess mynning sitter en tättslutande gummikork genom vilken går ett glasrör. Kolven är helt fylld med färgat vatten. Vattnet går också en bit upp i röret.

Kolven sänks ned i ett kärl med kokhett vatten. En vanlig förutsägelse är att vattnet kommer att stiga i röret. Men då experimentet görs visar det sig att vattnet först sjunker lite grand i glasröret för att sedan stiga. Den som fokuserar system 'vatten' kan dra slutsatsen att vattnet först krymper lite grand för att sedan utvidgas.

Om man i stället för system 'vatten' betraktar system 'vatten + kolv' kan man förklara det som hänt på annat sätt. Glaset är det första delsystem som värms upp. Det utvidgar sig, vilket gör att vattnet först sjunker i röret. Men sedan värms också vattnet, som då utvidgar sig och stiger i röret.



Ett annat exempel är det s. k. stålullsexperimentet. Det har getts som ett test till högstadielärover före och efter undervisning<sup>3</sup>. Testledaren berättar inledningsvis för klassen att stålull är en form av järn. Sedan hänger hon upp två stålullsbitar på en 'gammaldags' balansvåg så att vågen väger jämt. (Vågen har två vågskålar, som fäster i respektive vågarm via två U-formade byglar – se figur!). Den ena stålullstussen antänds och får brinna. Vågskålen med stålullen sjunker då sakta ned. Efter avslutad förbränning har vågskålen med stålullen slagit i bordsytan. Stålullen, från början metallglänsande, har mörknat. Eleverna ombeds att skriftligt förklara det inträffade.



Sedan hänger hon upp två stålullsbitar på en 'gammaldags' balansvåg så att vågen väger jämt. (Vågen har två vågskålar, som fäster i respektive vågarm via två U-formade byglar som figuren visar.). Den ena stålullstussen antänds och får brinna.

Det är knappast troligt att eleverna, då de svarar, på ett medvetet sätt väljer ett system för sitt tänkande. Men deras svar pekar ändå på det system som underförstås, och detta i sin tur på deras 'teorier'. En elev skriver t. ex.

– Det har blivit så packat av värmen att det fått en tyngre tyngd.

Denna elev söker förklaringen i att stålullen blivit mer packad, dvs. hans system är 'stålullen'.

En annan elev skriver:

– Värme ökade vikten.

I detta fall tycks systemet vara 'värme och stålull'.

Ytterligare ett elevsvar är:

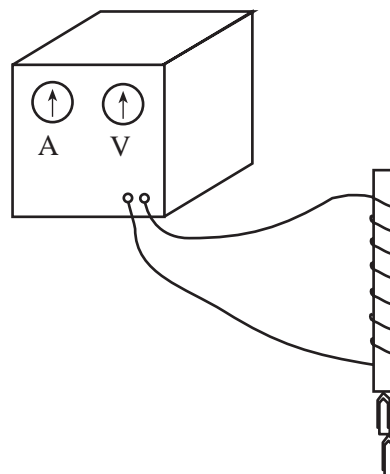
– Järnet förenades med syret i luften.

Här är systemet 'syret i luften och stålullen'.

Ett annat intressant exempel är den förklaring som den flandriske läkaren Jean Baptista van Helmont gav till sitt klassiska experiment med ett pilträd, utfört i mitten på 1650-talet. Han lade 200 skålpund torkad jord i en kruka, och planterade trädet, som vägde 5 skålpund, i denna. Under fem år vattnade han krukans och skötte om växten. Därefter torkade han och vägde jorden igen. Den hade minskat i vikt med 2 uns. Trädet vägde nu 169 skålpund. Av detta drog han slutsatsen: Därför uppstod och uppväxte 164 skålpund trä, bark och rötter av vatten allenast. Med nutida ögon ser vi att luften fattas i van Helmonts system. Detta är förståeligt eftersom det moderna gasbegreppet formulerades först under 1700-talet.

## *ELEVERS EXPERIMENTERANDE KAN GE LEDTRÅDAR TILL DERAS 'TEORIER'*

En lärare gjorde vid ett tillfälle vidstående skiss på tavlan. Han förklarade att om man lindar en ledningstråd runt vissa material och ansluter till en spänningskub enligt skissen så kan anordningen fungera som en magnet. Systemet kallas elektromagnet.



Han uppmanade eleverna att ställa upp hypoteser om vad som inverkar på hur stark magneten blir och sedan göra experiment för att testa dessa hypoteser.

Då eleverna hämtade material för sina experiment lade han bl. a. märke till följande tre grupper:

Grupp 1 hämtar oisolerad koppartråd och stavar av järn, aluminium och koppar.

Grupp 2 hämtar plastisolerad ledningstråd och en stav av järn.

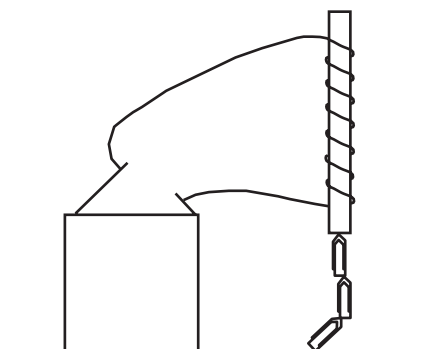
Grupp 3 hämtar både isolerad och oisolerad tråd och stavar både av metall och andra material.

### *UPPGIFT 4*

Fundera över om elevernas val av material kan ha att göra med deras 'teorier' om hur elektromagneten fungerar. Vilka är dessa i så fall? Skriv ner dina hypoteser om detta!

I det beskrivna fallet med elektromagneten blev läraren förvånad speciellt över hur grupp 1 valde material. Han konstruerade därför följande testuppgift, som gavs till elever i skolår 8 några månader efter avslutad undervisning om elektromagnetism<sup>4</sup>.

En elev experimenterar med elektromagneter. Han lindar ledningstråd runt stavar av olika material och ansluter trådens båda ändar till ett batteri så som figuren visar. Ibland lyckas han och då dras några gem till staven.



I plastpåsen som du har fått finns det två system:

System A: Järnbult lindad med oisolerad ledningstråd.

System B: Järnbult, lindad med plastisolerad ledningstråd. (Plasten är avdragen från trådens båda ändar.)

Vad händer då system A och system B kopplas till var sitt batteri?

Sätt kryss!

- Både A och B drar till sig gem.
- A, men inte B, drar till sig gem
- B, men inte A, drar till sig gem.
- Varken A eller B drar till sig gem.

Förklara hur du tänkte!

De flesta elever svarade att system A drar till sig gem, B inte. Vanliga motiveringar var:

- Eftersom B är isolerad, så drar den inte till sig gem.
- Plasten runt tråden hindrar strömmen från att nå järnet. Strömmen måste nå järnet för att det skall gå att plocka upp gem.

Cirka en tredjedel ansåg att både A och B drar till sig gem. Så här lyder några motiveringar:

- Det spelar ingen roll vad som är runt den. Det är den elektriska tråden som har betydelse.
- Det går ström igenom dem, och även om B har plastisolerad tråd, så är den borttagen i ändarna, så att ström går genom den också.

Några få svarade att system B attraherar gem, men inte A., t. ex. :

- När den är lindad med isolerad tråd, så bildas ett magnetfält. Med oisolerad tråd så blir järnbiten laddad, och det blir inget magnetfält.



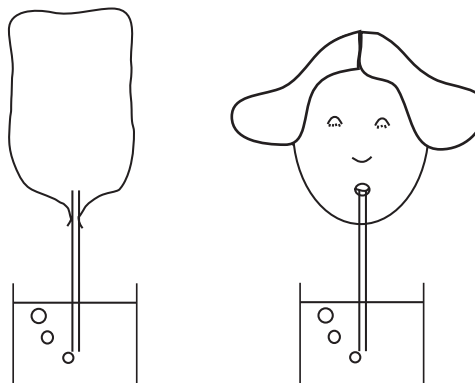
## SKOLEXPERIMENT PÅ NYTT SÄTT?

Begreppen system, variabel och kontrollexperiment kan med fördel användas i undervisningen. Utgångspunkten kan vara elevers känsla för rättvisa jämförelser. Anta att två flickor vill avgöra vem som är den bästa sprintern. Detta kräver en rättvis jämförelse, och därför kontrolleras ett antal variabler – de springer en lika lång sträcka, de startar från samma plats och de har likvärdiga skor.

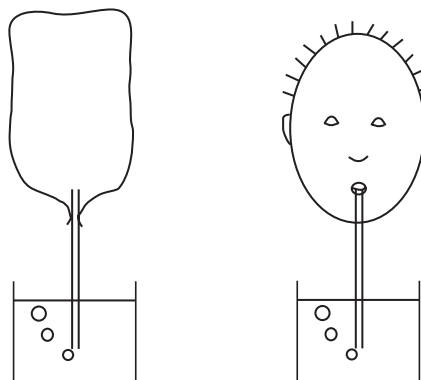
### *Ett exempel*

Ett exempel från undervisningen är en klass som ville veta om det var någon skillnad på utandningsluft och vanlig luft. En idé de hade var att bubbla ut luft i vanligt vatten, till vilket BTB-lösning tillsatts. Klassen hade tidigare resonerat om 'rättvisa experiment', så de var noga med att ha lika stora bägare, lika mycket vatten och lika många droppar BTB i varje bägare.

Elevernas första experiment var att samla in vanlig luft i en plastpåse och bubbla ut den i det blåa BTB-vattnet med hjälp av ett sugrör. Det blev ingen färgändring. Som jämförelse blåste en flicka i klassen sin utandningsluft genom ett sugrör ned i BTB-vatten. Färgen ändrades då från blå till grön.



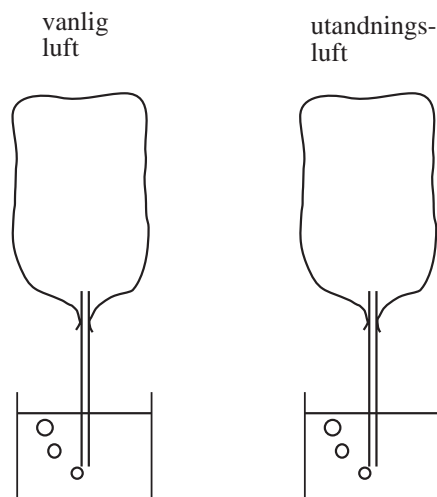
Några elever framkastade då en idé om att det var skillnad på flickors och pojkars utandningsluft. Men också när en pojke blåste blev det ett färgomslag från blå till grön.



En elev invände att jämförelsen mellan utandningsluft och vanlig luft inte var riktigt gjord. Han ansåg sig ha sett att det kom betydligt fler bubblor från både pojken och flickan som blåste än från plastpåsen.

Klassen diskuterade detta och kom fram till att man borde använda påse för såväl utandningsluft som vanlig luft. Sagt och gjort. Man blåste upp en påse med utandningsluft, som bubblades ut i BTB-vatten med hjälp av ett sugrör. Som jämförelse gjordes samma sak med en lika stor påse fylld med vanlig luft. Man fick nu bubbla ut tre påsar i varje bägare för att se en tydlig färgskillnad.

Nu hävdade en elev att temperaturen inte var kontrollerad – utandningsluft är ju varmare än vanlig luft....



### *En allmän modell*

En modell värd att pröva är att, som i fallet med elektromagneten, starta med ett fenomen och fråga eleverna vad de tror har betydelse för hur fenomenet utspelar sig. Ett exempel är en svängande pendel och frågan 'Vad kan tänkas inverka på hur lång tid det tar för pendeln att svänga fram och tillbaka?' Med denna fråga definierar läraren den beroende variabeln (svängningstid), och efterfrågar möjliga oberoende variabler.

Eleverna föreslår variabler och dessa noteras på tavlan. De framkastar hypoteser om hur en given variabel inverkar. Nästa steg är att varje labgrupp planerar och genomför experiment för att ta reda på vad som faktiskt händer. De bör då vara medvetna om innebörden i 'kontrollerat experiment'. Till experimenterandet hör att skriva en begriplig redogörelse för vad som gjorts och vilka resultaten blev. Redovisning inför hela klassen kan ingå, åtföljd av diskussion med kritiska kommentarer.

## **UPPGIFT 5**

Tänk på de laborationer du brukar göra med en klass under ett skolår och fundera över om någon eller några av dessa är lämpliga att arbeta om enligt ovanstående modell. Välj ut en och utforma den i detalj. (Vilken fråga skall ställas i början, vilka förslag kommer eleverna troligtvis att ge, vilken materiel skall vara tillgänglig för deras experiment etc.)

Om du har möjlighet, så genomför den omarbetade laborationen och skriv ner på cirka en A4-sida vad eleverna gjorde, vilka resultat de fick och vad de tyckte om sättet att arbeta.

## NOTER

1. Uppgiften är hämtad från Karplus et al. (1977)
2. Ibid.
3. Andersson och Renström (1981)
4. Testuppgiften om elektromagneten är beskriven av Andersson (1989). För en utförligare redovisning av hur eleverna svarar, se Andersson (1985).

## REFERENSER

Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Oxidation av stålull*. (Rapport Elevperspektiv nr 7). Mölndal: Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.

Andersson, B. (1989). *Grundskolans naturvetenskap – forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget.

Andersson, B. (1985). Pupils' reasoning with regard to an electromagnet. I Duit, R., Jung, W. & von Rhöneck, C. (Eds.), *Aspects of understanding electricity* (pp. 153-163). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

Karplus, R., Lawson, A. E., Wollman, W., Appel, M., Bernoff, R., Howe, A., Rusch, J. J., & Sullivan, F. (1977). *Science teaching and the development of reasoning - Physics*. Berkeley: Lawrence Hall of Science, University of California.



*WORKSHOP 3*

*GRÖNSKANDE ÄR  
NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!*



---

## *GRÖNSKANDE ÄR NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!*

---

Den bärande idén i denna workshop är att teorier är tankeverktyg som kan användas i många olika sammanhang. I ljuset av en bra teori visar sig en mångfald detaljer vara manifestationer av ett litet antal grundprinciper, vilket ger tankeekonomi. Detta illustreras med en kvalitativ partikelmodell för luft. Inledningsvis introduceras och exemplifieras denna modell, varefter läsaren får tillfälle att använda den för att göra förutsägelser och tänka ut förklaringar. Härfter följer några reflexioner om teorier som redskap för kunskapsintegration och som motvikt mot ytligt inpluggande av termer och fakta. Så kommer ett avsnitt om elevers begrepp om materiens byggnad och egenskaper, särskilt luft och andra gaser. Möjligheter att diagnostisera egna elever erbjuds i samband med detta. Slutligen påstås att naturvetenskapens teorier är lysande intellektuella prestationer som gör världen begriplig och därför förtjänar en central plats i skolans undervisning. Håller läsaren med om detta?

### *EN PARTIKELTEORI OM LUFT*

#### *Tre händelser i vardagslivet*

- En sugkopp sitter på badrumskaklet. Den är svår att dra loss.
- En fotboll pumpas upp. Den blir hårdare och hårdare, men bara obetydligt större.
- Nykokt sylt hålls i en glasburk. Ett tättslutande lock sätts på. Burken sätts in i ett kylskåp. När sylten är kall är det svårt att skruva av locket. Det sitter hårt.

Finns det något gemensamt för dessa tre händelser? I så fall vad?

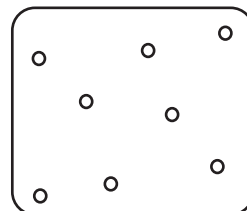
### *Teorin presenteras och exemplifieras*

Det tre händelserna som nyss beskrivits är vid första påseendet ganska olika. Det kan vara svårt att direkt se något gemensamt. Men samtliga har med luften och dess egenskaper att göra.

Luft är något man inte tänker på särskilt mycket. När det är vindstilla märks den inte alls. Men den omger oss helt och hållet, och luften i en skolsal väger cirka ett ton. Ibland ger sig luften tillkänna. Om man t. ex. håller för hålet till en cykelpump och försöker trycka in kolven så går det en bit, men det tar emot mer och mer...

Luft har många spännande egenskaper, och en hel del av dessa förstås kanske bäst med hjälp av en partikelteori. Här följer en sådan, formulerad i kvalitativa termer:

- Luft består av mycket, mycket små partiklar, som kallas molekyler.\*
- Mellan molekylerna finns ingen materia. (Det är tomrum mellan dem).\*\*
- Molekylerna är materien. De har massa och tyngd fast de är mycket små.\*\*
- En liter luft består av miljarders miljarder molekyler.
- Varje molekyl rör sig med hög hastighet i en rak linje tills den kolliderar med en annan molekyl. Då ändrar den riktning och fart. Farten varierar alltså, men är i genomsnitt hög (500 m/s).
- De molekyler, som tillsammans utgör en luftmängd (t. ex. luften i en flaska), rör sig åt alla möjliga håll.
- Om man tänker sig en "stillbild" av ett antal molekyler, så är de i genomsnitt ganska långt från varandra.



- Om luft värms, så ökar molekylernas fart. Om den kyls, så minskar farten. (Molekylerna kan alltså ändra riktning och fart. Men för övrigt så ändras de inte. Om man t. ex. värmer luft, så kan molekylerna inte smälta eller fatta eld. De ökar bara farten.)\*

Som andra naturvetenskapliga teorier kan denna utvecklas, förfinas, revideras...

Här följer några exempel på hur man kan använda partikelteorin som ett redskap för att förklara vad som händer.

\* I luften ingår ädelgaser, främst argon (0,9%). Dessa är enatomiga. Trots detta tycker vi att 'molekyler' är en passande term i detta sammanhang.

\*\* Denna punkt har tagits med i modellen på grund av vissa forskningsresultat rörande elevers tänkande. Se vidare avsnittet 'Orientering om forskningsresultat'.



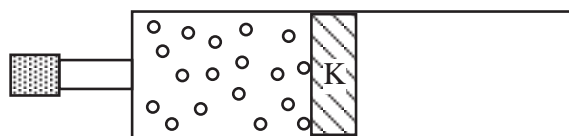
## EXEMPEL 1. VARFÖR RÖR SIG INTE KOLVEN?

Observation

Om man drar in luft i en plasticspruta, och sedan stänger till med en kork, så rör sig inte kolven (K). (För enkelhets skull är inte skaftet på kolven uttrit.)

Försök till förklaring

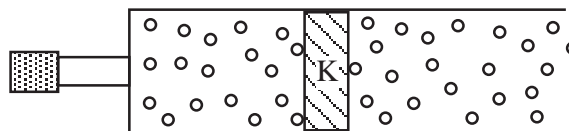
Detta kan verka konstigt. Det finns ju miljarders miljarder molekyler mellan kork och kolv som ständigt kolliderar med kolven. Den borde därför röra sig utåt. Men det gör den inte...



(Du har säkert redan tänkt på att de molekyler som ritats i figuren är alldeles för stora och alldeles för få. Egentligen går det inte att rita ut miljarders miljarder molekyler. Men figuren med alltför stora, och alltför få, molekyler kan ändå hjälpa tanken att förstå.)

Nytt försök till förklaring

Kolven bombarderas inifrån av miljarders miljarder molekyler. De studsar mot kolven och trycker den utåt. Men det är luft inte bara inuti sprutan. Det finns också luft utanför.

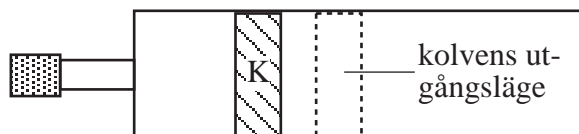


Därför bombarderas kolven även utifrån av miljarders miljarder molekyler. De studsar mot kolven och trycker den inåt. De båda trycken motverkar varandra. (Det finns naturligtvis molekyler runt om hela sprutan, men vi har bara ritat ut dem som vi tycker behövs för att förklara.)

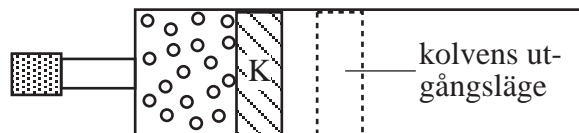
## EXEMPEL 2. VARFÖR GÅR LUFT ATT PRESSA IHOP?

Observation

Kolven går att trycka in.

Förklaring

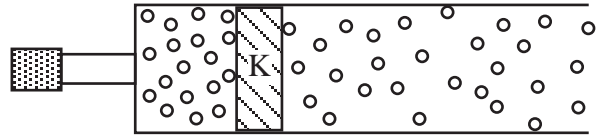
Det är stora mellanrum mellan molekylerna. I mellanrummen finns ingen materia. Där råder vakuum. På grund av de stora mellanrummen kan man pressa ihop luften.



### EXEMPEL 3. VARFÖR TAR DET EMOT MER JU MER MAN PRESSAR IN?

#### Förklaring

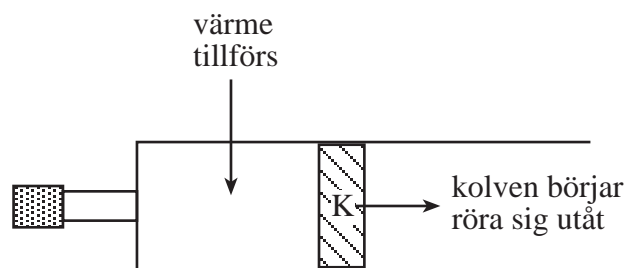
Molekylerna inuti sprutan kommer nu tätare ihop. Därför blir det fler kollisioner per sekund på kolven inifrån, jämfört med utgångsläget. Men utifrån är det lika många kollisioner som förut. Trycket inifrån är alltså större än utifrån. Därför måste man hålla emot. Om man släpper går kolven tillbaka till sitt utgångsläge.



### EXEMPEL 4. VARFÖR KAN EN LUFTMÄNGD UTVIDGA SIG OM DEN VÄRMS?

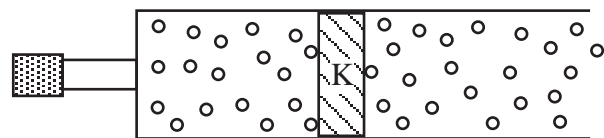
#### Observation

Om man värmer den inneslutna luften, så flyttar sig kolven utåt. (Den inneslutna luftmängden utvidgas.)



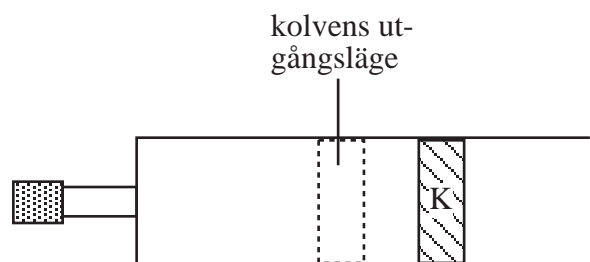
#### Förklaring

Uppvärmningen gör att molekylerna inuti sprutan rör sig fortare. De kolliderar då hårdare och oftare med kolven, som därför flyttar sig utåt.



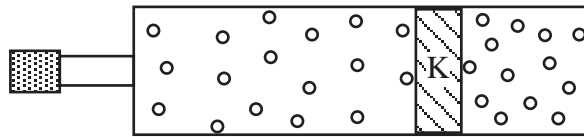
#### Observation

Efter ett tag slutar kolven att röra sig.



Förklaring

Molekylerna inuti sprutan rör sig fortfarande fortare än när man började värma. De kolliderar hårdare med kolven. Men antalet träffar på kolven per sekund har minskat eftersom molekylerna nu är mera utspridda.



Molekylerna utanför beter sig som vanligt. De kolliderar inte så hårt men fler gånger per sekund, jämfört med molekylerna inuti sprutan. Kollisionerna inifrån (hårda, inte så många per sekund) har samma verkan som kollisionerna utifrån (inte så hårda, fler gånger per sekund).

*Teorin används*

I det här avsnittet presenteras sju problem. Du kan betrakta dessa ur olika perspektiv.

- Det kanske var ett tag sedan du använde en partikelteori om luft. Då kan det vara en utmaning att lösa de sju problemen som sådana.
- Du kanske är väl insatt i partikeltänkande när det gäller gaser och deras egenskaper. Då kan du fundera på om det är möjligt att introducera den teori som presenterats ovan till elever i skolår 7-9 och låta dem öva sig att använda den för problemlösning. Andra frågor att fundera över är om uppgifter liknande de sju problemen nedan är lämpliga att använda på gymnasiet, och vad som i så fall är bra svar på exempelvis NV-programmet.

*1. Sugkoppen*

En sugkopp sitter på badrumskaklet. Den är svår att dra loss. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

*2. Fotbollen*

En fotboll pumpas upp. Den blir hårdare och hårdare, men bara obetydligt större. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

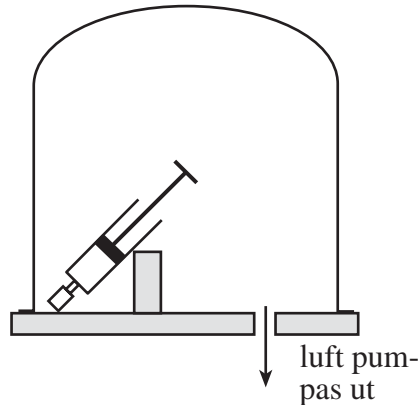
### 3. Syltburken

Nykokt sylt hålls i en glasburk. Ett tättslutande lock sätts på. Burken sätts in i ett kylskåp. När sylten är kall är det svårt att skruva av locket. Det sitter hårt. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

### 4. Sprutan i vakuum

Man sätter in en plastspruta under glaskupan till en vakuumpump. Mynningen på sprutan är tilltäppt med en gummikork. Luften pumpas ut ur glaskupan. Vad händer med kolven i plastsprutan?

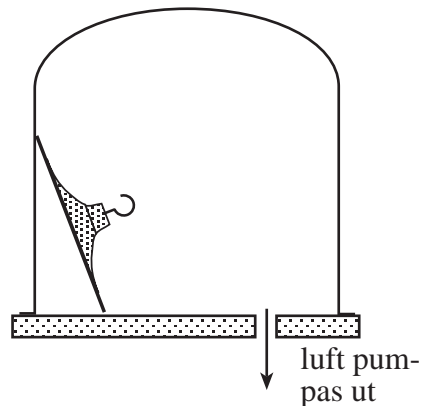
- kolven rör sig ut ur sprutan
- kolven rör sig inte
- kolven rör sig in i sprutan



Förklara din förutsägelse med hjälp av teorin om luft! Gör sedan om möjligt experimentet!

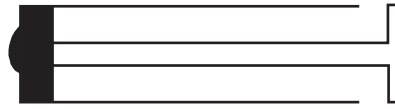
### 5. Sugkoppen i vakuum

En sugkopp sätts fast på en fickspegel. Anordningen ställs in under glaskupan till en vakuumpump så som figuren visar. Luften pumpas ut. Händer det då något med sugkoppen? I så fall vad? Förklara din förutsägelse med hjälp av partikelteorin om luft. Gör sedan om möjligt experimentet!



### 6. Sprutan utan luft

En spruta (50 ml) med kolven i botten och avsågad pip täpps till med en plastbit och modelleras så att det inte finns någon luft mellan kolven och sprutans botten. Ingen luft kan läcka in. Vad händer om du försöker dra ut kolven?

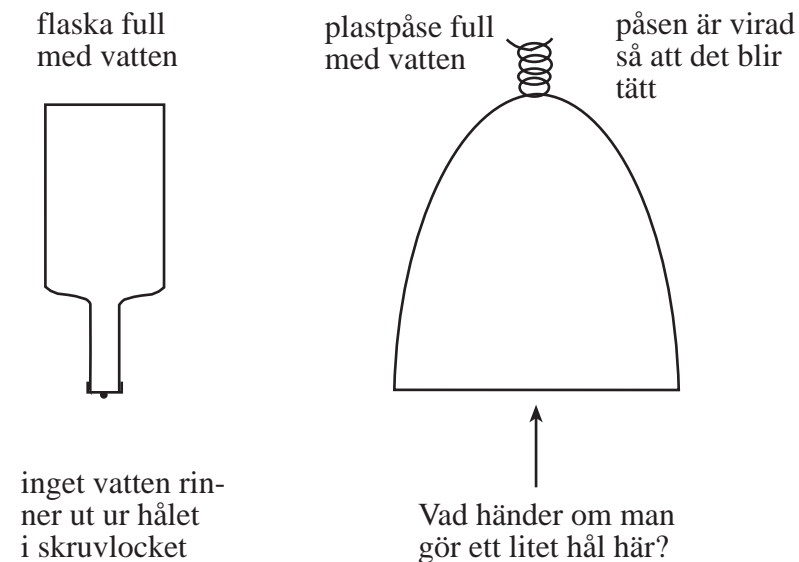


- Jag orkar inte rubba kolven
- Jag orkar dra ut kolven lite
- Jag orkar dra ut kolven till cirka hälften, men sen blir det för tungt
- Jag orkar dra kolven ända ut, men det går tyngre och tyngre
- Jag orkar dra kolven helt ur sprutan. Det känns lika tungt hela tiden.

Förklara din förutsägelse med hjälp av teorin om luft. Gör sedan om möjligt experimentet.

### 7. Plastpåsen

Om man fyller en saftflaska helt med vatten, skruvar på locket ordentligt, gör ett hål i det och vänder flaskan upp och ned, så rinner det inte ut något vatten. Men hur blir det om man fyller en plastpåse med vatten, knyter till och gör ett litet hål undertill. Kommer det då att rinna ut något vatten? Gör en förutsägelse och förklara denna. Testa vid behov med experiment.

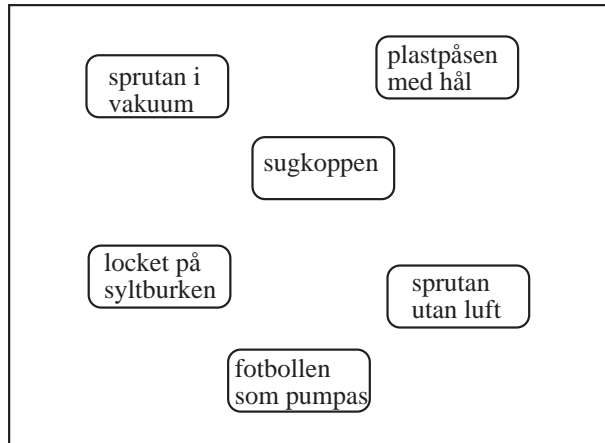


## NÅGRA REFLEXIONER

### Teoretisk integration

Låt oss nu stanna upp en stund och reflektera över vad som hittills gjorts.

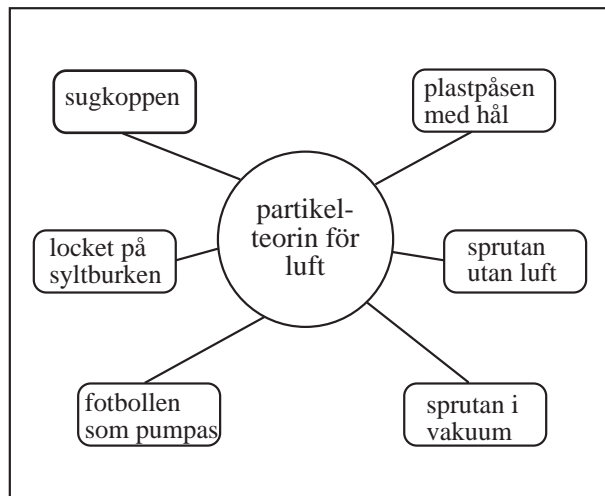
Anta till att börja med att vi inte hade haft tillgång till partikelteorin för luft. Då hade förmodligen de olika experimenten och händelserna upplevts som åtskilda, utan inbördes sammanhang.



Teorin förändrar bilden. Alla de till synes separata fenomenen kan förklaras med ett och samma tankeverktyg. Detta ger tankeekonomi. En mångfald fenomen kan förklaras med ett mindre antal grundprinciper.

Den som förstått en teori kan använda den i andra sammanhang än de situationer som behandlats i skolan. Detta är en vä-

sentlig poäng. Skolan går ju ut på att lära sig sådant som gör att man kan hantera det som är nytt och okänt på ett bättre sätt än utan skolgång.



Intressanta teorier som ingår i högstadiets undervisning är en partikelmodell för gaser, en strålmödel för ljuset och teorin om utveckling genom naturligt urval.

På gymnasiets N-program finns exempelvis Newtons teori om rörelse, uttryckt i form av tre postulater. Dessa skapar en enhetlig förståelse av många olika slags rörelse: partiklars, stela kroppars, vätskors, ljudvågors. En golfboll i luften, en skridskoprinsessa som ökar sin rotationshastighet genom att hålla armarna intill kroppen och en vas som står på ett bord är exempel på manifestationer av det tre postulaten.

Att använda en teori för att förklara ett fenomen är exempel på *teoretisk integration*. Det är fenomenet som integreras i teorin. Det tar tid och krävs övning för att lära sig denna typ av integration. En teori kan inte pluggas in som vilka fakta som helst. Den måste förstås som en helhet i relation till den mångfald av företeelser som den håller ihop.

Teoretisk integration har veterligen inte spelat någon större roll i skoldiskussionen om integration. Anledningen är troligen att tänkandet varit så fokuserat på begrepp som 'tema' och 'ämnesintegration' att man helt enkelt inte uppmärksammat denna mycket betydelsefulla form av integration, som bl. a. förekommer inom ämnen (evolutionsteorin, termodynamiken, materiens partikelnatur m. m.). Det finns ett gott skäl att flitigt arbeta med teoretisk integration i skolan - den är ett utmärkt vapen när det gäller att bekämpa ytligt inpluggande av termer och fakta!

### *Grönskande är naturvetenskapliga teorier!*

Teorier har dåligt rykte i det allmänna medvetandet. Att vara teoretisk förknippas med ord som torr, tråkig och abstrakt. 'Grey is all theory, green grows the golden tree of life' är ett välkänt ordspråk som nog de flesta är benägna att skriva under på. Därför kan det vara intressant att ta del av den motsatta inställningen, beskriven av journalisten Per Svensson i tidningen Expressen för några år sedan<sup>1</sup>. Hans artikel hade rubriken 'Det är ju teorierna som gör världen begriplig'. Här följer några utdrag:

Periodiska systemet var en uppenbarelse. Dittills hade kemin varit ett slags pyrotekniskt skolkök. Det blandades och skakades och joxades och kokades och sa pang! ---

Periodiska systemet var inte pang-pang och rök och svavelosande publikfriari. --- Ordning och reda, klarhet och... tja, systematik. Världen fick ett facit. Jag förstod hur allt hängde samman. Jag kände mig ungefär som den marxistiske skridskoåkaren i en av Blå Tågets bättre sånger: '...isen är blank som en spegel, och i spegeln han ser hela världen upp och ner, men vänder den rätt med Marx och Hegel' (eller hur den nu gick...).

Länge ville jag bli kemist. Teorins gyllene träd är grönt, men grå är all praktik, det har alltid varit min inställning till livet. Felet med kemin, det som fick mig att skrinlägga yrkesplanerna, var alla dessa laborationer. De förstörde ämnet. Jag ville mycket hellre sitta under min korkek och titta på det periodiska systemet.

I det periodiska systemet är samtliga grundämnen ordnade efter atomnummer i vågräta perioder på ett sådant sätt att ämnen med likartade kemiska egenskaper hamnar i samma lodräta grupp (som ni förhoppningsvis noterat citerar jag nu en uppslagsbok!).

Vitsen med detta naturens melodikryss var, ur en ambitiös skolelevs synvinkel, att denne ambitiöse skolelev inte längre behövde lära sig några kemiska formler utantill. Systemet gav alla svar.

Varför undanhöll vår högstadielärare oss denna fantastiska kunskap? Varför fick vi inte nyckeln? Varför var jag tvungen att tjuvläsa en gymnasiebok i kemi för att lära mig den teori som gjorde högstadiekemin meningsfull?

## *HUR TÄNKER ELEVERNA OM PARTIKLAR, LUFT OCH ANDRA GASER?*

Det finns en hel del undersökningar som bidrar till svar på rubrikens fråga. Vi återkommer till dessa, och föreslår här att du undersöker dina egna elevers föreställningar genom att ge dem följande uppgifter. Du kan ge dessa uppgifter före undervisningen som ett diagnostiskt test, under pågående undervisning för att 'kolla läget' eller kanske långt efter din undervisning om det aktuella området för att få inblick i elevernas bestående behållning. Sammanställ svaren och diskutera dem med kollegor/workshopdeltagare.

Vi tillhandahåller testet i både tryckt form (kopieringsunderlag i bilaga 1) och via internet. Beträffande internetanvändningen, så kan testfrågorna besvaras i en vanlig browser (t.ex. Netscape eller Internet Explorer) från vilken dator som helst. Eleverna skickar in sina svar till en databas tillsammans med en klasskod. Både lärare och elever kan söka klassens resultat i basen genom att skriva in denna klasskod. För vidare instruktioner se <http://na-serv.did.gu.se/diagnos/diagnos.html>

### *Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering*

#### *Uppgift 1*

Olle för ner en ballong i öppningen på en petflaska. Han kränger fast ballongen över flaskans öppning (se figuren). Han sätter så munnen till flaskans öppning och försöker blåsa upp ballongen. Det går inte, trots att han tar i all vad han orkar. Konstigt, tycker Olle. Det verkar ju finnas gott om plats i flaskan. Förklara varför det inte går att blåsa upp ballongen!





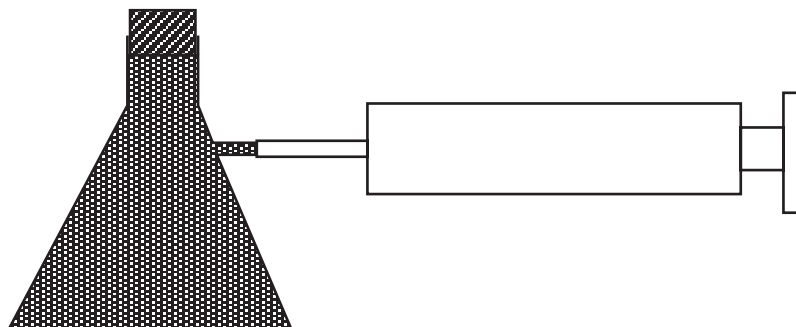
*Uppgift 2*

Luft är en blandning av gaser. Vilken finns det mest av? Vilken finns det näst mest av? Kryssa i det alternativ som är rätt!

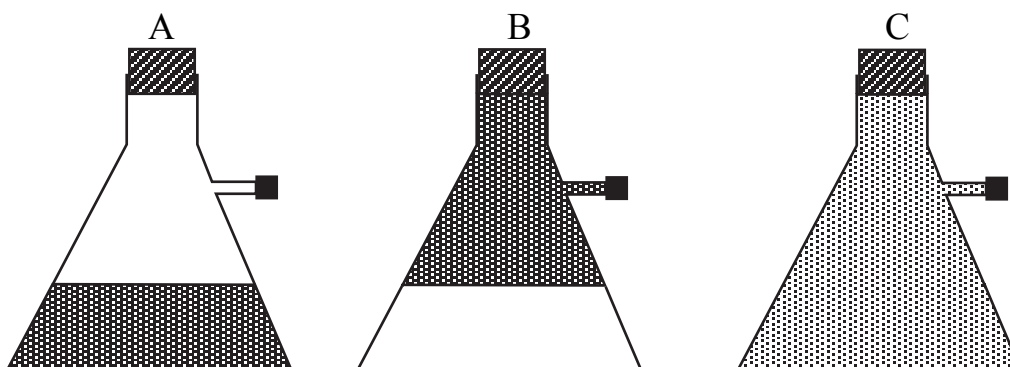
- Det finns mest av syre och näst mest av kväve
- Det finns mest av kväve och näst mest av syre
- Det finns mest av syre och näst mest av koldioxid
- Det finns mest av koldioxid och näst mest av syre

*Uppgift 3*

En kolv är fylld med en gas som har färg. Man drar ut en del av denna gas med en plastspruta.



Hur ser det ut efteråt i kolven? Som i A, B eller C?



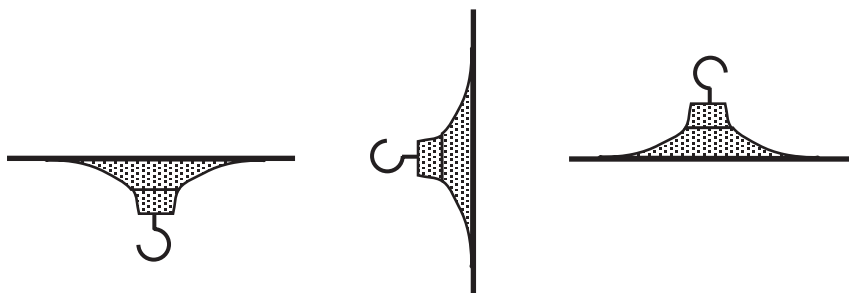
Förklara ditt svar!

## Uppgift 4

En parfymflaska öppnas i ett rum. Efter ett tag kan man känna en härlig doft i hela rummet. Vilket av följande alternativ beskriver bäst vad som har hänt? Sätt ett kryss

- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från flaskan. Då de tränger in i näsan kan man känna doften.
- En doft sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Ångor sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från burken. Från molekylerna strömmar en doft ut. När molekylerna är nära näsan kan man känna denna doft.

## Uppgift 5

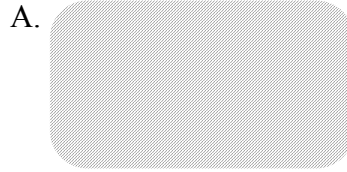


Om man sätter fast en sugkopp på en kakelplatta, så är den svår att dra loss. Det spelar ingen roll om kakelplattan är en del av ett golv, en vägg eller ett tak. Sugkoppen sitter lika fast. Förklara varför sugkoppen är svår att dra loss.

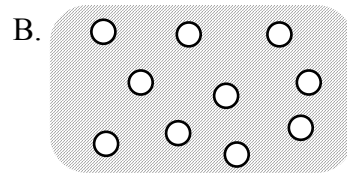
## Uppgift 6

Några elever ser en behållare i kemisalén. Den innehåller gasen helium. De börjar diskutera denna gas.

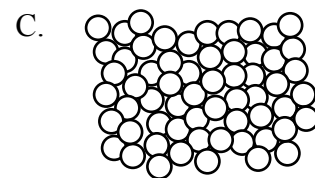
Olle: En gas är en enda sak, en enda massa. Därför finns det inga atomer i gasbehållaren.  
(Olle ritade figur A.)



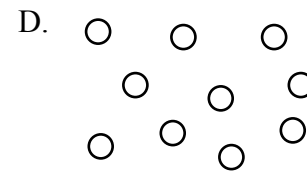
Lisa: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer med heliumgas emellan.  
(Lisa ritade figur B.)



Stina: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De sitter tätt och fyller hela behållaren.  
(Stina ritade figur C.)



Eva: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De rör sig om varandra. Mellan dem är det tomrum.  
(Eva ritade figur D.)



Ringa in namnet på den elev du anser har rätt. Förklara hur du tänkte!

## ORIENTERING OM FORSKNINGSRISULTAT

### *Luft och andra gaser*

De flesta undersökningar som gjorts angående elevers begrepp om det gasformiga tillståndet gäller luft. Då man tar del av resultaten bör man hålla i minnet, att elever inte nödvändigtvis ser luft som exempel på en gas, utan betraktar gas och luft som två skilda saker. Gas kan förknippas med något giftigt, skadligt eller brännbart, t. ex. stridsgas, avgas och campinggas. Luft kan förknippas med andning och liv. Ej heller är alla elever på det klara med att gas är ett överordnat begrepp till luft, och att luft är en blandning av olika gaser. De säger t. ex. att "luft är syre och gas" eller att "syre är sådant man andas, det vill säga luft"<sup>2</sup>.

### *Luftens existens*

Piaget<sup>3,4</sup> har i olika skeden av sin verksamhet intresserat sig för barns begrepp om luft. I sina tidiga studier visade han att dåtidens elever i 6-8 årsåldern inte hade något begrepp överhuvudtaget om stillastående luft. Luft existerar bara för barnet när den är i märkbar rörelse.

### *Kan luft avgränsas?*

Kunskap om att luft överhuvudtaget existerar och var den finns är ett första steg mot ett naturvetenskapligt gasbegrepp. En annan viktig insikt är att det går att avgränsa och försluta en viss gasmängd. Härigenom är det möjligt att förflytta gaser under kontrollerade former, att ta reda på olika egenskaper och att göra jämförelser mellan olika gaser. 600 franska elever, 11-12 år gamla, har fått frågor om detta innan undervisning<sup>5</sup>. Cirka hälften ansåg att det var omöjligt att t. ex. flytta lite ren floridaluft till New York, eller att ta luft från ett rum till ett annat. Ett argument för detta som framfördes under intervjuerna var att "luft är en enda sak, en enda massa."

### *Är gaser materiella?*

En annan grundläggande egenskap är luftens materiella natur. Den har massa. För att testa de franska elevernas förståelse av detta fick de en papper- och pennafråga om en fotboll som pumpades upp lite grand och placerades på en våg, vilken gjorde ett visst utslag. Därefter pumpades bollen upp så att den blev hård, för att ånyo placeras på vågen. Eleverna ombads förutsäga om vågutslaget nu skulle bli detsamma, eller större eller mindre. 45% ansåg att bollen blivit tyngre. 16% menade att utslaget inte skulle ändras, därför att luft inte väger något eller för att luft inte går att väga. 25% tänkte att bollen blev lättare, i allmänhet med motiveringen att den nu studsade bättre.

### *Att skilja på massa och volym*

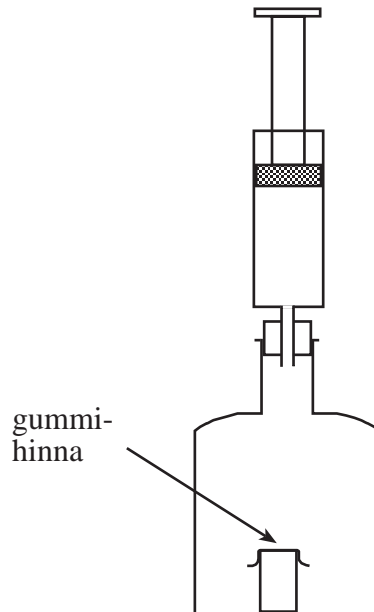
För att förstå undervisningen om gasers egenskaper är det också nödvändigt att eleven kan skilja på materiemängd och volym. Cirka hälften eller mer av de nämnda franska eleverna kunde göra detta i olika situationer, t. ex. när luften i en plastspruta trycks ihop.<sup>6</sup> De menade bland annat att eftersom inget kom ut eller in,

så var det lika mycket luft som förut. Andra ansåg att om utrymmet minskade, så borde också luftmängden bli mindre.

*Kan luft utöva krafter på angränsande föremål?*

En stillastående gasmängd utövar krafter på objekt som den är i kontakt med, t. ex. väggar i kärl och vätskeytor. Men eleverna tänker sig att en gasmängd utövar krafter bara när den är i rörelse, t. ex. vind. Cirka 20 franska elever i åldern 12-13 år fick en blodtrycksmätare anbringad runt överarmen<sup>7</sup>. Så länge manschetten pumpades upp ansåg de att luften tryckte på armen, men då testaren upphörde pumpa upphörde trycket – enligt samtliga elever. Manschetten satt förvisso åt, men luften tryckte inte.

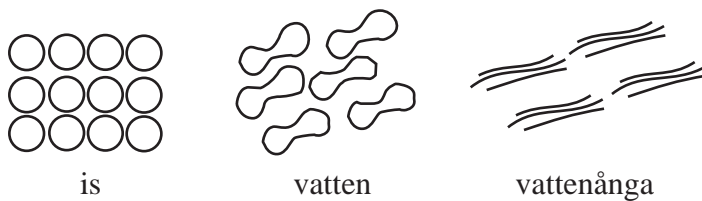
Ett annat experiment gjordes med systemet här invid. Elever i 12-årsåldern förutsäger att då kolven skjuts in, så strömmar luften i densamma ner i flaskan och påverkar gummihinnan så att den buktar in i den lilla kapseln som den sitter på (hinnan sitter tätt an mot kapseln). Men en del hävdar, att då kolven är helt inskjuten så är det inte längre någon luft som strömmar, varför hinnan intar sitt utgångsläge. (Men inbuktningen kvarstår därför att gastrycket ökat – det är nu fler molekyler som kolliderar med hinnan utifrån.) Om kapseln är upp och ned och kolven skjuts in, så förutsäger de flesta elever att membranet inte påverkas, vilket också strider mot vad som faktiskt händer.



*Atomer, molekyler och partikelsystem*

Det är vanligt att elever överför ämnesegenskaper på atomer och molekyler: svavel är gult – svavelatomer är gula, naftalen luktar – naftalenmolekyler luktar, vattnet är varmt – molekylerna är varma, bly plattas ut – blyatomerna plattas ut osv.

Projektion av makrobegrepp på mikrovärlden förekommer också när det är fråga om transformationer av materia. Under en lektion har iakttagits den beskrivning på atomär nivå av fasändringar som ges i figuren nedan<sup>8</sup>. "Isatomerna" blir först skvalpiga och sedan slöjlika eller molnlika, en tydlig extrapolation av den makroskopiska världen in i den atomära.

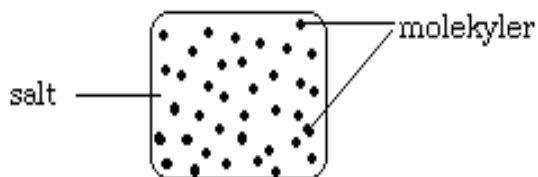


Andra exempel, också från högstadienivå, är att elever menar att alkohol- och vattenmolekyler inte kan vara fasta objekt, utan måste vara små droppar. Vidare sägs, att molekylerna i ett mjukt ämne (t. ex. varmt stearin) också måste vara mjuka<sup>9</sup>. När det gäller kemiska reaktioner så har t. ex. svenska elever på högstadiet menat att när stålull börjar brinna, så fattar också atomerna eld och börjar brinna.

I olika sammanhang har elever ritat, skrivit och talat om system av många partiklar. På basis härav har några kategorier formulerats<sup>10,11</sup>.

#### *Atomer/molekyler/partiklar sitter i kontinuerlig materia som russin i en kaka*

En elev i åk 8 skall förklara hur ett saltkorn är uppbyggt<sup>12</sup>. Han ritat figuren nedan. Han kallar prickarna molekyler. Då intervjuaren frågar om det finns något emellan svarar han salt.



Liknande modeller har erhållits för luft<sup>13</sup>. Det är luftmolekyler som sitter i kontinuerlig luft. Det finns olika varianter av kategorin. I en del fall är det kontinuerliga mediet ämnet och partiklarna något annat. I andra svar är partikelsystemet ämnet och mediet något annat, ofta luft. Kategorin kan ses som tecken på en konflikt mellan vardagligt och naturvetenskapligt tänkande. Eleverna har i skolan fått lära sig att föremål består av atomer och molekyler, men överger ändå inte sitt vardagstänkande enligt vilket materien är kontinuerlig. En lösning på detta dilemma är att man behåller sin kontinuumidé i form av ett homogent ämne, och beaktar skolans undervisning genom att i detta placera in atomer och molekyler. Härigenom löser eleven, förmodligen omedvetet, bindingsproblemet. Mediet hindrar atomerna att rulla isär.

#### *Partikelmassa*

I den här kategorin sitter partiklarna så tätt att det inte finns något utrymme mellan dem. Detta gäller oavsett om det är fråga om fast, flytande eller gasformigt tillstånd. För ett givet ämne kan partiklarna ha olika storlekar. De kan sammansmälta och bilda större enheter. De kan också sönderfalla i mindre partiklar, vilka i sin tur sönderfaller i ändå mindre osv. Vi noterar att både i denna och föregående kategori så 'undviker' eleven vakuum, trots undervisning härom.

Genom att fylla rummet med en partikelmassa eller ett medium, så blir det inget tomrum.

*System av många partiklar med makroskopiska egenskaper*

Denna kategori kan ses som en kombination av idén om många partiklar med föreställningen om att atomer och molekyler har liknande egenskaper som ämnet. Se figuren angående is, vatten och vattenånga ovan för ett exempel.

De tre nu beskrivna kategorierna är inte modeller av materia i hypotetiskt-deduktiv mening. Eleverna har inte medvetna modeller som de försöker utveckla i ett växelspel med iakttagelser. Snarare är det så att de anpassar egenskaperna hos sina partikelkollektiv efter det som situationen kräver. Om trä brinner så får trämolekylerna också brinna. Om svavel smälter så smälter svavelatomerna. Om vatten stelnar så beror det på att molekylerna i det kontinuerliga vattnet inte rör sig längre. Osv.

## *MER TEORI I SKOLAN?*

Det torde ha framgått att vi gillar naturvetenskapliga teorier. Vi tycker helt enkelt att naturvetenskapens teorier är lysande intellektuella prestationer som bidrar till att göra världen begriplig och som därför förtjänar en central plats i skolans undervisning. Håller du med om detta? Är det verkligen motiverat med mer teori i skolan?

## *FÖR DIG SOM VILL VETA MERA*

Vi rekommenderar följande rapport:

Andersson, B., & Bach, F. (1995). *Att utveckla naturvetenskaplig undervisning. Exemplet gaser och deras egenskaper.* (Rapport NA-SPEKTRUM, Nr 14). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Den innehåller bl. a. följande:

- en diskussion om varför det är motiverat att introducera och använda en partikelmodell för gaser i åk 7-9
- en genomgång av tidigare forskning,
- beskrivning av en undervisningssekvens, inklusive problemsamling och elevtexter, i vilken ett väsentligt inslag är att använda en kvalitativ partikelmodell för att förklara experiment och fenomen
- redovisning av en undersökning av hur undervisningssekvensen påverkat elevernas kunskaper och förståelse av gaser och deras egenskaper

## *NOTER*

1. Svensson (1995)
2. Andersson och Renström (1981)
3. Piaget (1930)
4. Piaget (1974)
5. Séré (1986)
6. Ibid.
7. Séré (1985)
8. Andersson (1986)
9. de Vos och Verdonk (1985)
10. Nussbaum och Novick (1982)
11. Renström (1988)
12. Renström (1988)
13. Nussbaum och Novick (1982)

## *REFERENSER*

- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.
- Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Oxidation av stålull*. (Rapport ELEV-PERSPEKTIV Nr. 7). Göteborg: Göteborgs universitet. Inst. för pedagogik.
- Nussbaum, J., & Novick, S. (1982). *A study of conceptual change in the classroom*. A paper presented at NARST annual meeting, Lake Geneva, near Chicago, USA.
- Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. New York: Norton.
- Renström, L. (1988). Conceptions of matter- a phenomenographic approach. *Göteborg studies in educational sciences*, 69. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Séré, M.G. (1985). The gaseous state. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 105-123). Milton Keynes: Open University Press.
- Séré, M.G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8, 413-425.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10, 553-560.
- Svensson, P. (1995, augusti 8). Det är ju teorierna som gör världen begriplig. *Expressen*, s 20
- de Vos, W., & Verdonk, A. H. (1985). A new road to reactions, part 1. *Journal of Chemical Education*, 62, 238-240.



*BILAGA*  
**NÅGRA FRÅGOR OM LUFT**

**Uppgift 1. Ballongen i flaskan**

Olle för ner en ballong i öppningen på en petflaska. Han kränger fast ballongen över flaskans öppning (se figuren). Han sätter så munnen till flaskans öppning och försöker blåsa upp ballongen. Det går inte, trots att han tar i all vad han orkar. Konstigt, tycker Olle. Det verkar ju finnas gott om plats i flaskan.

Förklara varför det inte går att blåsa upp ballongen!

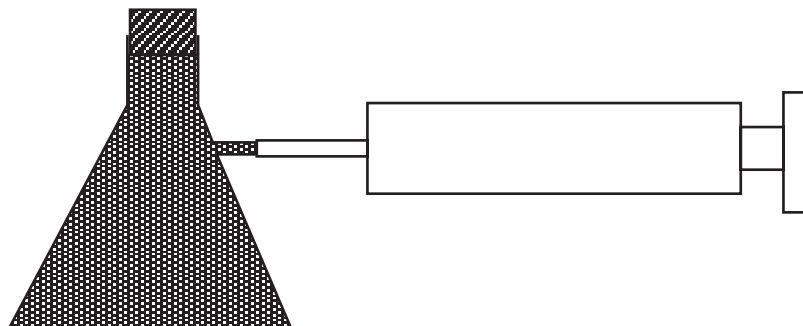
**Uppgift 2. Gaserna i luften**

Luft är en blandning av gaser. Vilken finns det mest av? Vilken finns det näst mest av? Kryssa i det alternativ som är rätt!

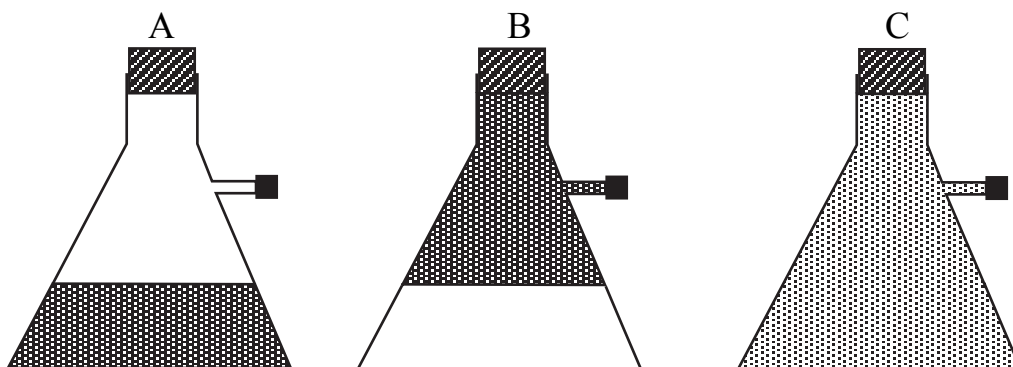
- Det finns mest av syre och näst mest av kväve
- Det finns mest av kväve och näst mest av syre
- Det finns mest av syre och näst mest av koldioxid
- Det finns mest av koldioxid och näst mest av syre

**Uppgift 3. Gasen i kolven**

En kolv är fylld med en gas som har färg. Man drar ut en del av denna gas med en plastspruta.



Hur ser det ut efteråt i kolven? Som i A, B eller C?



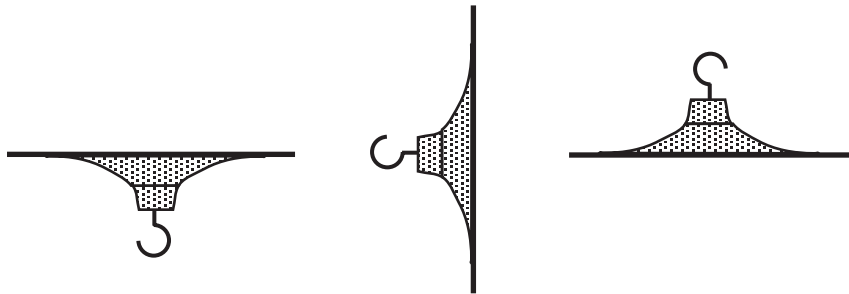
Förklara ditt svar!

#### Uppgift 4. Parfymen

En parfymflaska öppnas i ett rum. Efter ett tag kan man känna en härlig doft i hela rummet. Vilket av följande alternativ beskriver bäst vad som har hänt? Sätt ett kryss

- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från flaskan. Då de tränger in i näsan kan man känna doften.
- En doft sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Ångor sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från burken. Från molekylerna strömmar en doft ut. När molekylerna är nära näsan kan man känna denna doft.

#### Uppgift 5. Sugkoppen

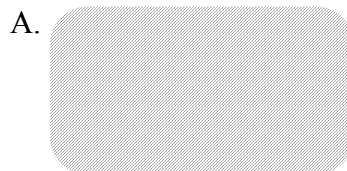


Om man sätter fast en sugkopp på en kakelplatta, så är den svår att dra loss. Det spelar ingen roll om kakelplattan är en del av ett golv, en vägg eller ett tak. Sugkoppen sitter lika fast. Förklara varför sugkoppen är svår att dra loss.

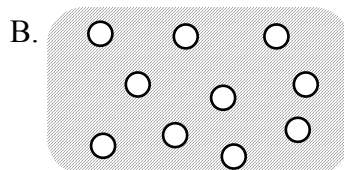
### Uppgift 6. Heliumgasen

Några elever ser en behållare i kemisalén. Den innehåller gasen helium. De börjar diskutera denna gas.

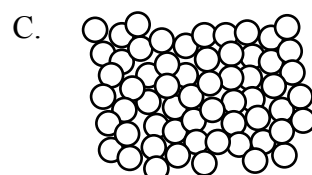
Olle: En gas är en enda sak, en enda massa. Därför finns det inga atomer i gasbehållaren.  
(Olle ritade figur A.)



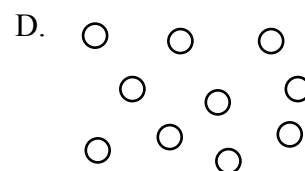
Lisa: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer med heliumgas emellan.  
(Lisa ritade figur B.)



Stina: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De sitter tätt och fyller hela behållaren.  
(Stina ritade figur C.)



Eva: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De rör sig om varandra. Mellan dem är det tomrum.  
(Eva ritade figur D.)



Ringa in namnet på den elev du anser har rätt. Förklara hur du tänkte!

*WORKSHOP 4*

*ENERGIFLÖDET GENOM  
NATUREN OCH SAMHÄLLET*



---

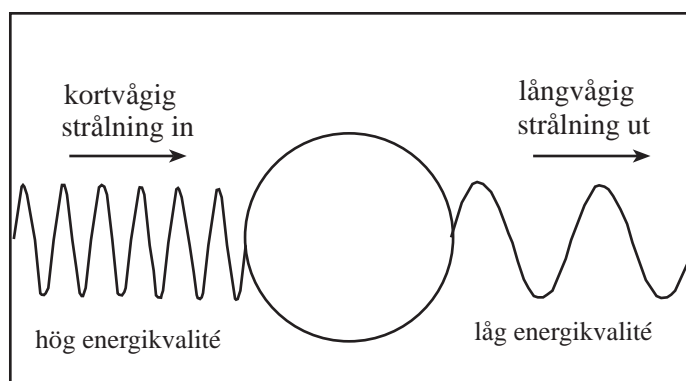
## *ENERGIFLÖDET GENOM NATUREN OCH SAMHÄLLET*

---

Finns det energi nog för ett bra liv åt jordens växande befolkning? Hur blir det med framtidens energiförsörjning? Frågor som dessa kan diskuteras med utgångspunkt från denna workshop, som inleds med en skildring av hur energiflödet genom natur och samhälle sett ut från forntiden till våra dagar. Sedan behandlas människans biologiska energiomsättning, varefter denna omsättning jämförs med storleken av den hjälpenergi som tas i anspråk för transporter, uppvärmning, produktion av varor m. m. Jämförelsen görs för olika länder. Så följer ett avsnitt angående vad elever vet om energiflödet på jorden och reflexioner över vilka konsekvenser detta kan ha för undervisningen. Avslutningsvis problematiseras framtidens energiförsörjning och hur undervisning om energi kan komma in i skolans olika ämnen. Vissa beräkningar ingår i workshopen. I ett appendix ges också förslag på räkneuppgifter som kan leda till fördjupade kunskaper om energiflödet på jorden.

### *ENERGIFLÖDET PÅ JORDEN*

Vår jord befinner sig i ett energiflöde. Kortvågig strålning flödar in mot planeten, och långvågig lämnar den. Se figur 1.



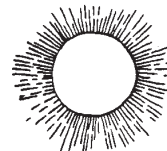
Figur 1. Jorden befinner sig i ett energiflöde.

Processen 'inflöde-utflöde' tenderar att reglera sig själv så att strålningsbalans eller energibalans upprätthålls, d. v. s. att inflödet är lika med utflödet. Om inflödet är större än utflödet så ökar temperaturen tills balans inställer sig. Om inflödet är mindre än utflödet minskar temperaturen tills balans uppnås.

Strålningsbalansen för en given ort varierar över tid. En klar natt är utflödet större än inflödet. Då blir det kallare. En solig dag är strålningsbalansen den motsatta. Då blir det varmare. För en given tidpunkt är den olika för olika orter på jorden. För hela vårt klot kan man tala om en medelbalans för t. ex. ett år, vilken ger en viss årsmedeltemperatur. För närvarande tenderar jordens energibalans att förskjutas så att årsmedeltemperaturen ökar något.

### *UPPGIFT 1*

Figur 1 är mycket översiktlig. Jorden har behandlats som en 'svart låda' som tar emot och avger ett energiflöde. Resten av denna workshop handlar om vad som händer med energin i denna 'svarta låda'. Vi tror att fortsättningen blir mera spännande för dig om du här gör en liten paus och på egen hand funderar över detta. Vad händer med energin inuti denna 'svarta låda'? Hur flödar den? Hur förgrenar sig flödet? Genom vilka system passerar flödet innan det slutligen omvandlats till långvågig värmestrålning som lämnar planeten? Försök rita en bild som visar de väsentliga dragen i energiflödet på jorden!

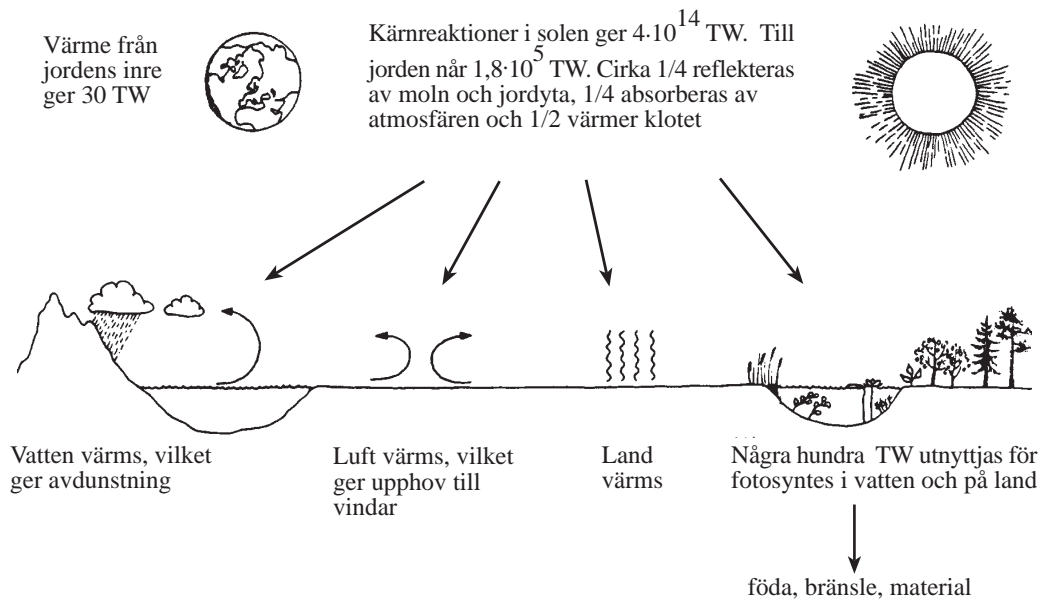




## ENERGIFLÖDETS HISTORIA<sup>1</sup>

### Energiflödet fram till jordbrukets början

Låt oss bygga upp en bild av det globala energiflödet med hjälp av en historisk exposé! Från tillblivelsen av människan som art cirka 200 000 år tillbaka i tiden till jordbruksperiodens början för cirka 10 000 år sedan kan energiflödet på jorden beskrivas som i figur 2. Människans behov av energi och material tillgodosågs, med hjälp av enkla verktyg, av ekosystemen. *Observera att i denna, liksom i följande figurer, så följs inte energiflödet tillbaka ut i rymden igen. Skälet härtill är att inte belasta figurerna med för många detaljer.*



**Figur 2.** Energiflödet fram till jordbrukets början. TW utläses 'terawatt'.  $1 \text{ TW} = 10^{12} \text{ W}$ . För sydkandinaviens del anses jordbruket ha tagit sin början omkring 4000 år f. Kr.

### Energiflödet i slutet av medeltiden

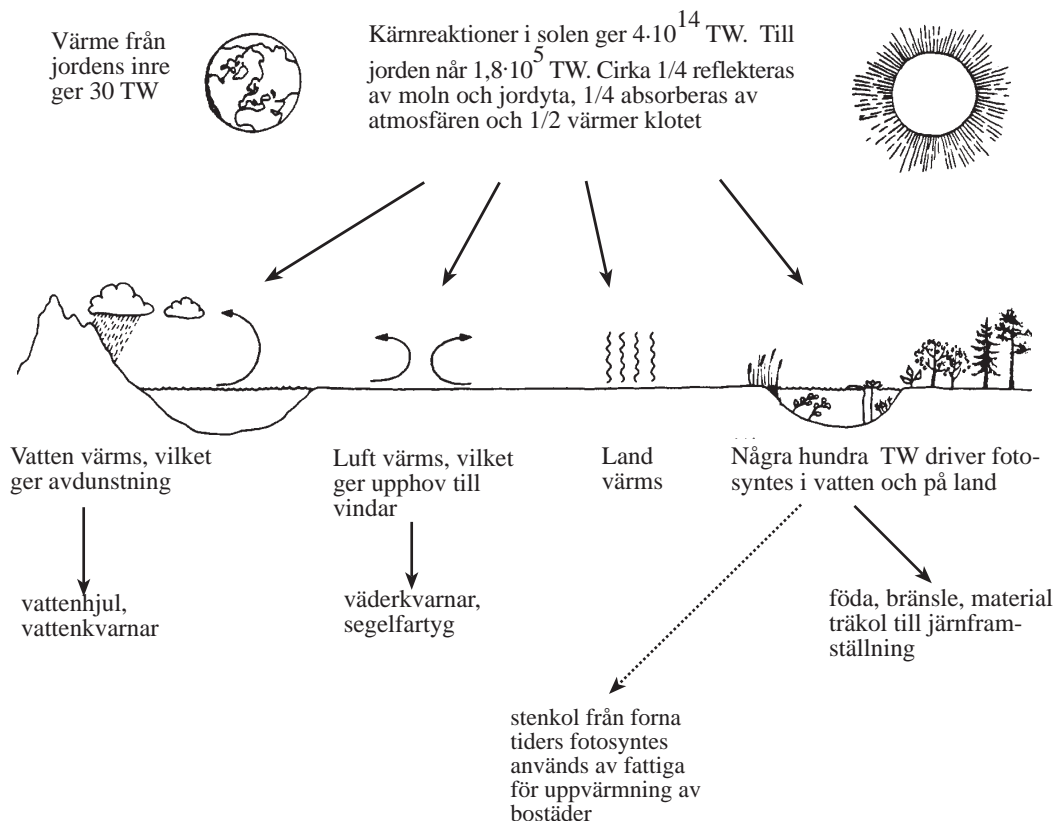
Det finns ingen konsensus om vad som orsakade att jordbruket uppstod. En hypotes är att befolkningstillväxt efter hand ledde till att den energibas som de befintliga ekosystemen utgjorde började svikta, vilket framtvängde nya metoder att skaffa föda.

För Europas del skedde under senare delen av 1000-talet efter Kristus en utveckling av kärrplojen, vilket förde med sig treskiftesbruk och användning av hästspann. Detta ledde till befolkningsökning och efter hand ökat tryck på den nya energibasen, dvs. odlade grödor, liksom på övriga ekosystem.

Till exploateringen av ekosystemen bidrog också skeppsbyggande, som krävde mycket virke, liksom järnframställning, som gick till så att malm blandades med träkol, som tändes på via ved varefter elden underhölls med blåsbälg. Därvid uppnåddes så hög temperatur att malmen reducerades av överskottet av träkol och smälte.

Stenkol användes i skogfattiga distrikt till uppvärmning, men den ofullständiga förbränningen i dåtidens spisar innebar en allvarlig förgiftningsfara.

Energiflödet i slutet av medeltiden illustreras med figur 3.



Figur 3. Energiflödet i slutet av medeltiden

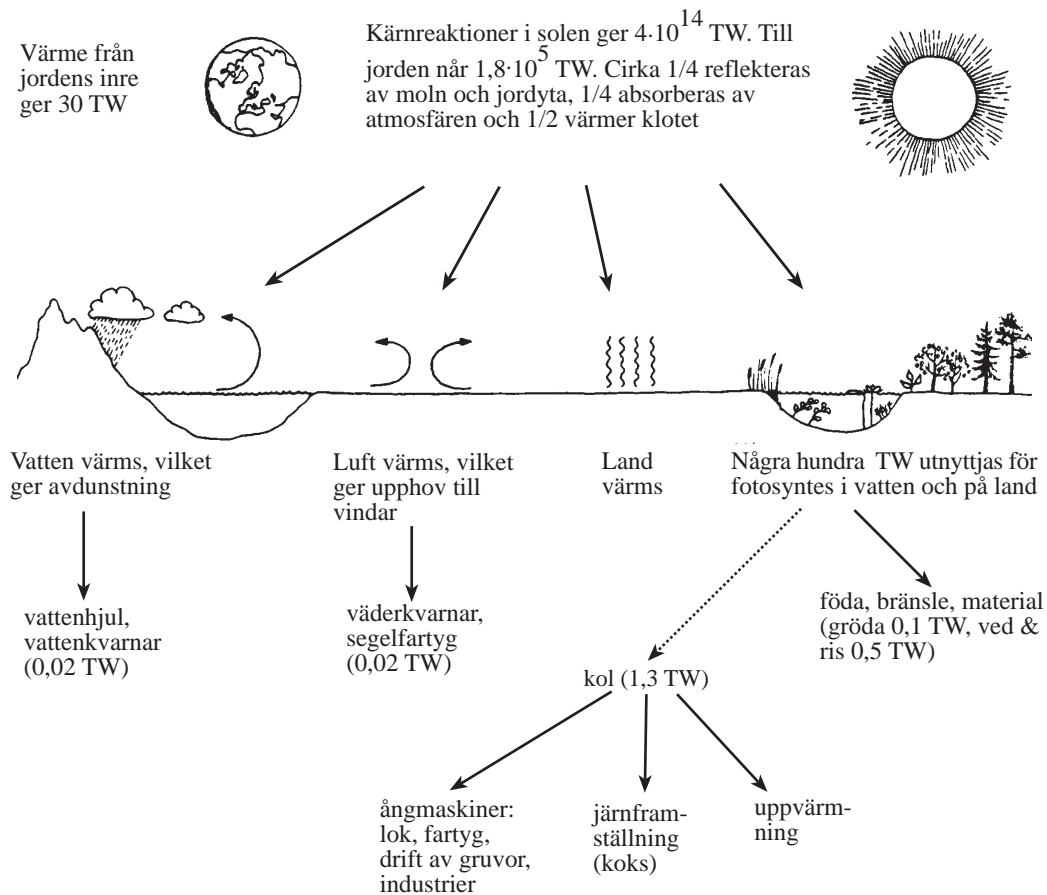
### *Den industriella revolutionen*

Bristen på trä, och därmed träkol, gjorde att man i England försökte ersätta träkolet i järnframställningen med stenkol, som det fanns gott om. Men försöken var inte så lyckade. Avgaserna från stenkolet gav blåsigt järn och svavel gjorde järnet sprött. Detta ledde till utveckling av metoder att avgasa stenkol till det vi nu kallar koks, som lämpade sig bra för järnframställning.

Det är alltså en sviktande energibas, baserad på årliga bidrag från fotosyntesen, som tvingar fram en ny energibas, nämligen fossilt kol. Det användes bl. a. till att

driva ångmaskiner, som utvecklades under 1700-talet. Ånglok blev ett nytt transportmedel, vilket minskade behovet av hästar, som i sin tur frigjorde grödor åt hungriga människor. Ångmaskiner lösgjorde industrier från rinnande vatten, vilket starkt bidrog till att Englands produktion av textilier 50-dubblades under perioden 1770 - 1830. Ångmaskinen underlättade också gruvhantering, inte minst kolbrytning. Detta var den industriella revolutionens tid, och dess drivkraft var fossilt kol. Utvecklingen innebar inte bara ökat välstånd, utan också nedsmutsning av järnvägslinjer och städer. Man kan tala om sotets epok.

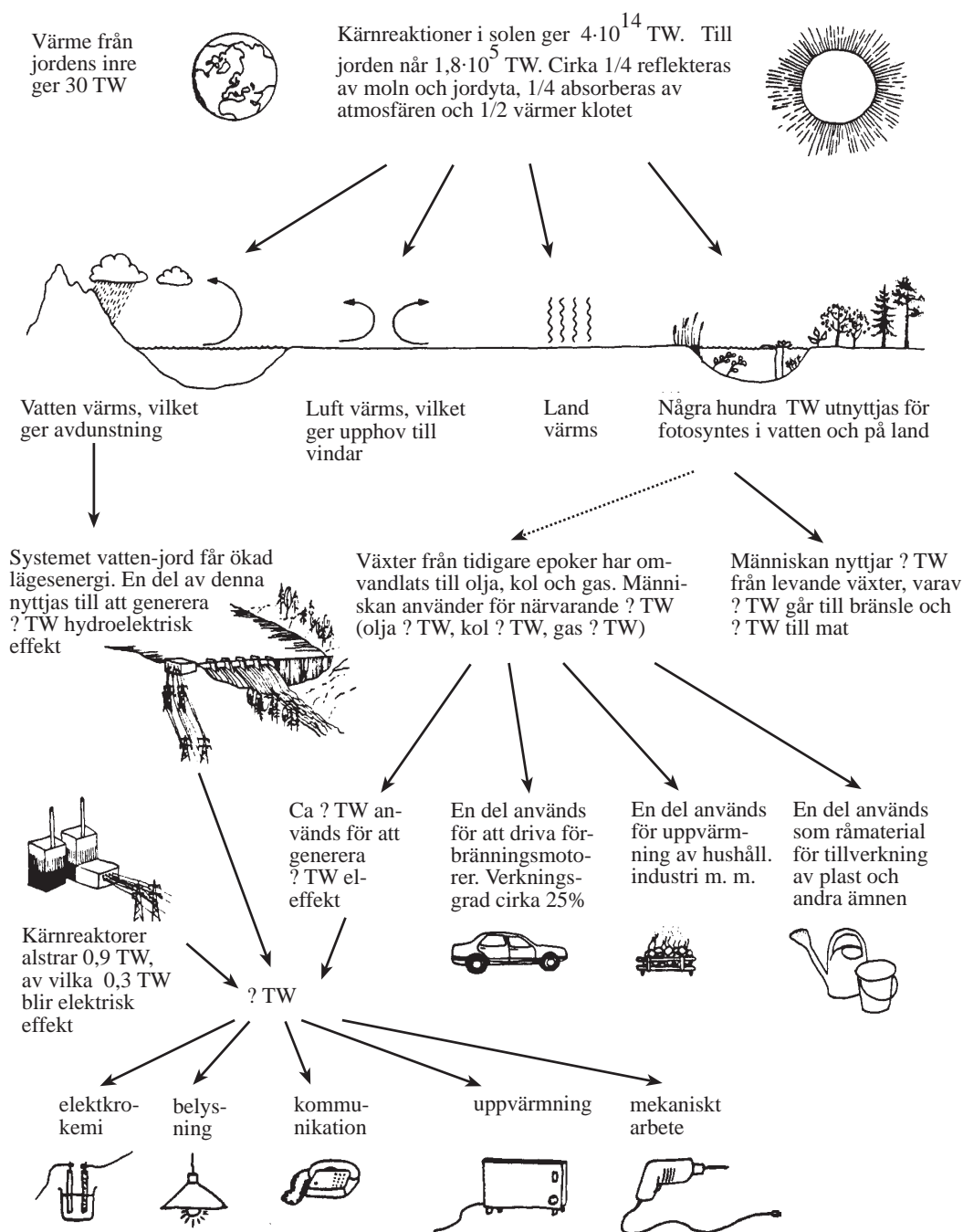
En sammanfattning av energiflödet omkring 1870 ges i figur 4.



Figur 4. Energiflödet omkring 1870<sup>2</sup>.

### Nutiden

Runt förra sekelskiftet händer mycket. Oljerushen sätter in. Bilar som drivs med oljedestillat konstrueras av Benz och Daimler. El-generatorer och elmotorer kommer i bruk. Trådlös telegrafi ser dagens ljus. Det teknologiska och ekonomiska tempot drivs upp, och energiflödet genom människans samhälle ökar takten. Allt fler bilar rullar på vårt klot. Under sextiotalet byggs kärnkraften ut. En bild av energiflödet strax före år 2000 ges i figur 5.



Figur 5. Energiflödet på jorden just före år 2000. Angående frågetecknen, se uppgift 2 på nästa sida!

Figuren visar samband som inte är uppenbara i vardagslivet. Ett viktigt sådant är fotosyntesens avgörande roll för människans energiförsörjning. Genom växternas fotosyntes omvandlas inkommande strålningsenergi till kemisk energi, bunden i systemet 'syre-biomassa'<sup>3</sup>. Denna energi kan användas till bränsle och mat. Vidare framgår att organismer från tidigare epoker i jordens historia har omvandlats till

olja, kol och gas. Detta betyder att energin i systemet 'syre-fossila bränslen' är solenergi, som bundits till organismvärlden genom forntida växters fotosyntes.

Figuren är relativt översiktlig, men man kan ganska lätt gå vidare och placera in vardagens händelser i det större mönstret. Då man exempelvis tänder lampan över köksbordet startar en energiöverföring som kan ha börjat i solen. Från denna har strålningsenergi överförts till vatten som avdunstat, omvandlats till regn och samlats upp i kraftverksdammar. Då vattnet i dammen faller ner omvandlas lägesenergi till rörelseenergi hos en turbin och i nästa steg till elenergi. Denna i sin tur blir till ljus och värme.

Figuren demonstrerar hur natur, teknik och samhälle hänger samman. Energi-flödet utgår från naturen, t. ex. solstrålning och jordvärme. Det länkas in i människans samhälle med hjälp av tekniska system. Hur detta sker beror på tillgängliga kunskaper, ekonomiska förhållanden och politiska beslut. Vår energianvändning påverkar hur samhälle och levnadsvillkor gestaltar sig, och har återverkningar på naturen.

Energi-flödet fortsätter ut i rymden. Vi lever på kvalitetskillnaden mellan in- och utstrålningen.

### *UPPGIFT 2*

Som du ser i figur 5 finns en del frågetecken utsatta. Spekulera över de siffervärden som skall stå i stället för frågetecknen. Som en referens för funderingarna har vi gett effekten för kärnkraft (0,9 TW kärnenergi ger 0,3 TW el)

### *UPPGIFT 3*

Presentera figurerna 2 t. o. m. 5 för kollegor/studerande med historia och teknik som sina ämnen och undersök tillsammans hur undervisningen i naturvetenskap, teknik och historia/so kan hjälpa eleverna att fördjupa sin förståelse av energiflödet på jorden.

### *UPPGIFT 4*

I figur 1 visas det långvågiga strålningsutflödet från jorden. Diskutera med utgångspunkt i figur 5 de olika bidragen till detta utflöde.

#### *Storleken på energiflödet och dess delar genom naturen och samhället*

För dig som vill veta hur olika siffervärden i figur 5 beräknas har vi skrivit bilaga 1, som innehåller ett antal räkneuppgifter samt förklaringar till dessa. En kort repetition av olika enheter för effekt och energi ingår också.

## MÄNNISKANS BIOLOGISKA ENERGIOMSÄTTNING

En människa har en tämligen konstant kroppstemperatur på 37 °C. Det krävs energi för att hålla denna höga temperatur. Dessutom går vi, lyfter, vrider och vänder oss osv. Detta kräver också energi. Inuti kroppen sker processer som omsätter energi. Hjärtat slår, nervimpulser sänds osv. Hur mycket 'biologisk energi' omsätter en vuxen per dygn ?

Ett sätt att uppskatta detta är att ta reda på vad vi äter och med hjälp av näringsvärdestabeller räkna ut tillförd energi under en given tid. Här följer ett exempel. Energivärdena är angivna inom parentes i kcal/100 g. De är hämtade ur en s. k. 'kaloritabell' (1 cal = 4,18 J). Vi förutsätter också att personen inte går upp i vikt.

<u>Basmat under en dag</u>			<u>Tillägg</u>		
standardmjölk	500 g	(60)	grönsaker	30 g	(25)
lättmjölk	200 g	(40)	kål	60 g	(25)
ost(45+)	40 g	(400)	frukt	200 g	(60)
potatis	350 g	(95)	rotfrukter	50 g	(40)
knäckebröd	100 g	(385)	kött	150 g	(200)
matfett	45 g	(750)	ägg	60 g	(150)
mjöl, gryn, flingor	100 g	(350)			

Om man räknar på detta (du kanske har lust att kontrollera...) finner man att energiintaget under ett dygn är 2500 kcal eller 10,5 MJ. Effekten blir då 120 W. Ett tal att lägga på minnet är att människans biologiska effekt är ungefär densamma som effekten av en 100-wattslampa!

### UPPGIFT 5

- Uppskatta personens energiintag under ett år i GJ. (1 GJ = 10<sup>9</sup> J)
- Uppskatta hur mycket biologisk energi jordens befolkning omsätter per sekund, uttryckt i TW! Räkna med att befolkningstalet är 6 miljarder.
- Antag att Du kunde få den energi Du behöver genom att koppla in Dig på elnätet. Vilken blir dygnskostnaden och årskostnaden? Räkna med att 1kWh kostar 50 öre.

## *ÄR ENERGIFLÖDET GENOM SAMHÄLLET RÄTTVIST FÖRDELAT?*

Vi antar i fortsättningen att en måttligt aktiv vuxen behöver ett födointag motsvarande

$$10 \text{ MJ/dygn} = 3,7 \text{ GJ/år}$$

Utöver denna 'biologiska energi' används hjälpenergi, eller 'teknisk energi' till transporter, uppvärmning av bostäder och arbetsplatser, produktframställning- och bearbetning, belysning och annat.

Det har sitt intresse att ta reda på, för olika samhällen, hur stor den tekniska energin per capita är i förhållande till den biologiska. Därför inför vi nu enheten 1 ES, som utläses 'en energislav'.

$$1 \text{ ES} = 10 \text{ MJ/dygn} = 3,7 \text{ GJ/år}$$

I tabellen nedan finns energianvändning per år angiven för några olika länder. Det är fråga om hjälpenergi från kol, olja, gas, hydroel, kärnenergi, och biomassa. Data är hämtade från International Energy Agency (IEA) och avser år 1998 för europeiska länder och USA, och 1997 för övriga länder. (1 Mtoe =  $4,19 \cdot 10^4$  TJ)

(<http://www.iea.org/stats/files/selstats/keyindic/keyindic.htm>)

	Energian- vändning (Mtoe/år)	Folkmängd (miljoner)
Bangladesh	24,33	123,63
Etiopien	17,13	59,75
Island	2,33	0,27
Kina	1098,93	1227,18
Peru	15,13	24,37
Portugal	21,85	9,98
Sverige	52,47	8,85
USA	2181,80	269,09

### *UPPGIFT 6*

A. Räkna ut antalet energislavar per person i de olika länderna och fundera över orsakerna till skillnader och likheter och vad dessa innebär.



### *UPPGIFT 6 (forts)*

- B. USA anses vara en stor energislösare, och får utstå en del klander för detta. Men bland länderna i listan ovan är det faktiskt ett annat land än USA som har flest energislavar per capita. Är detta i så fall mer klandervärt? Använd webbadressen till IEA för att sätta dig in i detaljer i dessa båda länders energianvändning, och avge sedan ett svar.
- C. Studera IEA:s databas tillsammans med kollegor/studiekamrater inriktade mot SO (<http://www.iea.org/stats/files/selstats/keyindic/keyindic.htm>). Diskutera hur information om ett lands energianvändning kan ge fördjupad förståelse av levnadsvillkor och andra förhållanden i landet.
- D. En vuxen person i Kalahariöknen lägger ner cirka tre timmars arbete per dag för att hålla sig med en fullvärdig kost. Övrig tid kan användas för avkoppling och samvaro. Liknande förhållanden gäller för andra samlar-jägarfolk.<sup>4</sup>
- En invånare i ett västerländskt högteknologiskt samhälle använder kanske hundra gånger mer energi. Diskutera om västerlänningen har det 100 gånger bättre, är hundra gånger så lycklig, har hundra gånger bättre livskvalité?
- E. Som framgått har vi infört enheten  
 $1 \text{ energislav} = 1 \text{ ES} = 10 \text{ MJ/dygn} = 3,7 \text{ GJ/år}$
- Denna enhet är knappast vedertagen i energisammanhang, men kan måhända tjäna ett didaktiskt syfte genom att konkretisera energin. Vi som producerat detta workshopmateriel är dock inte ense om detta. Vad anser du? Är det en didaktisk poäng att införa enheten '1 energislav'? Är det bättre att tala om kvoten mellan teknisk och biologisk effekt?

## *VAD VET ELEVERNA OM ENERGIFLÖDET PÅ VÅRT KLOT?*

### *Att följa energin från solen*

Vid svenska nationella utvärderingen 1995 gavs följande uppgift till ett slumpmässigt riksurval (n=643) av elever i skolår 9<sup>5</sup>:

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!

I svaren identifierades ett antal komponenter (A-P) Dessa har grupperats i några kategorier (I-IV). Följande resultat erhöles:

- I STRÅLNINGEN/ENERGIN VÄXELVERKAR MED GEOFYSSKA SYSTEM
  - A Reflekteras tillbaka (7%)
  - B Absorberas i atmosfären/del av atmosfären (5%)
  - C Ger upphov till vindar och vindkraft (2%)
  - D Värmer jorden/marken (10%)
  - E Värmer vatten i olika former, t. ex. hav, is, snö (10%)
  - F Ger upphov till vattenkraft och/eller vågenergi (2%)
  - G Driver vattencykeln (4%)
  - H Jorden avger energi/värmeutstrålning, ev. till rymden (1%)
  
- II STRÅLNINGEN/ENERGIN PÅVERKAR BIOLOGISKA SYSTEM
  - I Ger liv/är nödvändig för liv/är bra för det levande (10%)
  - J Gör att det växer (7%)
  - K Finns med i fotosyntesen (8%)
  - L Går till växter, som äts av djur (11%)
  - M Solenergin länkas via växter till fossila bränslen eller biobränslen (3%)
  
- III STRÅLNINGEN/ENERGIN DRIVER TEKNISKA SYSTEM
  - N Driver/tas upp av solceller/solfångare (4%)
  - O Driver solceller, som i sin tur driver annat, ger el m. m. (5%)
  - P Värmer hus, direkt eller via solfångare (8%)
  
- IV ÖVRIGT (18%)
  
- V EJ BESVARAT (31%)

Då den nu redovisade uppgiften gavs förekom beskrivningar av energiflödet på jorden i läromedel för högstadiet. Troligtvis togs dessa beskrivningar bara upp översiktligt, vilket i så fall torde varit en bidragande orsak till att relativt många (31%) ej besvarar frågan. Om eleven bara flyktigt eller inte alls har mött idén om energiflödet på jorden är uppgiften att betrakta som svår. Det finns också en viss oklarhet i själva frågeställningen. Vad menas med jorden? Enbart själva klotet eller klotet plus atmosfären?

Ett översiktligt intryck är att ganska få komponenter förekommer i elevernas svar, i medeltal 1,7 räknat enbart på dem som svarar. Ett annat sätt att uttrycka detta är att säga att det inte förekommer så många grenar eller steg i elevernas beskrivningar av energiflödet. Vissa komponenter rymmer dock i sig flera steg, bl. a. IIL och IIM.

När det gäller detaljer i svarsbilden är det positivt att en relativt stor andel av eleverna länkar solstrålning till växter. Men länken är i cirka hälften av svaren vag – eleverna uttrycker att solen ger liv eller gör så att det växer. Inga elever nämner kedjan sol-växter-biobränsle.

Det är få elever (4%) som länkar den inkommande solstrålningen till vattencykeln. Saknas denna länk blir det heller ingen länk till hydro-el. Varför är procenttalet så lågt? Vattencykeln behandlas på alla skolstadier men undervisningen betonar materiens, dvs. vattnets, kretslopp snarare än energiomvandlingar i samband med detta. Det kan därför vara svårt för eleverna att associera till vattencykeln från ett energisammanhang. Måhända skulle det vara lättare att följa energin bakåt från t. ex. ett vattenkraftverk. Länken 'solstrålning-vattencykel' är givetvis betydelsefull när det gäller att förstå diskussionen om förnybar energi. Så gott som all sådan energi, inklusive hydro-el, har ju sitt ursprung i den kontinuerligt infallande solstrålningen.

Vidare noteras att eleverna, då de besvarar uppgiften, tenderar att beskriva händelser och objekt snarare än energins flöde, då de uppmanas att följa energin.

–Solenergin gör att växter kan växa, djuren äter sedan av växterna - ett kretslopp.

Ett adekvatere sätt att svara är att länka en energibeskrivning till händelser och objekt:

–Solen får våra växter att växa, genom att äta blommor får kossan energin, en del av energin lagras i köttet som vi äter. Den energin använder Bosse till sin dagliga joggingrunda runt parken.

Förklaringen kan vara dels att energi är ett abstrakt begrepp, dels att en energibeskrivning blir mer komplex, eftersom man för begriplighet måste länka denna till den konkreta världen, d. v. s. koordinera två beskrivningsnivåer.

För en stor del av eleverna gäller att det förekommer relativt få länkar i deras händelse- eller energikedjor. Till detta kan läggas att det bara är 1% som i sina svar tar upp möjligheten att energin går ut i rymden igen.

Det är positivt att eleverna som grupp uppvisar en betydande bredd när det gäller att följa energin från solen. Detta leder till följande undervisningsidé: Eleverna får i smågrupper diskutera vad som händer med den solenergi som träffar vårt klot. Enskilt kanske en elevs bidrag är litet, men om flera drar sitt strå till stacken vidgas perspektivet och när hela klassen kommer in kan energikedjorna få många länkar och grenar. Den kollektiva bredd som finns i en klass kan med andra ord stimulera individuell kunskapsutveckling och bidra till att eleverna lär sig att betrakta hela energiflödet, inte bara dess delar.

En alternativ problemställning är att följa energiflöden baklänges. Då lampan lyser, då bilen kör, då människan promenerar används energi. Varifrån kommer den? Följ denna energi bakåt så långt du kan och så noga du kan...

### *Fossil- och kärnenergi – vilka proportioner?*

I den svenska nationella utvärderingen 1998 ingick två flervalsfrågor om fossil- och kärnenergi.<sup>6</sup> Dessa, och hur elevernas svar fördelar sig på givna alternativ, redovisas i tabell 2 och 3. Antalet elever är 290, 200 och 220 i skolår 5, 9 respektive 3 gy.

Tabell 1. Hur stor del av den energi som alla människor på jorden tillsammans använder kommer från olja, kol och gas? Skolårsvis fördelning av elever på givna svarsalternativ (%). \*=acceptabelt svar.

	år 5	år 9	år 3 gy
lite (några procent)	1	4	1
en del (10-20%)	13	10	8
ganska mycket (30-40%)	38	36	30
mycket (50-60%)	33	38	35
det mesta (70-80%)*	16	12	26

Tabell 2. Hur stor del av den energi som alla människor på jorden tillsammans använder kommer från kärnreaktorer? Skolårsvis fördelning av elever på olika svarsalternativ (%). \*=acceptabelt svar.

	år 9	år 3 gy
lite (några procent)*	2	6
en del (10-20%)	23	38
ganska mycket (30-40%)	43	37
mycket (50-60%)	23	16
det mesta (70-80%)	9	4

Tabell 1 visar att eleverna underskattar den andel av människans energianvändning som utgörs av olja, kol och gas. Exempelvis är det i år 9 cirka hälften som svarar 40% eller mindre. Det korrekta värdet är det dubbla.

När det gäller kärnkraften kan anmärkas att det första svarsalternativet – lite (några få procent) – inte är helt lyckat. Den genererade kärnkraftselen är 0,3 TW, vilket är ett par procent av en total energianvändning på drygt 13 TW. Men den utvecklade effekten på grund av kärnreaktioner är 0,90 TW. Bara omkring 30% omvandlas till el. Resten blir spillvärme. Detta högre värde på effekten bör användas då man uppskattar kärnkraftens andel av den totala energianvändningen, och då får vi drygt 6%, vilket är lite mer än 'några få procent'. Det sagda påverkar inte bedömningen av elevernas svar på uppgiften. De visar en kraftig överskattning av kärnkraftens andel av människans energiförsörjning (tabell 2)

En realistisk uppfattning av storleken på andelarna fossil energi respektive kärnkraft kan göra att man lättare förstår dels vilken oerhörd omställning det är att göra sig kvitt beroendet av olja, kol och gas, dels vilken gigantisk utbyggnad av ersättningsystem som behövs om man vill behålla nuvarande nivå på energianvändningen. Till saken hör att olja och gas är ändliga tillgångar. Ett mått på hur länge kända reserver räcker är den s. k. R/P-kvoten. R är mängden kända utvinningsbara reserver, P är årsproduktionen. För hela världen är kvoten för olja 1998 cirka 40 år. För Mellersta Östern är den 90 år, för övriga världen mellan 10 och 35 år, beroende på region. För gas är R/P-kvoten för världen 1998 cirka 65 år. För Mellersta Östern är den 'mer än 100 år', för övriga världen mellan 10 och 'mer än 100' år, beroende på region. För kol är världskvoten över 200 år.<sup>7</sup> De angivna tiderna kan ändras. De beror bl. a. av konsumtionsmönster, världsmarknadspriser, nya fyndigheter och nya tekniska landvinningar. Det finns bl. a. stora mängder olja i oljeskiffer, som det inte är lönsamt att utvinna med nuvarande världsmarknadspriser.

### *Kommentarer*

Det framförs olika meningar om hur man bör undervisa om energi. En extrem ståndpunkt är att helt eliminera energi från den elementära undervisningen (dvs. allt utom NV-programmet), och introducera och bygga upp en förståelse matematiskt och på basis av begreppet arbete.<sup>8</sup> Följer man denna rekommendation utestängs majoriteten av eleverna från det mesta av innehållet i detta kapitel.

Det sagda illustrerar folkundervisningens svårighet i vårt moderna samhälle. En stringent behandling av naturvetenskapliga begrepp är ofta inte möjlig, men att därför avstå helt betyder att eleverna får en bristande orientering om väsentliga aspekter av omvärlden. En pragmatisk inställning till denna svårighet är den enda rimliga. Exempelvis har det visat sig möjligt att introducera och använda de intuitiva begreppen energikälla, energimottagare, tecken på energiöverföring samt energikedja i 11-12-årsåldern. Läraren börjar helt enkelt använda orden i olika situationer: Då man drar upp en klocka är människan energikälla och fjädern i klockan energimottagare. Tecken på energiöverföring är att fjädern spänns.

Fjädern blir i sin tur energikälla med visarna som energimottagare. Tecken på energiöverföring är att visarna rör sig. Osv. De använda begreppen refererar till något konkret – källa, mottagare och tecken. Härigenom undviks det abstrakta energibegreppet samtidigt som det ändå finns med – det är 'något' som överförs hela tiden. Idén om energiöverföring i kedjor anknyter till elevernas vardagsvärld genom att den bygger på deras erfarenheter av orsakskedjor.

Energibegreppet används intuitivt snarare än stringent i samhällsdebatten. Man säger t. ex. att energi förbrukas, vilket tycks vara en fullt tillräcklig precision för att folk någorlunda skall förstå vad man talar om. I skolans fysik gäller däremot att energi bevaras. Den förbrukas alltså inte, men omvandlas från en form till en annan.

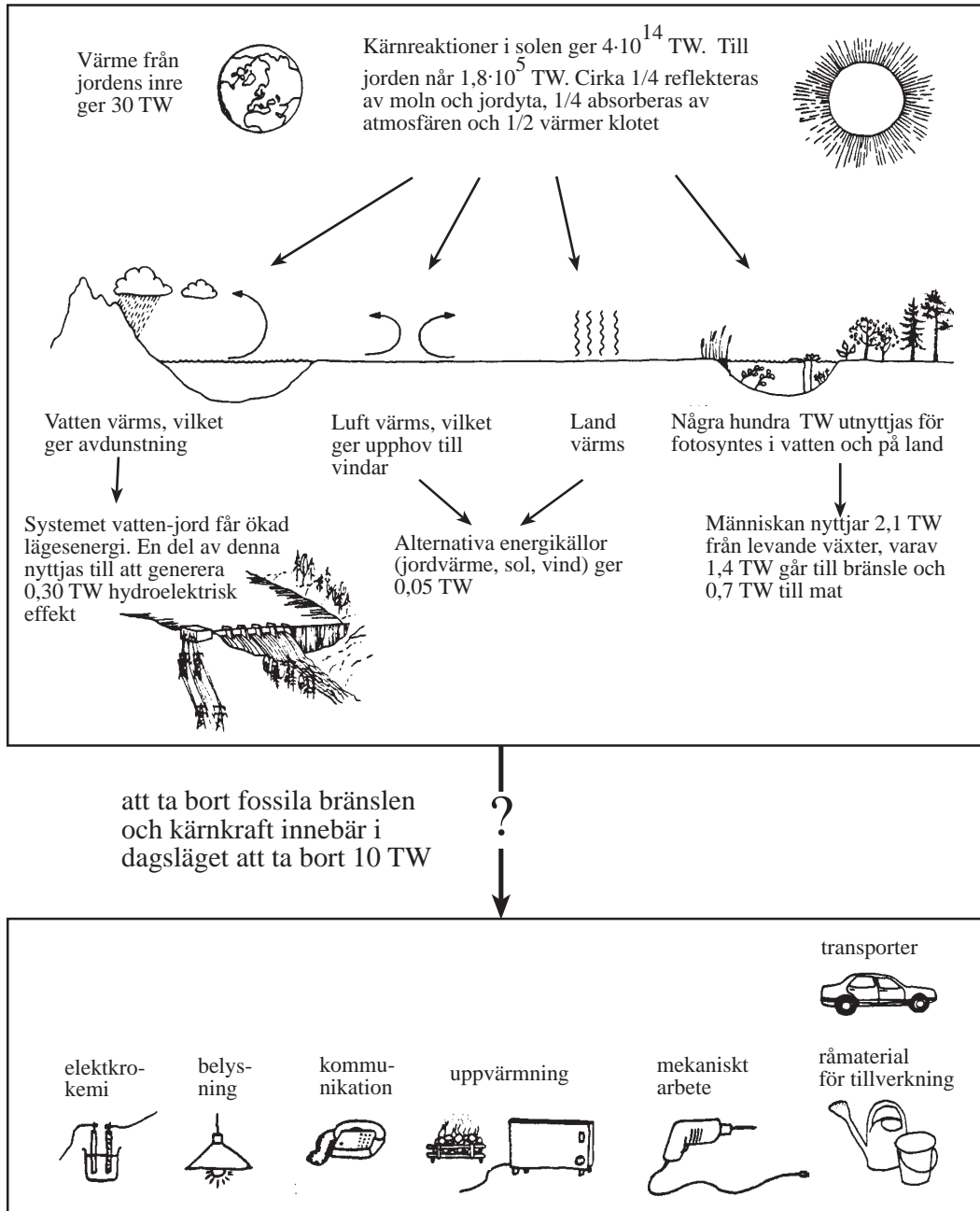
För en utförligare diskussion om denna problematik hänvisas till en rapport från den svenska nationella utvärderingen 1995.<sup>9</sup>

### *UPPGIFT 7*

- A Säger gällande kursplaner något om energiflödet genom natur och samhälle?
- B Studera läromedel med avseende på hur de eventuellt behandlar energiflödet genom natur och samhälle.
- C Är det rimligt att begära att en majoritet av eleverna, i skolår 9 eller allra senast år 3 gy, skall kunna svara på de uppgifter som getts i detta avsnitt? ('Att följa energin från solen' samt storleken på fossil- respektive kärnenergi.) Varför? Varför inte? Ta också reda på dina egna elevers kunskaper!

## *ENERGIFLÖDET I FRAMTIDEN*

Problemen med användning av fossila bränslen är väl kända. Förurning och risk för klimatändring på grund av utsläpp av framför allt koldioxid är två allvarliga hot. Tillgången på fossila bränslen är ändlig, men någon omedelbar fara för att de skall ta slut föreligger inte. Kärnkraft innebär också problem och risker. Reaktorhaverier har inträffat, och någon absolut säker form av slutförvaring torde inte finnas. Många önskar förmodligen att vi kunde göra oss kvitt vårt beroende av såväl fossila bränslen som kärnkraft. Ett sätt att åskådliggöra vad denna önskan innebär visas i figur 6. Den övre rutan i figuren visar den energi som i dag utvinns förutom den vi får från olja, kol, gas och kärnkraft. Undre rutan antyder att vi inte är särskilt benägna att sänka vår materiella välfärd. Vi lämnar åt läsaren att nysta vidare i dessa lösa tanketrådar...



Figur 6. Problematisering av vad det innebär att eliminera olja, kol, gas och kärnkraft som energikällor.

### UPPGIFT 7

Samla intresserade kurskamrater/kollegor med olika ämnesinriktning och diskutera framtidens energiförsörjning med utgångspunkt i figur 6!

## *ENERGIFLÖDET OCH SKOLANS ÄMNEN*

Om man bestämmer sig för att förståelse av flödesschemat i figur 5 (se även fig. 7 i bilagan) är ett centralt mål för skolans undervisning, så kan schemat på olika sätt växelverka med undervisningen i olika ämnen. Schemat utgör ett sammanhang i vilket olika ämnesbegrepp kan introduceras och/eller användas. Dessa ämnesbegrepp kan då bli mer meningsfulla för eleverna. Schemat kan också påverka vilka ämnesområden man väljer att undervisa om, och vad man betonar i dessa. Allt detta kan i sin tur leda till att eleverna får en upplevelse av att skolans ämnen hänger ihop och vart och ett på sitt sätt bidrar till att göra omvärlden mer begriplig.

### *UPPGIFT 8*

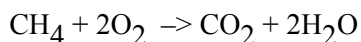
Presentera figur 7 (se bilagan) för kollegor/studiekamrater med olika ämnesinriktning. Undersök genom samtal i vilken utsträckning, och på vilket sätt, han/hon kan tänka sig att bidra till att eleverna får god förståelse av energiflödet genom naturen och samhället. Utgå från följande tabell

ÄMNE	ASPEKTER AV ENERGIFLÖDET GENOM NATUR OCH SAMHÄLLE
biologi	
fysik	
geografi	
hemkunskap	
historia	
kemi	
religionskunskap	
samhällskunskap	
teknik	

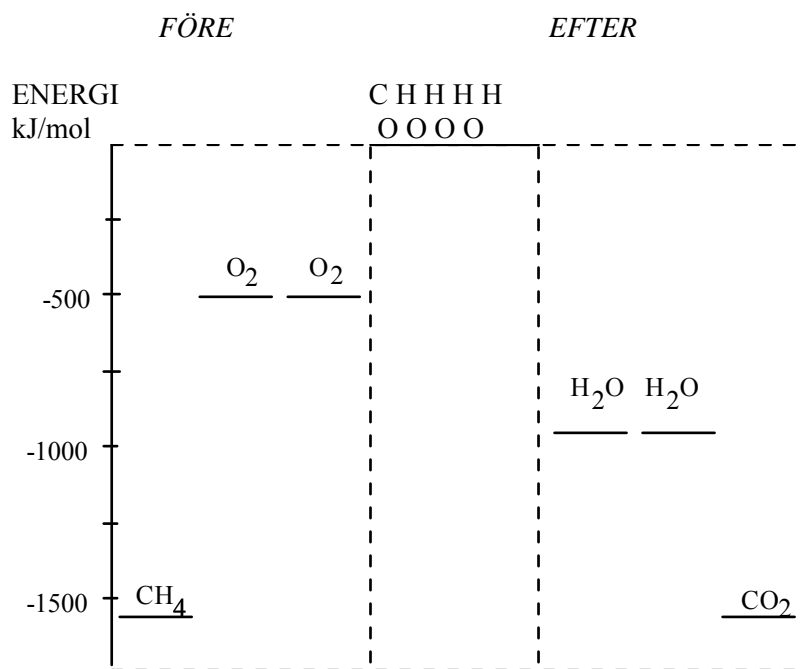


## NOTER

1. Framställningen i detta avsnitt bygger på Ehrensvärd (1971) och Rifkin (1982). Energiflödesschemat i figur 5 har tidigare publicerats av Andersson och Jönsson (1990)
2. De kvantitativa angivelserna i figur 4 är från Ehrensvärd, 1971, s. 26.
3. Betrakta som exempel förbränning av metan i luft, en exoterm reaktion.

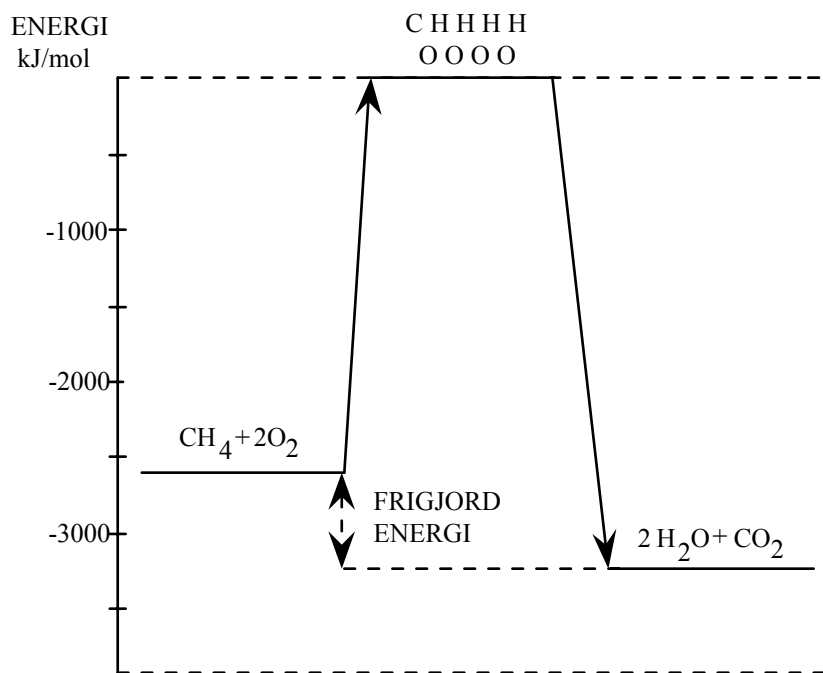


Energisituationen före och efter reaktionen visas i detalj i figur A. Som tänkt mellansteg låter vi alla inblandade atomer vara fria. Energin för systemet i detta mellansteg sätts till noll. Av diagrammet framgår t. ex. att atomisering av 1 mol  $\text{CH}_4$  kräver 1600 kJ. Vi ser också att syremolekylens båda bindningar ( $\text{O}=\text{O}$ ) är svagare (250 kJ/mol för varje bindning) än bindningen C-H (400kJ/mol). Att energi frigjorts vid reaktionen beror på att svagare bindningar i systemet före reaktion blir starkare bindningar i systemet efter. Det vedertagna sättet att beskriva detta är att säga att systemet med delarna  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2$  är energirikare än samma system med delarna  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .



Figur A. Energiförhållanden vid reaktionen  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Ett mer summariskt sätt att göra energidiagram framgår av figur B.



Figur B. Energiförhållanden vid reaktionen  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Översiktlig framställning.

4. Hubendick, 1985, s 141.
5. Andersson, Bach och Zetterqvist, 1996.
6. Andersson, Kärrqvist, Oscarsson, Löfstedt och Wallin, 1999.
7. British Petroleum, 1998
8. Warren, 1972 och 1982.
9. Andersson, Bach och Zetterqvist, 1996.

## REFERENSER

Andersson, B., Bach, F., & Zetterqvist, A. (1996). *Nationell utvärdering 95 – åk 9. Energi i natur och samhälle* (NA-SPEKTRUM, nr 17). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst. för ämnesdidaktik.

Andersson, B., & Jönsson, B. (1990). *Satelliter och kvastskift*. Stockholm: Utbildningsförlaget

Andersson, B., Kärrqvist, C., Oscarsson, V., Löfstedt, A., & Wallin, A. (1999). *Nationell utvärdering 98 – tema tillståndet i världen*. (NA-SPEKTRUM, nr 21). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst. för ämnesdidaktik.

British Petroleum. (1998). *BP statistical review of world energy June 1998*. British Petroleum Company.

Ehrensverd, G. (1971). *Före - efter*. Stockholm: Aldus/Bonniers

Hubendick, B. (1985). *Människoekologi*. Gidlunds.

Rifkin, J. (1982). *Entropi. En ny världsbild*. Wahlström & Widstrand.

Warren, J. W. (1972). The teaching of the concept of heat. *Physics Education*, 7, 41-44.

Warren, J. W. (1982). The nature of energy. *European Journal of Science Education*, 4, 295-297.

## *BILAGA* *BERÄKNINGAR*

### *Några definitioner*

Energi per tidsenhet kallas effekt. Enheten för effekt är 1J/s eller 1W (watt).

Om effekt betecknas P, energi W och tid t, så gäller alltså att  $P=W/t$  eller  $W=Pt$ . Härav ser man att enheten för energi (1J) också kan skrivas 1Ws (wattsekund). Vanligare är den större enheten kWh (kilowattimma).

$$1\text{kWh} = 1000 \cdot 3600\text{Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{Ws} = 3,6 \text{MJ (megajoule)}$$

I bl. a. energisammanhang är det bra att känna till följande:

<u>Tiopotens</u>	<u>Benämning</u>	<u>Förkortning</u>
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k

Förr i tiden fanns energienheten 1 cal (kalori). Det är den energimängd som behövs för att värma upp 1 g vatten  $1^\circ \text{C}$ . En större enhet är 1 kcal (kilokalori). Den används fortfarande parallellt med 1 J, t. ex. på matförpackningar.

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Inom energiområdet används ofta andra är SI-systemets enheter. En vanlig enhet är 1Mtoe, vilket utläses 'miljoner ton oljeekvivalenter'.  $1\text{Mtoe} = 4,19 \cdot 10^4 \text{ TJ}$

### *Räkneuppgifter*

#### *Energiflödet i naturen*

- A. Genom mätningar (t. ex. från en satellit) vet man att mot jorden instrålade medeleffekt är  $1,36 \text{ kW/m}^2$ . Detta mätvärde kallas solarkonstanten, och 'kvadratmetern' är vinkelrät mot strålningen. Beräkna med utgångspunkt från solarkonstanten solens medeleffekt i terawatt, dvs. den energi som solen per sekund avger till rymden. Avståndet jord-sol är  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ . Arealen av ett klot beräknas med formeln  $4\pi R^2$ .
- B. Uppskatta med utgångspunkt från solarkonstanten den strålningsenergi som per sekund träffar jorden (den totala instrålningens medeleffekt). Försumma atmosfärens tjocklek. Jordens radie är  $6400 \cdot 10^3 \text{ m}$ .

- C. Från geologin hämtas uppgiften att värmeflödet inifrån jorden är 0,0015 kWh per kvadratmeter och dygn. Räkna ut medeleffekten på den energikälla som finns i jordens inre!
- D. Uppskatta den globala energiomsättningen vid fotosyntesen ( i TW) utifrån följande:  
 Solarkonstanten är 1,36 kW/m<sup>2</sup>  
 Jordens radie är 6400·10<sup>3</sup> m.  
 Cirka 50 % av instrålningen från solen absorberas eller reflekteras av atmosfären.  
 Det fotosyntetiserande växttäcknet utgör cirka 30% av vårt klot.  
 Av den strålning som infaller mot växterna tillgodogör sig dessa i medeltal 1%.
- E. I samband med fotosyntesen talar man om NPP, dvs. Net Primary Productivity: Den uttrycks i den mängd kol som binds av växterna under ett år, dvs. NPP är ett mått på ökningen av växternas biomassa under ett år. Ett aktuellt värde är 59,0 Pg C per år. Prefixet P (peta) = 10<sup>15</sup>  
 (Värdet är hämtat från [http://daac.ornl.gov/NPP/npp\\_home.html](http://daac.ornl.gov/NPP/npp_home.html)  
 Adressen till det aktuella databladet är  
[http://daac.ornl.gov/NPP/html\\_docs/npp\\_ccycle.html](http://daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_ccycle.html))  
 För att bilda en mol socker vid fotosyntesen behövs cirka 2800kJ.  
 Uppskatta med hjälp av dessa uppgifter den NPP-energi som per sekund fixeras i växternas biomassa, uttryckt i TW!

#### *Energiflödet i samhället*

- F. Från British Petroleum (<http://www.bp.com/worldenergy/>) hämtas uppgifter om världskonsumtionen av olja, kol och gas för år 1999:  
 Olja: 3462 Mtoe  
 Kol: 2130 Mtoe  
 Gas: 2064 Mtoe  
 Ersätt med ledning av dessa uppgifter frågetecknen i följande: Växter från tidigare epoker har omvandlats till olja, kol och gas. Människan använder för närvarande ?TW (olja ?TW, kol ?TW, gas ?TW). Se figur 5!
- G. År 1999 genererades enligt BP:s energistatistik 650 Mtoe kärnenergi. Räkna ut vilken effekt detta motsvarar i TW, och vilken elektrisk effekt detta ger vid verkningsgraden 0,3.
- H. År 1999 genererades enligt BP:s energistatistik 227 Mtoe hydroelektrisk energi. Vilken effekt i TW motsvarar detta?

- I. År 1997 genererades 8689 TWh elektrisk energi av fossila bränslen, enligt 'Annual Energy Report' från Europeiska Kommissionen, Generaldirektoratet för energi och transport, [http://europa.eu.int/comm/energy/en/etf\\_1\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/energy/en/etf_1_en.html)  
Räkna ut vilken effekt detta motsvarar i TW, och vilken fossilbränsleeffekt detta ger vid verkningsgraden 0,3.
- J. År 1998 var världens 'Total primary energy supply' 9491 Mtoe, enligt 'International Energy Agency'. Av detta utgjorde energi från biomassa i olika former 11,2%. Vilken effekt i TW motsvarar detta? (I energi från biomassa ingår inte mat.)  
(<http://www.iea.org/statist/keyworld2002/key2002/keystats.htm>)
- K. År 1998 var som nyss nämnts världens 'Total primary energy supply' 9491 Mtoe. Av detta utgjorde energi från alternativa energikällor (sol, vind, jordvärme) 0,4%. Vilken effekt i TW motsvarar detta?

### Lösningförslag

#### *Energiflödet i naturen*

**A.** Solarkonstanten gör det möjligt att räkna ut solens effekt, då avståndet jord-sol är känt (arean av ett klot beräknas med formeln  $4\pi R^2$ ):

$$4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 \cdot 1,36 \cdot 10^3 \text{ W} \approx 4 \cdot 10^{14} \text{ TW}$$

**B.** Eftersom jordradien är  $6400 \cdot 10^3 \text{ m}$  blir instrålningen

$$\pi \cdot (6400 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,36 \cdot 10^3 \text{ W} \approx 18000 \cdot 10^{13} \text{ W} \approx 2 \cdot 10^5 \text{ TW}$$

**C.** Jordens inre är en energikälla. Energiflödet vid jordytan är 0,0015 kilowatt-timmar per kvadratmeter och dag (Foley, 1992, s 161). Jordens effekt blir då:

$$[4\pi(6400 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,0015 \cdot 1000 \cdot 3600] \text{Ws} : [24 \cdot 60 \cdot 60] \text{ s} = 32 \cdot 10^{12} \text{ W} \approx 30 \text{ TW}$$

Denna effekt kommer till 40% från kärnreaktioner i jordens inre och till 60% från inre energi ("värme") som är kvar sedan jorden bildades (Foley, 1992, s 160).

**D.** Man utgår från solarkonstanten, dvs. instrålningen på en kvadratmeter som är vinkelrät mot strålningen och befinner sig utanför atmosfären:  $1,36 \text{ kW/m}^2$   
Jordens radie sätts till R. Vi räknar till att börja med utan atmosfär. Instrålningen per kvadratmeter på den jordhalva som är belyst blir i medeltal

$$(1,36\pi R^2) : (0,5 \cdot 4\pi R^2) = 0,68 \text{ kW/m}^2$$

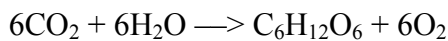
Om man också beaktar att en kvadratmeter bara är belyst på dagen så sjunker detta värde med hälften. Vidare gäller att cirka 50 % av strålningen absorberas eller reflekteras av atmosfären. Detta ger

$$0,68:4 = 0,170 \text{ kW/m}^2 = 170 \text{ W/m}^2$$

Om vi nu antar att växttäckets tillgodogör sig 1% av infallande strålning, och att växttäckets utgör cirka 30% av vårt klot (kontinenter, sjöar och kustvatten), så blir den totala energiomsättningen

$$170 \cdot 4\pi(6400 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,3 \cdot 0,01 \text{ W} \approx 260 \text{ TW}$$

**E.** Utgångspunkten är som nämnts i uppgiften att NPP är 59,0 Pg C per år, samt att det behövs cirka 2800 kJ för att bilda en mol socker vid fotosyntesen.



Av formeln för fotosyntesen framgår att bildning av 1 mol socker innebär fixering av  $6 \cdot 12 = 72$  g kol. För att fixera  $59 \cdot 10^{15}$  g kol i biomassa behövs då  $[(59 \cdot 10^{15}) : 72] \cdot (2800 \cdot 10^3) \approx 22,9 \cdot 10^{20}$  J. Det ger effekten

$$[(22,9 \cdot 10^{20}) \text{ J}] : [(365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s}] \approx 73 \text{ TW}$$

Detta kan jämföras med att människans uttag av biomassa till bränsle är c:a 1,5 TW. Eftersom mycken biomassa förekommer i för människan otillgänglig form kan man fråga sig hur hårt vi tär på den förnybara NPP-resursen. Var går gränsen för hållbarhet?

### *Energiflödet i samhället*

#### Olja, kol och gas

**F.** Från British Petroleum (<http://www.bp.com/worldenergy/>) hämtas som nämnts uppgifter om världskonsumtionen av olja, kol och gas för år 1999:

Olja: 3462 Mtoe                      Kol: 2130 Mtoe                      Gas: 2064 Mtoe

Eftersom 1Mtoe =  $4,19 \cdot 10^4$  TJ ger detta följande effekt för olja:

$$(3462 \cdot 4,19 \cdot 10^4) \text{ TJ} : (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s} = 4,6 \text{ TW}$$

På analogt sätt erhålls 2,8 TW för kol och 2,7 TW för gas.

Kärnenergi

**G.** År 1999 genererades enligt BP:s energistatistik 650 Mtoe kärnenergi. Detta ger 0,86 TW. Eftersom verkningsgraden är 0,3 blir den genererade elenergin  $0,26 \text{ TW} \approx 0,3 \text{ TW}$ .

Hydroel

**H.** År 1999 genererades enligt nämnda statistik 227 Mtoe hydroelektrisk energi. Detta ger 0,30 TW. Verkningsgraden för ett vattenkraftverk är nära 100%.

El från fossila bränslen

**I.** År 1997 genererades som nämnts 8689 TWh elektrisk energi av fossila bränslen, enligt 'Annual Energy Report' från Europeiska Kommissionen, Generaldirektoratet för energi och transport, [http://europa.eu.int/comm/energy/en/etf\\_1\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/energy/en/etf_1_en.html)

Detta motsvarar effekten  $8689 \text{ TWh} : (365 \cdot 24) \text{ h} = 1,0 \text{ TW}$ . Eftersom verkningsgraden för ett fossileldat elkraftverk är 0,3 motsvarar detta en fossilbränsleeffekt på 3,3 TW

Energi från biomassa i olika former

**J.** År 1998 var världens 'Total primary energy supply' 9491 Mtoe, enligt 'International Energy Agency'. Av detta utgjorde energi från biomassa i olika former 11,2%.

(Se <http://www.iea.org/statist/keyworld2002/key2002/keystats.htm>)

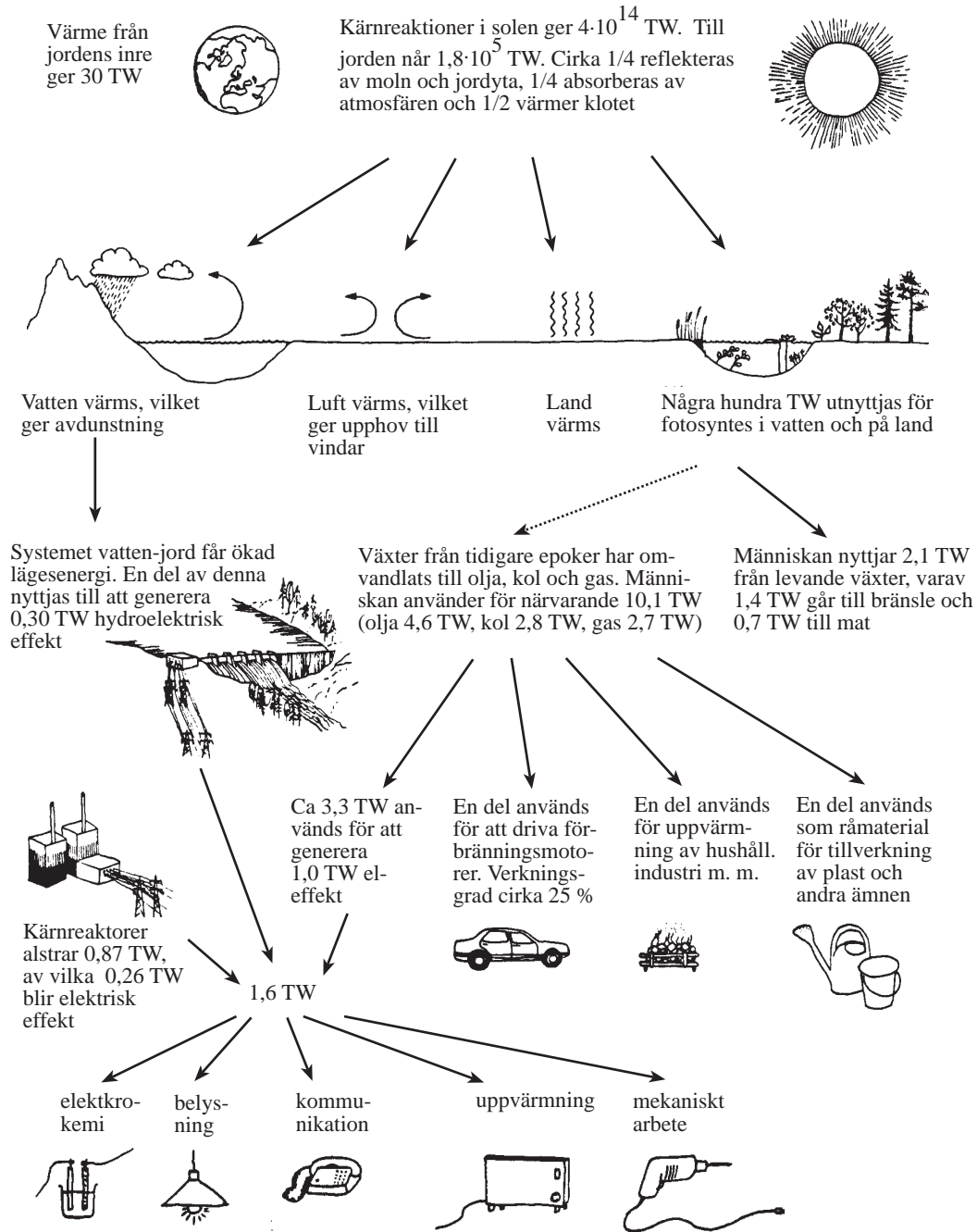
Detta motsvarar  $(9491 \cdot 0,112 \cdot 4,19 \cdot 10^4) \text{ TJ} : (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s} = 1,4 \text{ TW}$

Energi från alternativa källor

**K.** Energi från alternativa energikällor (sol, vind, jordvärme) utgjorde 0,4%. Detta motsvarar 0,05 TW.

Det kompletta flödesschemat finns på nästa sida.





Figur 7. Energiflödet genom naturen, tekniken och samhället strax före år 2000.



*WORKSHOP 5*

*VÄXTHUSEFFEKTEN,  
TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET*



---

## VÄXTHUSEFFEKTEN, TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET

---

Vad är växthuseffekten? Hur påverkas den av människans aktiviteter? Vad kan man göra för att motverka att den ökar? Elevers tankar om dessa och andra frågor behandlas i denna workshop, som inleds med att läsaren funderar över hur elever förklarar vad växthuseffekten är. Sedan presenteras sex kategorier som karaktäriserar elevernas förklaringar och som öppnar nya möjligheter att undervisa. Härefter redovisas elevers syn på hur stora utsläpp av koldioxid bör vara för i- respektive u-länder, och vilka följderna blir av en kraftig nedskärning av nuvarande utsläppsnivåer. Detta för in tekniken och samhället i resonemanget, och frågan om växthuseffekten och dess förstärkning framstår därmed i all sin komplexitet. Konsekvenser av detta för undervisningen diskuteras, och ett diagnostiskt test som speglar komplexiteten föreslås. Slutligen uppmärksammas en för undervisningen intressant databas, som bl. a. innehåller uppgifter om utsläpp av koldioxid från fossila bränslen för många av världens länder, i en del fall så långt tillbaka som 1700-talet.

### *HUR ELEVER FÖRKLARAR VÄXTHUSEFFEKTEN*

Följande fråga har ställts till elever i skolår 9 och 3 gy vid den nationella utvärderingen 1998<sup>1</sup>:

I många olika sammanhang talas det om växthuseffekten. Förklara med egna ord vad växthuseffekten är!

Här följer ett antal elevsvar:

1. Växthuseffekten innebär att det blir varmare och isen i polområdena smälter samt att vattennivån stiger med 70 meter.
2. Växthuseffekten påverkas av bilgaser, förbränning av kol m. m. Det är koldioxiden som gör att växthuseffekten ökar. När växthuseffekten ökar så höjs medeltemperaturen, detta gör att bl. a. att isen smälter vid polerna och att vattennivån höjs.
3. Typ ett lock över världen som gör att det blir varmare.

4. Orsakas av koldioxid som ligger som ett isolerande skikt runt jorden. Detta kommer från förbränning, främst av fossila bränslen.
5. Ozonet tunnas ut och mer av solens farliga och varma strålning höjer temperaturen och polarisarna smälter.
6. De miljögifter och övriga föroreningar som människan släppt ut de senaste 200 åren (då de i och med industrialismen och utvecklingen blev mer än bara lokala), växt till en sådan nivå att de börjat "äta" sig igenom ozonlagret, ett lager naturlig ozon (3 sammansatta O-molekyler), som skyddar världen från solens hetta och strålar. När ozonlagret försvinner, höjs jordens medeltemperatur, polerna smälter, havsnivån höjs, land översvämmas, kartan ändras, golfströmmen ändras, m.m. m.m.....
7. Avgaser och andra utsläpp gör att klimatet blir varmare genom att det bildas lager av ämnen i atmosfären som inte släpper ut värmen.
8. När vi kör bil och på andra sätt släpper ut gaser (som t. ex. koldioxid) i luften ökar värmen på jorden eftersom koldioxiden gör så att värmen stannar kvar istället för att åka ut i rymden igen.
9. Solstrålarna träffar jorden, men hindras att studsas tillbaka av ozonlagret.
10. Det är att koldioxidhalten ökar i atmosfären när man bränner bl. a. fossila bränslen. Koldioxiden lägger sig som ett inre skal och släpper inte ut solstrålarna efter att de har varit och studsat mot jorden!
11. Koldioxid kommer ut i atmosfären och den värms långsamt upp p.g.a. att det bildas ett slags täcke vilket solstrålar kommer in igenom, men värmen kommer inte ut.
12. Solens långvågiga strålar tränger lätt igenom atmosfären. De värmer upp jorden. Jordens kortvågiga värmestrålning däremot kan inte lika lätt tränga igenom vår atmosfär (som består av gaser). På så sätt hålls jorden varm som ett växthus.

### *UPPGIFT 1*

- A. Hur tycker du att en vanlig elev bör kunna svara på denna fråga efter avslutad grundskola? Efter avslutad gymnasium?
- B. Hur betydelsefullt är det att ha kunskap om vad växthuseffekten är när det gäller att förhålla sig till problemet med ökningen av växthuseffekten och följderna av denna?
- C. Ger elevsvaren upphov till några reflexioner om undervisningen angående växthuseffekten? I så fall vilka?

## ANALYS AV ELEVSVAR

### *Växthuseffekten och växthusgaser<sup>2</sup>*

Vårt klot befinner sig i ett flöde av energi. I huvudsak kortvågig strålning från solen träffar jorden. En del går tillbaka ut i kosmos genom spridning i luften och reflexion mot moln och mark. Resten absorberas av hav och land och värmer planeten. Från dess yta avges långvågig s. k. värmestrålning. En klar natt är utflödet större än inflödet. Då blir det kallare. En solig dag råder det omvända förhållandet. Då blir det varmare. Processen 'inflöde-utflöde' tenderar att reglera sig själv så att energibalans inställer sig, d. v. s. inflödet är lika med utflödet.

Förhållandet mellan in- och utstrålning för en given ort varierar över tid. För en given tidpunkt är den olika för olika orter på jorden.

Om jorden vore utan atmosfär skulle medeltemperaturen vid ytan vara cirka – 18 °C. Närvaron av atmosfär hindrar en del av den inkommande strålningen från att tränga igenom, men absorberar också en stor del av värmestrålningen från jordytan och återsänder den delvis till denna. Nettot blir att jorden vid sin yta mottar mer energi med atmosfär än utan, vilket gör att medeltemperaturen vid jordytan blir högre med än utan atmosfär (+15 °C). Detta är innebörden i den s. k. växthuseffekten.

De gaser i atmosfären som absorberar den långvågiga strålningen från jordytan kallas drivhusgaser eller växthusgaser. Den mest förekommande är vattenånga. Andra växthusgaser är koldioxid, metan, dikväveoxid, ozon samt freoner.

Människans olika aktiviteter ökar mängden växthusgaser i atmosfären, vilket förstärker växthuseffekten. Det största bidraget är koldioxid, som bildas vid förbränning av fossila bränslen (olja, kol, gas och ur dessa raffinerade produkter). Som exempel kan nämnas att det är omkring en halv miljard bilar som rullar på vårt klot. För varje kilogram bensin de förbrukar avges cirka tre kilogram koldioxid.

Andelen koldioxid i atmosfären mäts i ppmv, som betyder 'part per million' och där v avser volymsandelar. Mätningar visar på en stadig ökning. Takten är gott och väl 1 ppmv per år. Ökningen sedan 1850 beräknas till 30%.

### Sex förklaringskategorier

För att beskriva elevernas svar på den inledande uppgiften har ett kategorischema skapats. Det bygger på att några komponenter måste integreras då man förklarar växthuseffekten. Dessa är inkommande strålning, utgående strålning, och ett hinder som utgör ett delsystem av atmosfären. Inkommande och utgående strålning passerar samma hinder, fast i olika riktning. Den förra kommer igenom ganska lätt, den senare med svårighet. För att förklara detta behöver man föra in olika egenskaper hos in- respektive utstrålning. Eleverna kan i sina svar ha med fler eller färre av dessa komponenter och i olika kombinationer. Så här ser schemat ut:

A BESKRIVER ENBART FÖLJDER AV, OCH/ELLER ORSAKER TILL, VÄXTHUSEFFEKTEN ELLER DESS FÖRSTÄRKNING

B ASSOCIATION MELLAN (MER AV) NÅGOT (I ATMOSFÄREN) OCH UPPVÄRMNING



———— (modell 1)

Enbart ett hinder införs. Det blir ett skikt, lock etc. av något, som isolerar, gör så att det blir varmt

C FÖRVÄXLING MED 'OZONEFFEKTEN'



———— (modell 2)

Hinder samt inflöde finns med. Bl. a. säger eleverna att mindre ozon ger mer instrålning, vilket gör det varmare

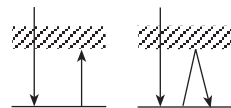
D VÄRME KOMMER INTE UT (STANNAR KVAR)/STUDSAR TILLBAKA PÅ GRUND AV HINDER



(modell 3)

Hinder och utflöde finns med.

E ÅTERKASTNING AV SOLSTRÅLNING(VÄRME) HINDRAS AV NÅGOT (DET SOM KOMMER IN KOMMER INTE UT, HÅLLS KVAR ETC). SAMMA ORD (OFTAST) FÖR INFLÖDE OCH UTFLÖDE



(modell 4)

Hinder samt in- och utflöde finns med. Ingen skillnad på flödena nämns. Ibland inför eleverna hindret först när de talar om utflödet.



F INFLÖDE OCH UTFLÖDE BETECKNAS MED OLIKA ORD; UTFLÖDE HINDRAS/REDUCERAS



(modell 5)

Hinder samt in- och utflöde med olika egenskaper finns med.

### UPPGIFT 2

Använd kategorischemat för att karaktärisera de tolv elevsvaren som listades inledningsvis och diskutera kategorisering med kurskamrater/kollegor.

#### *Växthuseffekten eller dess förstärkning?*


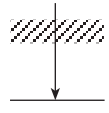
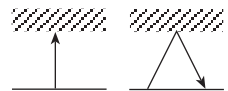
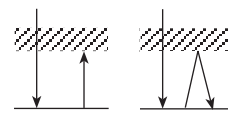
Det är vanligt att elever uppfattar växthuseffekten som det som i själva verket är 'växthuseffektens förstärkning', t. ex.:

- Växthuseffekten är den effekt som blir på grund av att vi människor släpper ut för mycket t. ex. koldioxid.
- Den värme som jorden och alla industrier avger studsar tillbaka ner mot jorden. På så sätt blir det varmare och varmare hela tiden.
- Gaser, som koldioxid och freon, som vi använder på jorden stiger upp till atmosfären där de bildar en hinna. Denna hinna gör att solstrålarna inte åker ut genom atmosfären efter det att de har reflekterats mot jorden. De studsar åter mot jorden och därför blir det duktigt varmt här. Genomsnittstempen höjs varje år.

#### *Undervisningsmöjligheter*

Elevernas förklaringar av växthuseffekten öppnar en möjlighet att utmana deras tänkande. Man kan börja ämnesområdet genom att låta smågrupper diskutera sig fram till en beskrivning av vad växthuseffekten är och sedan redovisa inför klassen. Uppgiften är rimlig eftersom denna effekt är föremål för diskussioner och kommentarer i media. Man kan vänta sig att åtminstone en del av de beskrivna modellerna dyker upp i gruppernas redovisning. Läraren, och kanske andra elever, har då anledning att ställa en del frågor som utmanar respektive modell. Förslag till sådana utmaningar ges i figur 1 nedan. Frågorna till modell 1 går ut på att

stimulera introduktion av flöden eller strålar. Frågorna till de andra modellerna syftar till att vidareutveckla påbörjat flödes- eller strålningsstänkande.

<p><b>modell 1</b></p> 	<p><i>Det blir ett skikt, lock etc. som isolerar, gör så att det blir varmt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varifrån kommer värmen?</li> <li>• Hur går det till då locket isolerar?</li> <li>• Hur går det till då värmen försvinner om locket försvinner?</li> </ul>
<p><b>modell 2</b></p> 	<p><i>Mindre hinder – mer instrålning – varmare</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fylls det på hela tiden? I så fall borde det väl vara jättevarmt på jorden?</li> </ul>
<p><b>modell 3</b></p> 	<p><i>Värme kommer inte ut/studsar tillbaka mot hinder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varifrån kommer värmen?</li> <li>• Har inte den inkommande solstrålningen något med värmen att göra?</li> </ul>
<p><b>modell 4</b></p> 	<p><i>In- och utflöde samt hinder. Ingen skillnad på flödena.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hur kommer det sig att flödet/strålningen kommer in men inte ut genom samma atmosfär?</li> <li>• Om flödet inte kommer ut, borde då inte jorden bli märkbart varmare och varmare? Det är ju påfyllnad hela tiden...</li> </ul>

Figur 1. Förslag till frågor för att stimulera utveckling av modeller för växthuseffekten.

En undervisning i vilken frågor liknande dessa är levande och föremål för diskussion kan förväntas stimulera begreppsutveckling.

## *HUR STORA BÖR UTSLÄPP AV KOLDIOXID VARA FÖR I- OCH U-LÄNDER?*

### *Tre uppgifter*

Vid den nationella utvärderingen 1998 ingick också ett moment med frågor om konsekvenser av en förstärkt växthuseffekt och vad man bör göra för att reducera de hot som föreligger.<sup>3</sup> Eleverna, som var från år 9 på grundskolan och år 3 på gymnasiet, arbetade två och två med vissa uppgifter men svarade var och en för sig. Momentet inleddes med en orientering om växthuseffekten och dess förstärkning:

Utan växthuseffekten skulle jorden vara mycket kall och omöjlig att bo på. Men det finns också en risk för att människans utsläpp av s. k. växthusgaser förstärker den naturliga växthuseffekten så mycket att klimatet på jorden blir varmare. Det kan leda till torka inom stora jordbruksområden och översvämningar av kuster där det bor mycket folk. Men forskarna är inte säkra. Många anser att vi är på väg in i ett varmare klimat och att orsaken är människans utsläpp av växthusgaser. Andra tvivlar på detta.

Härefter vidtog följande uppgift:

Låt oss gå lite närmare in på vad man skulle kunna göra för att motverka en förstärkning av växthuseffekten. En viktig s. k. växthusgas är koldioxid. Det blir mer koldioxid i atmosfären år från år, vilket bidrar till en förstärkning av växthuseffekten. Orsaken till det årliga tillskottet är människans förbränning av fossila bränslen i t. ex. bilar, flygplan, kol- och oljekraftverk och värmepannor. Högt industrialiserade länder har stora utsläpp av koldioxid per person och år, t. ex. USA: 19,3 ton, Australien 15,3 ton, Japan 8,8 ton, Sverige 5,9 ton. I utvecklingsländer är utsläppen betydligt mindre per person och år, t. ex. Brasilien: 1,4 ton, Indien: 0,9 ton. [Värdena är från 1994]

Forskare och andra experter anser att utsläppstakten bara bör vara cirka 1 ton per person och år för att inte växthuseffekten skall skena iväg helt okontrollerat. Enighet råder inte bland experterna, men många anser att det är bråttom att ställa om.

Tänk dig att du deltar i en världskonferens om vad jordens länder skall få göra i detta läge. Fem förslag har lagts fram för i-länder och fem för u-länder.

Vilket förslag för i-länder kommer du att rösta på? Vilket för u-länder?

(forts på nästa sida)

I-LÄNDER SKALL	U-LÄNDER SKALL
A. skära ned sina utsläpp kraftigt till cirka 1 ton per person och år	A. inte få släppa ut mer än cirka 1 ton per person och år
B. skära ned sina utsläpp ganska kraftigt till några få ton per person och år	B. få släppa ut några få ton per person och år, men inte mer
C. skära ned sina utsläpp något	C. få släppa ut flera ton per person och år, men inte så mycket som i-länderna nu gör
D. hålla sig på dagens utsläppsnivå	D. få släppa ut så mycket per person och år som i-länderna nu gör
E. få släppa ut så mycket de vill	E. få släppa ut så mycket de vill

De elever som valde utsläppsalternativ A eller B för i-länder fick en följdfråga:

Hur många år anser du att det skall få gå innan nedskärningen är helt genomförd?

Slutligen ställdes följande två frågor:

Vilka blir konsekvenserna av att man genomför det alternativ du valt för i-länder?

Vilka blir konsekvenserna av att man genomför det alternativ du valt för u-länder?

### UPPGIFT 3

A. Ställ hypoteser om hur elever i skolår 9 och/eller 3 gy besvarar dessa frågor.

B. Tror du att eleverna är radikala eller återhållsamma när det gäller nedskärningar av utsläpp? Varför?

C. Tror du att de anger få eller många konsekvenser? Varför?

### Elevernas svar

Elevernas val av utsläppsalternativ framgår av tabell 1. Svartalternativen har slagits samman enligt följande:

I-land: Kraftig begränsning (A + B), liten eller ingen begränsning (C+D+E)

U-land: Kraftig begränsning (A + B), liten eller ingen begränsning (C+D+E)

Tabell 1. Hur skall utsläpp av koldioxid per person och år begränsas i u-respektive i-land? Procentuell fördelning av elever på olika alternativ, skolår 9 och 3 gy.

	SKOLÅR	
	9 (n=309)	3 gy (n=328)
• kraftig begränsning för både u-land och i-land	73	77
• kraftig begränsning enbart för u- land	13	7
• kraftig begränsning enbart för i- land	9	10
• liten eller ingen begränsning för både u- och i-land	5	6

Beträffande hur många år som skall få gå innan nedskärningen är helt genomförd anger drygt 60% max 10 år. Av övriga svarade de flesta max 25 år.

Elevernas svar angående konsekvenser av en kraftig nedskärning för i-länder framgår av tabell 2 på nästa sida. Som huvudkategorier har identifierats ett antal sektorer av omvärlden som konsekvenserna gäller (A t. o. m. F). Ett elevsvar kan ibland höra till två eller flera huvudkategorier.

Eleverna använder i medeltal en huvudkategori (A t. o. m. F) då de svarar.

Kategorisystemet fångar inte upp eventuella relationer mellan konsekvenser, som eleven uttrycker. Jämför följande svar:

–Ja levnadsstandarden måste sänkas betydligt. Vi måste satsa betydligt mer på miljövänliga artiklar, bilar mm. Vi måste även hitta miljövänliga energikällor, använda oss av vatten, vind och solen. Fabrikers utsläpp måste också minimeras betydligt.

–...Vidare så när det är nästan ingen som får köra bil så behövs inte bilindustrin, det leder till minskad stålproduktion. ...

Det första svaret är en uppräknig av konsekvenser. Eleven uttrycker inte några samband mellan dessa. Det andra är en konsekvenskedja: ingen bilkörning leder till att bilindustrin inte behövs, vilket i sin tur leder till att stålproduktionen minskar. Man kan inte säga att det första svaret är tecken på att konsekvenstänkande i det aktuella sammanhanget saknas. Eleven svarar ju på frågan vilka konsekvenserna blir av att man genomför ett visst utsläppsalternativ. Men det

andra svaret kan sägas gå lite längre. Eleven anger konsekvenser av en konsekvens. Man kan säga att det första svaret bara innehåller primära konsekvenser (i förhållande till den fråga eleven besvarar). Det andra innehåller också sekundära konsekvenser. Andelen svar som innehåller sekundära konsekvenser har uppskattats. För år 9 är den 15% och för år 3 gy 17%. För pojkar är den 8% och för flickor 23%. Den samlade bilden är tydlig – eleven har få huvudkategorier i sina svar och de anger huvudsakligen primära konsekvenser. Sekundära tas mera sällan upp.

Tabell 2. Konsekvenser för i-länder av olika utsläppsalternativ. Översikt av sektorer som konsekvenserna gäller, samt procentuella andelen elever skolårsvis som har med respektive sektor i sitt svar.

KATEGORI	år 9 (n=318)	år 3 gy (n=334)
A. SOCIAL SEKTOR (sänkt standard, ändrad arbetsmarknad, protester)	19	28
B. TRANSPORTER (mindre bilåkning, mer kollektivtrafik)	23	19
C. MILJÖ/HÄLSA (mindre utsläpp, bättre miljö)	23	12
D. INDUSTRI/TILLVERKNING/FORSKNING (mindre produktion, nedläggningar, miljövänlig forskning)	17	16
E. ENERGI (övergång till miljövänligt bränsle, mindre fossila bränslen, sparande)	11	15
F. EKONOMI (omställningen kostar mycket)	10	16
ALLMÄNT UTTRYCKTA KONSEKVENSER	17	16
ÖVRIGT	12	25
EJ BESVARAT	15	11

Man kan se tabell 2 ur olika perspektiv. Som grupp uppvisar eleverna en god bredd, både i år 9 och i år 3 gy. Men om vi går till den enskilde eleven har han eller hon oftast få huvudkategorier i sina svar och tänkandet är för det mesta begränsat till det vi benämnt 'primärkonsekvenser'. Konsekvenser av konsekvenserna tas mera sällan upp.

Denna bild blir mer accentuerad då det gäller svaren för u-land. En bidragande orsak kan vara att eleverna saknar egna konkreta erfarenheter av hur det är att leva i ett sådant land. Några elever reflekterar över de sociala och utvecklingsmässiga problem som en kraftig begränsning av koldioxidutsläpp kan medföra för utvecklingsländerna, men de flesta gör det inte.

*UPPGIFT 4*

Diskutera hur de ovan redovisade resultaten kan användas för att utveckla undervisningen. För gärna denna diskussion med kurskamrater/kollegor både inom No- och So-området

## *FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER*

För att kunna göra rimliga förutsägelser angående vilka konsekvenser det blir av en kraftig nedskärning av koldioxidutsläpp behöver man förstå koldioxidfrågan som ett systemproblem, som gäller natur, teknik och samhälle (system NTS). Till delen 'natur' hör kunskaper om växthuseffekten och vilken roll emission av koldioxid spelar för att förstärka denna. Kunskaper om delen 'teknik' innefattar kunskap om att drygt 80% av människans energiförsörjning tillgodoses av olja, kol och gas, och att veta vilka tekniska system som avger koldioxid, bl. a. elkraftverk och explosionsmotorer i en halv miljard bilar. Bilkörning och elproduktion står för en tredjedel av den årliga världsförbrukningen av olja, kol och gas. Tekniken är invävd i samhället, och det gäller för eleverna att ha en uppfattning om vad förbränning av fossila bränslen betyder för människa och samhälle i i- och u-länder. Följande testuppgifter försöker fånga upp en del av dessa aspekter. De kan användas för exempelvis utvärdering, som utgångspunkt för diskussioner och som hemuppgifter

### **1. Vad är växthuseffekten?**

Ta ställning till om följande påståenden är rätt eller fel (sätt kryss):

	RÄTT	FEL
A. Växthuseffekten är att det blir varmare på jorden därför att vissa ämnen i atmosfären tunnas ut, vilket gör att instrålningen från solen ökar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Växthuseffekten är att ämnen i atmosfären gör att en del av värmeutstrålningen går tillbaka till jorden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Växthuseffekten är att det blir varmare därför att utsläpp lägger sig som ett slags lock över jorden och hindrar värme från att komma ut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### **2. Vad betyder växthuseffekten för människan?**

I en klassdiskussion påstår en elev att om inte växthuseffekten fanns så skulle människan inte kunna leva på jorden. Har eleven rätt eller fel? Bedöm elevens påstående och förklara hur du tänkte!



### 3. Vad kan hända om växthuseffekten ökar?

Här följer några påståenden angående vad som händer om växthuseffekten ökar. Ta ställning till om de är rätt eller fel (sätt kryss):

	TRO- LIGT	OSANNO- LIKT
A. Det smälter en del is vid polerna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Fler människor kommer att få hudcancer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Det blir mer vulkanutbrott och jordskalv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. Det blir mer översvämningar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 4 Vad bidrar till att växthuseffekten ökar eller minskar?

Vad kan man göra för att hejda en ökning av växthuseffekten?

### 5. När avges koldioxid?

Här följer en lista över olika händelser. Om du anser att det avges koldioxid vid händelsen så kryssar du i JA, om inte kryssar du i NEJ.

	JA	NEJ
A. Ett jetplan flyger	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Svavel brinner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Stenkol brinner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. En människa ligger och sover	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E. Ett kärnkraftverk är igång och levererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F. Ett vindkraftverk är igång och levererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G. En oljepanna eldas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 6. När tas koldioxid upp?

Här följer en lista över olika händelser. Om du anser att det tas upp koldioxid vid händelsen så kryssar du i JA, om inte kryssar du i NEJ.

	JA	NEJ
A. Ett träd växer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. En komposthög förmultnar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Alger växer i havet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. En solcell genererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E. Torv och flis eldas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 7. Koldioxiden i avgaserna

I ett laborietest tankar man en bil med 50 kg bensin. Man kör så motorn tills tanken är tom och tar reda på hur mycket koldioxid som kommer ut ur avgasröret under tiden. Vad blir resultatet? Sätt kryss!

- cirka 0,15 kg
- cirka 1,5 kg
- cirka 15 kg
- cirka 150 kg
- cirka 1500 kg

### 8. Andelen olja, kol och gas

Alla människor på jorden använder tillsammans mycket energi. Energin behövs till transporter, uppvärmning, belysning och annat. Viktiga energikällor är olja, kol och gas. Hur stor del av den energi som alla människor på jorden tillsammans använder kommer från olja, kol och gas? Sätt kryss!

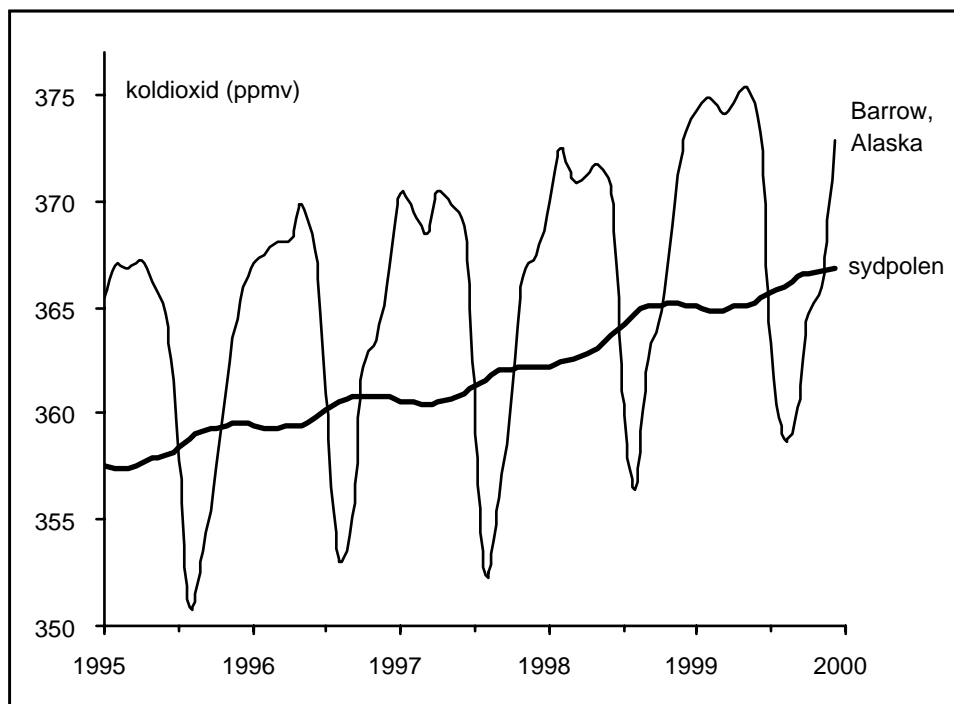
- lite (några procent)
- en del (10-20%)
- ganska mycket (30-40%)
- mycket (50-60%)
- det mesta (70-80%)

### 9. Antal bilar i världen

Ungefär hur många bilar är det som rullar i världen i dag?

- 0,5 miljoner
- 5 miljoner
- 50 miljoner
- 500 miljoner
- 5000 miljoner

### 10. Vad kan man utläsa ur kurvorna?

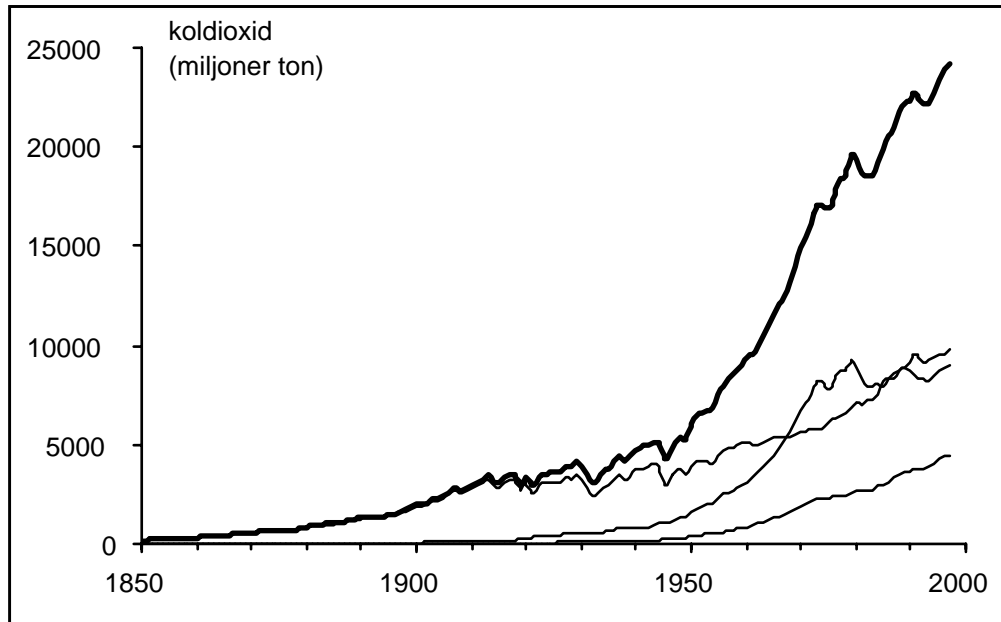


Bilden visar hur koldioxidhalten i atmosfären varierar över tid vid två platser, sydpolen och Barrow, Alaska. Mätningarna är gjorda en gång per månad.<sup>4</sup>

- A. Förklara varför båda kurvorna lutar uppåt om man går framåt i tiden!
- B. Förklara varför båda kurvorna pendlar fram och tillbaka.
- C. Förklara varför pendlingen är liten vid sydpolen och stor vid Barrow.
- D. Förklara varför sydpols-kurvan har dalar (minima) samtidigt som barrow-kurvan har toppar (maxima).

## *ATT FUNDERA ÖVER DATA OM KOLDIOXIDUTSLÄPP FRÅN OLIKA LÄNDER<sup>5</sup>*

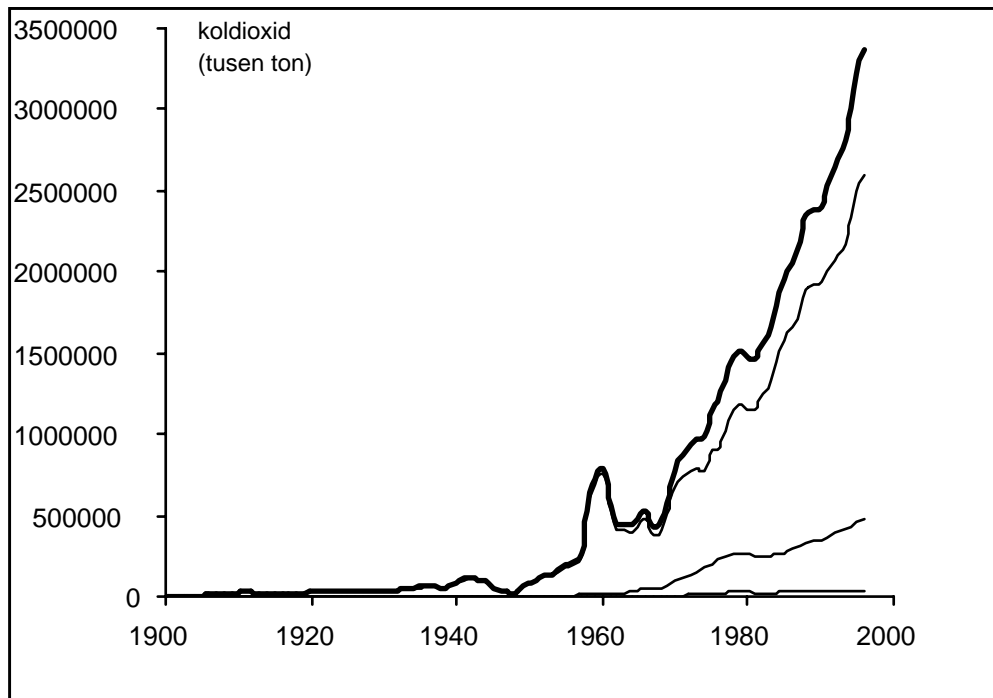
### **Uppgift 1. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, hela världen**



Den tjockare kurvan visar världens samlade CO<sub>2</sub>-emission till atmosfären per år från fossila bränslen sedan 1850. De tunnare kurvorna visar bidragen från fasta, flytande respektive gasformiga fossila bränslen.

Ange vilka av dessa tunnare kurvor som visar fasta, flytande respektive gasformiga bränslen och motivera ditt svar!

## Uppgift 2. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Kina



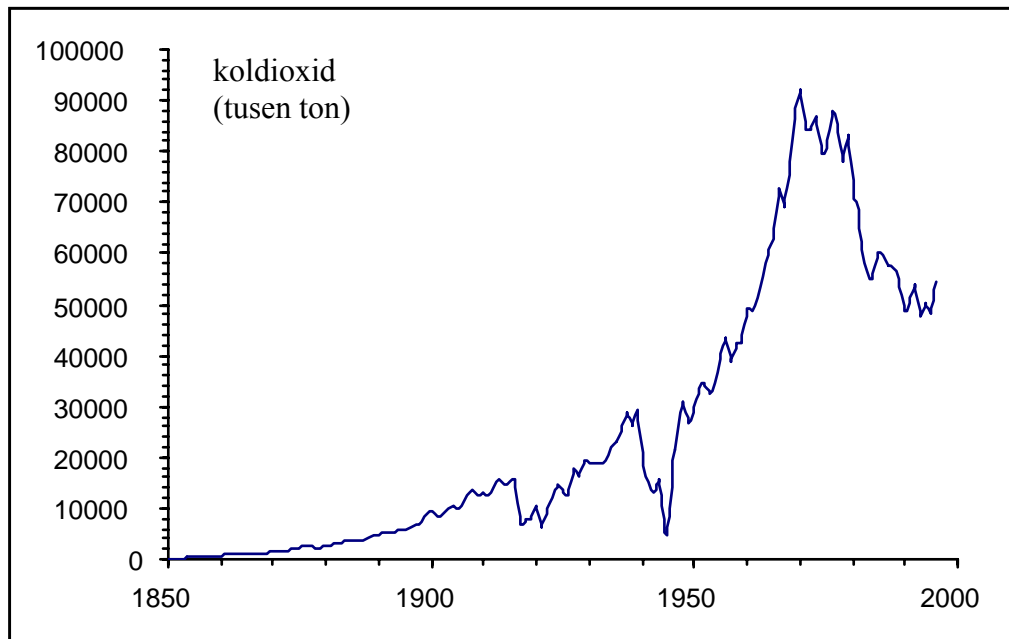
Den tjockare kurvan visar Kinas samlade CO<sub>2</sub>-emission per år till atmosfären från fossila bränslen sedan 1900. De tunnare kurvorna visar bidragen från fasta, flytande respektive gasformiga fossila bränslen.

A. Ange vilka av dessa tunnare kurvor som visar fasta, flytande respektive gasformiga bränslen och motivera ditt svar!

B. Hur kan det komma sig att ett slags fossilbränsle är så dominerande?

C. Under 60-talet är det en påtaglig nedgång i CO<sub>2</sub>-emissionen. Försök förklara denna nedgång genom att koppla den till händelser i det kinesiska samhällets historia.

### Uppgift 3. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Sverige



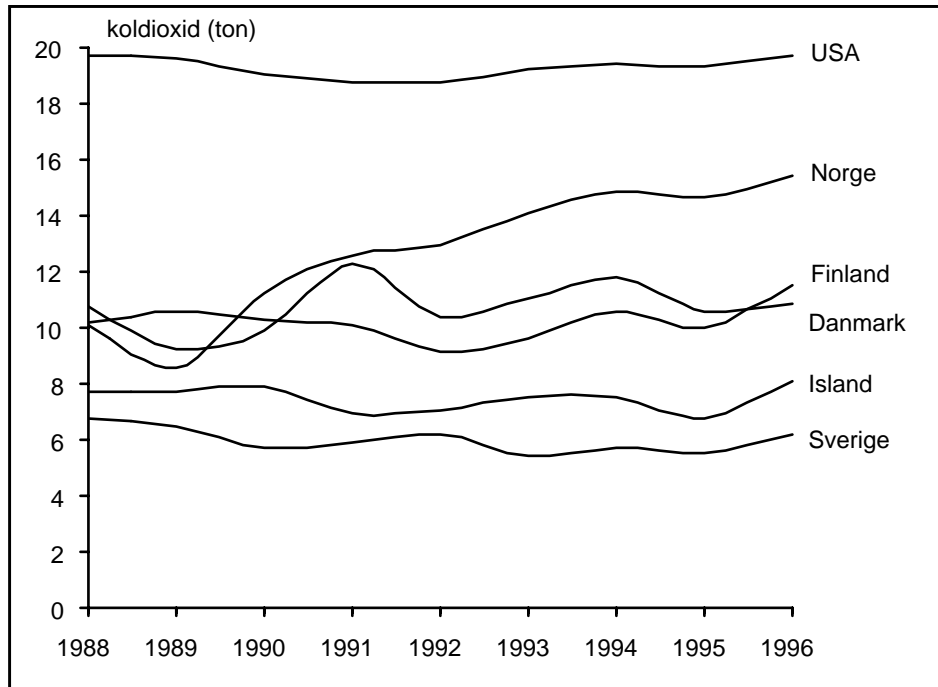
Kurvan visar Sveriges samlade CO<sub>2</sub>-emission till atmosfären per år från fossila bränslen sedan 1850.

A. Förklara de båda nedgångarna under 1900-talets första hälft!

B. Förklara varför kurvan har en så kraftig nedgång från 70-talet och framåt!

C. För Kina i förra uppgiften fanns uttritat bidragen till CO<sub>2</sub>-emission från fasta, flytande respektive gasformiga bränslen. Hur tror du motsvarande bidrag ser ut när det gäller Sverige?

#### Uppgift 4. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, nordiska länder samt USA



Bilden visar emission per capita och år av CO<sub>2</sub> till atmosfären från de nordiska länderna samt USA.

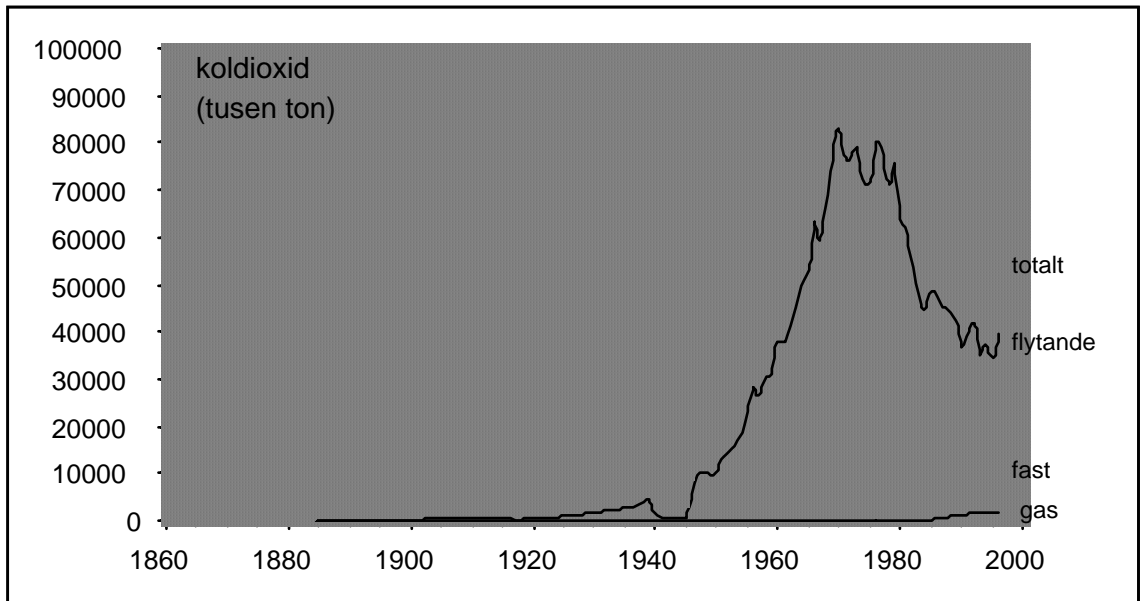
A. Hur kan det komma sig att Sverige ligger lägst?

B. Hur kan det komma sig att Island inte ligger lägre än Sverige trots landets goda tillgång på bl. a. termisk energi från jorden och andra förnybara energikällor?

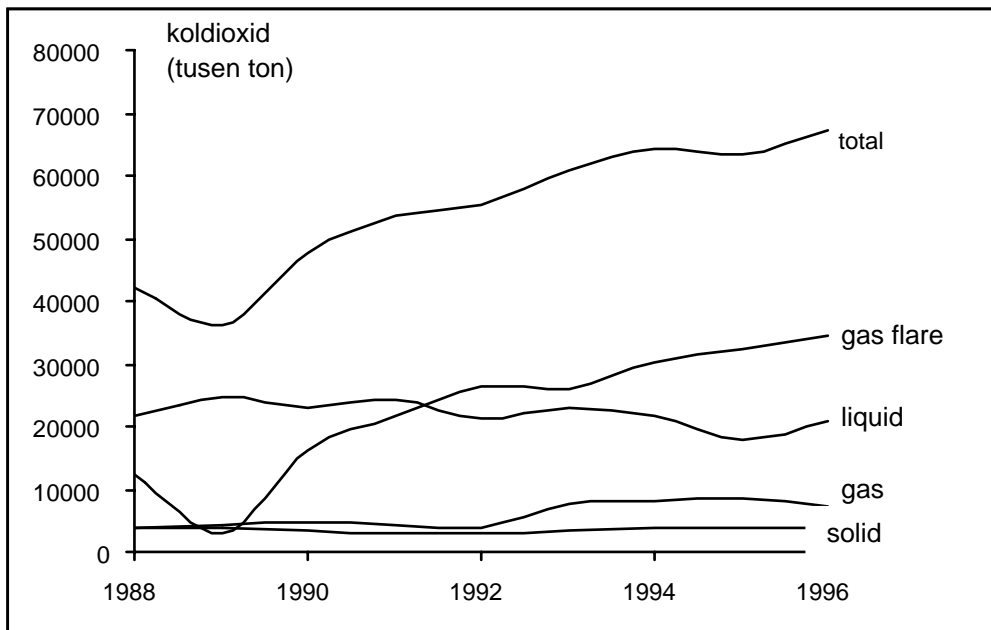
C. Hur vill du förklara att Danmark har nästan dubbelt så stor emission per capita som Sverige, trots att Sverige har ett nordligare läge?

D. Hur kan det komma sig att Norge så markant toppar den nordiska listan?

Facit till fråga 3C.



Ledtråd till fråga 4D.



Samlad emission av CO<sub>2</sub> per år från olika källor, Norge (1988-96)



## NOTER

1. Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin (1999).
2. För dig som vill veta mera om växthuseffekten och dess förstärkning hänvisar vi till Areskoug (1999) och Egeland, Henriksen & Kanestrøm (1999).
3. Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin (1999).
4. Mätdata till detta diagram har hämtats från <http://cdiac.esd.ornl.gov>  
CDIAC betyder Carbon Dioxide Information Analysis Center . Data har laddats ned från internet och importerats i Excel, som sedan ritat upp diagrammet.
5. Data till de diagram som nu följer har hämtats från CDIAC. Se vidare under not 4.

## REFERENSER

- 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.
- Areskoug, M. (1999). *Miljöfysik. Energi och klimat*. Lund: Studentlitteratur.
- Egeland, A., Henriksen, T., & Kanestrøm, I. (1999). *Drivhuseffekten. Jordens Atmosfære og magnetfält*. Universitetet i Oslo.



*WORKSHOP 6*

*NATUR OCH MORAL –  
INTEGRATION ELLER SEPARATION?*



---

## *NATUR OCH MORAL<sup>1</sup>*

### *INTEGRATION ELLER SEPARATION?*

---

Diskussionen om hur människan skall förhålla sig till naturen är i vår tid intensiv och inte utan komplikationer. Bland annat framförs vetenskapliga argument som inte är giltiga i dag, utan speglar äldre tiders synsätt. Skolans roll i detta sammanhang kan verka självklar – undervisningen skall naturligtvis klargöra vetenskapens nuvarande ståndpunkter och förhålla sig kritisk till ogiltiga argument. Men vetenskapligt icke acceptabla uppfattningar kan vara en del av en värdegrund som har stor betydelse för individen, så det gäller att gå fram med takt och känsla, vilket kan vara lättare sagt än gjort. Med denna workshop om 'natur och moral' vill vi stimulera till diskussion och debatt om nämnda problematik. En fråga som kan ställas är t. ex. om naturvetenskapen är ständigt preliminär och att man därför skall ta dess teorier med en betydande nypa salt. En annan fråga är om vetenskapen, vare sig dess 'sanningar' uppfattas som preliminära eller definitiva, har något att komma med när man söker efter det rätta sättet att leva.

### *LÖVGRODAN I SÖDRA SKÅNE*

I Sverige är lövgrodan i dag begränsad till södra Skåne. Arten är, enligt artdatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet, rödlistad i kategorin 'missgynnad', dvs. dess överlevnad är inte säkerställd på längre sikt.

Se <http://www.artdata.slu.se/rodlist.htm> för vidare information om innebörden i 'missgynnad'.

- Anser du att det finns vetenskapligt grundade argument för att bevara lövgrodan? I så fall vilka?
- Anser du att det finns vetenskapligt grundade argument mot att bevara lövgrodan? I så fall vilka?

Notera dina tankar om dessa frågor och diskutera dem med kollegor/kurskamrater!

## *PÅSTÅENDEN I MILJÖDEBATTEN – VILKA HAR VETENSKAPLIGT STÖD?*

I debatten om vår miljö förekommer olika påståenden, avsedda som argument för den ena eller den andra ståndpunkten. Nedan följer ett antal sådana påståenden – om naturen, om livets utveckling och om ekosystem. Anser du att respektive påstående har vetenskapligt stöd eller ej? Svara genom att ringa in en siffra på följande skala:

inget stöd    1    2    3    4    starkt stöd

PÅSTÅENDE	inget vetenskapligt stöd		starkt vetenskapligt stöd	
A. Att bevara vår nuvarande biologiska mångfald är nödvändigt för att inte livet på jorden skall dö ut	1	2	3	4
B. Människan är den biologiska utvecklingens högsta mål	1	2	3	4
C. Om balansen i ett ekosystem rubbas kraftigt genom artutrotning, inställer sig med tiden en ny, annorlunda balans.	1	2	3	4
D. Varje art har en unik och oersättlig uppgift i ett ekosystem.	1	2	3	4
E. Naturen bara utvecklas, utan någon avsikt.	1	2	3	4
F. En individ anpassar sig till miljöförändringar när det behövs genom att ändra sina egenskaper. De nya egenskaperna ärvs.	1	2	3	4
G. Arternas mångfald är uttryck för evolution genom naturligt urval	1	2	3	4
H. Ju artrikare ett ekosystem är desto bättre klarar det störningar.	1	2	3	4
I. Naturen har från början skapats med en avsikt.	1	2	3	4
J. Den biologiska utvecklingen går, om den lämnas ostörd, mot allt större fulländning.	1	2	3	4
K. Den biologiska utvecklingen har inget mål.	1	2	3	4
L. Ostörda ekosystem blir med tiden allt mer stabila och balanserade.	1	2	3	4

Eventuella kommentarer:

## *LÖVGRODAN IGEN!*

Tre elever diskuterar lövgrodans vara eller inte vara.

- Carolina har sett lövgrodor under många söndagspromenader. Hon tycker om lövgrodor. De är så vackra! Därför skall lövgrodan bevaras, anser hon.
- Ludvig anser att lövgrodan måste räddas därför att den har en unik funktion i sitt ekosystem. Om den utrotas rubbas jämvikten i systemet, med risk för kollaps.
- Lisa anser att det inte skall göras några insatser för att rädda lövgrodan. Hon hävdar att de aktuella ekosystemen troligen kommer att fungera bra även utan lövgrodor. Att arter bildas och att arter dör är naturens gång. Ett ekosystem går inte under för den sakens skull.

De konsulterar en ekolog och får då reda på att Ludvigs påstående om ekosystem är vetenskapligt felaktigt, under det att Lisas inte står i strid med vetenskapens nuvarande ståndpunkt. Detta skapar osäkerhet och viss förvirring, särskilt hos Ludvig. Också Carolina känner sig lite tillplattad eftersom Lisa verkar ha fått vetenskapen på sin sida. De vänder sig till dig i förhoppning om att du kan fungera som 'domare' i deras dispyt. Vad gör du i detta läge?

## *FRÅGOR OM NATUR OCH MORAL*

Det torde vara ganska vanligt att uppfattningar om naturen används som argument för ställningstaganden av moralisk art. Här följer ett antal uppfattningar om naturen. Ange möjliga moraliska konsekvenser av respektive utsaga!

UPPFATTNING OM NATUREN	MÖJLIGA MORALISKA KONSEKVENSER
A. Människan är den biologiska utvecklingens högsta mål.	
B. Varje art har en unik och oersättlig roll i ett ekosystem.	
C. Det är små skillnader i DNA mellan människan och andra primater.	

UPPFATTNING OM NATUREN	MÖJLIGA MORALISKA KONSEKVENSER
D. Om balansen i ett ekosystem rubbas kraftigt genom artutrotning inställer sig med tiden en ny, annorlunda balans.	
E. En individ anpassar sig till miljöförändringar när så behövs genom att ändra sina egenskaper. De nya egenskaperna går i arv.	
F. Ju artrikare ett ekosystem är, desto bättre klarar det störningar.	
G. Den biologiska utvecklingen har inget mål.	
H. Ostörda ekosystem blir med tiden allt mer stabila och balanserade	

Eventuella kommentarer:

På nästa sida visas exempel på moraliska konsekvenser som tillfrågade föreslagit.



UPPFATTNING OM NATUREN	MÖJLIGA MORALISKA KONSEKVENSER
A. Människan är den biologiska utvecklingens högsta mål.	A1. Andra organismer än människan är inte lika mycket värda. De kan därför användas för människans behov. A2 Människan har ansvar för andra organismer.
B. Varje art har en unik och oersättlig roll i ett ekosystem.	B Man bör agera för att bevara arter.
C. Det är små skillnader i DNA mellan människan och andra primater.	C. Andra primater bör behandlas som människornas likar. De har rätt att leva fullvärdiga liv.
D. Om balansen i ett ekosystem rubbas kraftigt genom artutrotning inställer sig med tiden en ny, annorlunda balans.	D. Det gör inget om man påverkar ett ekosystem. Om störningar uppstår regleras dessa efter hand av naturen.
E. En individ anpassar sig till miljöförändringar när så behövs genom att ändra sina egenskaper. De nya egenskaperna går i arv.	E. Det är inte fel att förändra miljön, eftersom organismerna har mekanismer för anpassning.
F. Ju artrikare ett ekosystem är, desto bättre klarar det störningar.	F. Man bör bevara arter.
G. Den biologiska utvecklingen har inget mål.	G. Människan har inget speciellt ansvar eftersom hon inte har någon särställning i naturen.
H. Ostörda ekosystem blir med tiden allt mer stabila och balanserade.	H. Man bör undvika att ingripa i naturens ordning, t. ex. genom artutrotning, föroreningar och destruktion av boplatser.

Naturuppfattning A, B E, F och H är inte vetenskapligt acceptabla utsagor i våra dagar, däremot C, D och G. Gör detta att de påstådda 'moraliska konsekvenserna' av C, D och G har större tyngd och kan göra större anspråk på att vara rättesnören än de övriga?

## *EN TILLBAKABLICK PÅ HISTORIEN*

De flesta människor ställer väl då och då existentiella frågor: Hur blev världen till? Varifrån kommer jag? Vad händer efter döden? Vilken är meningen med mitt och andras liv? Hur skall jag leva – vad är rätt och vad är fel? Svaren torde påverkas av mycket, såsom värderingar, verklighetsuppfattning i stort och smått, erfarenheter och den situation i vilken man befinner sig.

### *Medeltiden: ett sammanhängande orienteringssystem*

Genom historien har naturvetenskapens landvinningar påverkat hur människor ser på sin existens och hur hon tar ställning i moralfrågor. Under medeltiden kunde, som i Dantes 'Den gudomliga komedin', kosmologi och religion vara väl integrerade. Jorden var världsalltets centrum.<sup>2</sup> Runt omkring denna roterade de olika himmelssfärerna. I jordens centrum fanns helvetet. Gud, som skapat världen och dess ordning, residerade i den yttersta sfären, som bestod av himmelsk materia. Människan befann sig mitt emellan, iakttagen av Gud från en utmärkt utsiktsplats och riskerande att hamna i helvetet. Varje människa bestod av både himmelsk och jordisk materia – själ och kropp. Meningen med existensen var att frälsa själen till evigt liv hos Gud.

### *Nya tidens början: religion och naturvetenskap i samklang*

Fysik, kosmologi och religion korresponderade väl med varandra i det nu skisserade medeltida orienteringssystemet, och därför är det kanske inte så förvånande att övergången till en heliocentrisk bild av kosmos inte utan vidare accepterades av kyrkan. Den nya synen så att säga flyttade Gud en bit bort från människan, i all synnerhet som astronomerna mer och mer insåg vilka enorma avstånd det var till stjärnorna. Då ändrades det religiösa rummet. Det var t. ex. möjligt att, som fysikoteologerna gjorde på 1700-talet, tänka sig att Gud fanns överallt i sin skapelse.<sup>3</sup> Växter och djur, liksom naturlagarna, uppfattades som tecken på Guds närvaro. Att studera naturen var med andra ord ett sätt att försöka förstå Den Högste. Och om Gud fanns i naturen så var det väl ganska naturligt att tänka sig att dessa studier kunde ge vägledning i det rätta sättet att leva.

Även om uppfattningen om kosmos ändrade struktur och naturlagarna formulerades om så kunde man fortfarande hävda att naturen och dess ordning skapats av Gud och var uttryck för hans vilja. Detta var en utgångspunkt för Linné. Arterna tänktes ingå i en hierarki med Gud överst, följd av änglarna, människan, djuren och lägre livsformer. Antalet arter var fixt, givet av Gud i skapelsen. Människan var kronan på hans verk.

### *Evolutionsteorin: naturvetenskapen och Gud skiljs åt*

Linnés tankemönster förändrades radikalt av Lamarck<sup>4</sup>, som vände den accepterade ordningen upp och ner. Livet utgick enligt honom inte från Gud utan från lägre stående organismer, från vilka mer komplexa arter med tiden uppstod på grund av förändringar i omgivningen. Darwin utvecklade dessa tankar vidare. Han samlade belägg för evolutionen och introducerade teorin om naturligt urval som förklaring till evolutionära förändringar. Teorin har successivt fördjupats och bestyrkts genom landvinningar inom bl. a. genetik.

Till den nutida evolutionsteorin hör att utvecklingen sker genom naturligt urval. Det finns inget antagande om ett syfte i denna teori. Given vissa betingelser har naturen organiserat sig själv till enkla levande system vars egenskaper och funktioner regleras av arvsmassan (oftast DNA). Denna förändras slumpmässigt, vilket medför att individer i en population har olika egenskaper. Variationen gör att vissa individer klarar sig i en miljö med dess förändringar bättre än andra. De får talrikare avkomma, dvs. deras egenskaper blir mer företrädade i populationen. På detta sätt förändras en population av en art, och nya arter uppstår, helt utan avsikt och mål. Evolutionen pågår hela tiden. De organismer som har egenskaper lämpliga för att skaffa avkomma i en given miljö kommer att utgöra en växande andel av populationen. Övriga får fåtaligare avkomma och deras andel av populationen minskar. Inga nu levande arter är någon slutpunkt för evolutionen.

Det är alltså materiens egenskaper, slumpen och det naturliga urvalet som enligt den vetenskapliga synen ger upphov till mångfalden av arter. Gud, en högre intelligens, en plan, ett syfte eller vad man nu skall kalla det, finns inte med i denna teoribyggnad. Detta betyder inte att biologin förnekar Guds existens, eller att teorierna på något sätt bevisar att Gud inte finns.

### *Evolutionsteorin och ekosystem*

Evolutionsteorin har konsekvenser för hur man förstår ekosystem. Dessa uppfattas som tidsberoende konstellationer vilka evolutionen frambringat genom att populationer av olika arter anpassat sig till varandra och till den föränderliga fysiska miljön. Ekosystem är inte uttryck för att naturen vet bäst – de bara evolverar. De har inget mål som t. ex. att sträva mot ett fulländat slutstadium med stor artrikedom och jämvikt.

Den här synen torde vara den som omfattas av de flesta ekologer. Men det var inte så länge sedan som man såg saken annorlunda. Den amerikanske ekologen Frederic Clements<sup>5</sup> lanserade på 1930-talet en teori om ekologisk succession som gick ut på att ekosystem utvecklas mot ett klimaxstadium som karaktäriseras av stor stabilitet under mycket långa tidsperioder. Enligt denna syn vet naturen bäst och evolverar mot fulländning.

Det är inte nödvändigt att bevara den biologiska mångfald som finns i dag för att livet som sådant skall bestå. Om inte annat visar evolutionens historia att livet gått vidare trots att en ansenlig mängd arter slagits ut. Nutida ekologer påpekar att stor

artrikedom hos ett ekologiskt system inte nödvändigtvis medför stabilitet. Relationen mellan stabilitet och diversitet är mer komplicerad än så. Ett exempel är barrskog på norra halvklotet, som är relativt artfattig. Om stora arealer av denna ödeläggs genom skogsbrand blir det ändå efter en tid återigen barrskog på den förstörda arealen, vilket är en form av stabilitet. Men motsvarande destruktion av den mycket artrika tropiska regnskogen leder inte till återkolonisation, dvs. regnskogen är i detta avseende, trots sin diversitet, instabil.<sup>5</sup>

## *SKOLANS ROLL?*

Är relationen mellan naturuppfattning och moral någonting att ta upp i skolans undervisning. Vi tycker det, av följande skäl:

Debatten om hur människan skall förhålla sig till naturen är i vår tid intensiv och komplicerad. Den går inte att undvika. Olika intressen försöker hävda sig med varierande argument, inte minst naturvetenskapliga. Det framstår därför som angeläget att eleverna kan skilja på vetenskapligt acceptabla och ej längre giltiga utsagor så att de kan genomskåda ogiltiga argument för att någon intressent anser sig ha den rätta moralen.

I detta sammanhang noteras att vid den nationella utvärderingen 1998 gällde en av testuppgifterna att bedöma om ett antal påståenden om biologisk mångfald var rätt eller fel.<sup>7</sup> Ett påstående var:

Att bevara den biologiska mångfald vi har är nödvändigt för att inte livet på jorden skall dö ut

Det var 17%, 12% och 10% i skolor 5, 9 respektive 12 som svarade att påståendet var felaktigt, dvs. gav ett svar i enlighet med vetenskapens nuvarande ståndpunkt. Är det skolans ekologiundervisning som förmedlat den felaktiga uppfattning som påståendet uttrycker eller förlitar sig eleverna mera på den allmänna opinionen än sina biologilärare?

Allmänt sett kan det nog också vara både stimulerande och befriande att hålla isär vetenskap och värderingar, och inse att det är människan som avgör vilka värderingar som skall gälla. Argumentet 'Jag tycker att lövgrodan skall bevaras därför att den är vacker och därför att jag tycker om den' är så gott som något! Naturen tvingar inte på oss någon moral, men kunskaper om hur den fungerar är en viktig, för att inte säga oundgänglig, del av diskussionen om hur samhällen skall inrättas och livet levas.

Å andra sidan behöver frågor om natur och moral hanteras med takt och känsla, eftersom vetenskapligt icke acceptabla uppfattningar kan vara en del av en värdegrund som har stor betydelse för individen.

I nästa avsnitt följer en artikel av Torbjörn Fagerström som ytterligare belyser workshopens tema.

---

## *MED EKOLOGI SOM LOCKBETE<sup>8</sup>*

*av*

*Torbjörn Fagerström*

---

Vem, tänker jag när jag stannar min kundvagn vid mjölkdisken, vem äger egentligen ett ord? Vem bestämmer dess klangfärg, vem formar dess över- och undertoner? "Ekologisk mjölk". Jag väger paketet i handen. Baksidestexten berättar att detta är mjölk som producerats utan vare sig konstgödsel eller bekämpningsmedel. Övertonerna säger att sådan mjölk är bra; underförstått är att mjölk som framställts på annat sätt är sämre. Längre bort - till höger om charken - hittar jag ekologiskt socker, sedan kaffe.

Min erfarenhet från både ideell naturvård och akademisk ekologi får mig att fundera över ordet ekologi och dess vitt skilda betydelser i olika sammanhang. Vid universiteten är ordet ekologi varken mer eller mindre rikt på övertoner än de ord som betecknar andra naturvetenskapliga ämnen. Naturvetenskapens uppgift är ju att klarlägga de principer och samband i naturen som vi kan kalla naturlagar. Dessa lagar är principiellt oberoende av oss människor; de fanns långt innan vi började studera naturen och de kommer att finnas långt efter att vi lämnat scenen. Naturlagarna själva är alltså inte sociala konstruktioner, vilket en del vildhjärnor understundom hävdar, men våra uppfattningar om naturen kan vara mer eller mindre socialt betingade. De bäst underbyggda vetenskapliga teorierna har ett litet, kanske försumbart, inslag av sociala faktorer, medan en del populära uppfattningar tycks vara i stånd att sväva fritt i de riktningar där de bäst fyller sina sociala funktioner, utan krav på vetenskapliga tester eller andra prov på sanningshalt. Det är nog i kontrasten mellan dessa olika typer av mänskligt tänkande som vi ska söka förklaringen till ekologins skilda betydelser, tänker jag medan jag ställer mig i kön till charken. "Ekologisk korv." Ingenting förvånar mig längre.

Men åter till den vetenskapliga ekologin. Centrala delar av detta ämne handlar om hur de levande organismerna påverkar och påverkas av den icke-biologiska miljön - till exempel jordmån och väder - och den biologiska - exempelvis genom att de samverkar med, konkurrerar med, äter av eller parasiterar på andra organismer. Andra inriktningar studerar hur energi och näringsämnen omsätts i ekologiska system; åter andra hur organismerna anpassas till skilda omvärldsförhållanden genom naturligt urval.

Den vetenskapliga ekologin har således ett eget ansvarsområde - en egen domän - i utforskandet av naturen, liksom fasta tillståndets fysik, den organiska kemien, paleontologin och varje annan gren på naturvetenskapens träd har egna domäner. Men det finns något som skiljer ekologin från all annan naturvetenskap, något som har att göra med klangfärgen, med över- och undertonerna. Ekologisk mjölk och korv går att marknadsföra med en klangfärg som ger klirr i kassan.

Man kan bekänna sig till ekosofi eller ekofeminism och därvid åtnjuta omvärldens aktning som en djup och ansvarsmedveten tänkare i takt med tiden. Man kan driva en politik som sägs sträva mot ekosocialism och därvid sannolikt få fler röster än om man säger sig bara sträva mot vanlig socialism.

Man kan kort och gott lägga till prefixet "eko-" i snart sagt vilket sammanhang som helst och därigenom förbättra klangfärgen, öka trovärdigheten och hamna i en bättre dager än de som säger sig inte vara "eko-". Så icke med annan naturvetenskap. Smaka på kombinationerna fysikalisk mjölk, geologiskt kaffe eller cellbiologiskt socker. De torde knappast glädja någon marknadsförare. Kemisk korv ger inte heller några påtagligt positiva vibrationer. Och för att våga skriva paleo- feminism, petrosofi eller fasta tillståndets socialism måste jag nästan först göra korstecken. Nej, det är något särskilt med just ekologi, något som knappast alls har med dess vetenskapliga innebörd att göra.

Detta särskilda är att ordet ekologi både är en gren av naturvetenskapen och ett uttryck för en natursyn. Enligt denna syn är naturen ändamålsenlig och dess normala tillstånd är att vara i något slags balans. Vidare uppfattas människan regelmässigt som en förstörande kraft som rubbar denna balans.

Det som är naturligt uppfattas därför som bättre än det som är påverkat (eller tillverkat) av människan. En sådan natursyn har tusenåriga anor och är spridd över hela västvärlden. Tankarna lyftes fram av de romantiker som från 1700-talet och framåt fann skönhet i den vildmark som förr mest varit ansedd som illvillig och farlig. De flydde civilisationen och trodde att den inre frid de erfor i naturen uppstod därför att naturen själv är fridfull. Naturen blev ett föremål för poetisk dyrkan - i Stagnelii anda - av det förment gudomliga, ursprungliga och jungfruliga.

Men snart nog biträdades romantikerna av naturvetare som förlänade idéerna en vetenskaplig nimbus. En av de främsta i branschen - den amerikanske ekologen Frederic Clements (1874-1945) - utvecklade en teori om ekosystems struktur och funktion som kom att bli synnerligen inflytelserik. I korthet menade Clements att ett ekosystem är en "superorganism" som, om det lämnas i fred, utvecklas mot ett moget, fulländat så kallat klimax-stadium. Detta stadium är ett uttryck för naturens inneboende målinriktning och strävan efter stabilitet, och människans brukande av naturen måste i möjligaste mån syfta till att bevara detta naturligt ideala tillstånd. Kan jag få 8 hekto kassler, tack.

Dessa tidiga ekologiska tankar, som tycks vara så djupt förankrade i vårt intuitiva tänkande, har vi numera frigjort oss från inom den vetenskapliga ekologin. De visade sig vara ohållbara och kring 1940 var de i stort sett utmönstrade ur facklitteraturen och undervisningen. Men deras ideologiska och politiska övertoner frodas ännu; tankar om att naturen är välordnad och målinriktad och utvecklas mot stabilitet om den lämnas i fred, liksom att varje art har en given funktion att fylla för att upprätthålla denna stabilitet, är mera spridda än någonsin. Ja, så djupt förankrade är dessa populära idéer att många människor blir personligen kränkta när någon för idéernas vetenskapliga svagheter på tal. Mer än en ekolog har

utsatts för besinningslösa angrepp - vilka inte sällan kretsar kring olika konspiratoriska temata - för att ha framfört den enkla tanken att naturvårdens sak skadas i det långa loppet om den försöker luta sig mot vetenskapligt obsoleta föreställningar, hur populära dessa än må vara utanför fackkretsar.

Jag fick för några år sedan en inblick i hur djupa rötter denna populärekologi har, när docenten och författaren Nils Uddenberg, teologen Anders Jeffner och jag undersökte hur moderna svenskar ser på naturen. Vi genomförde en stor enkätstudie och djupintervjuade människor med olika yrken och bakgrund. Inför naturen kände sig informanterna - så kallade vi dem som så välvilligt öppnade sig för oss - små och infogade i sammanhang som är mäktigare och beständigare än vardagslivets trivialiteter, och naturupplevelser framkallade ofta närmast religiösa känslor. Informanterna hade en natursyn som kan betecknas som holistisk; begrepp som helhet, ekologisk balans och naturens stabilitet var centrala för dem - helt i enlighet med populärekologiska föreställningar. Vidare förutsatte många att naturen har en mening och ett ändamål, speglat till exempel i övertygelsen om att varje art har en uppgift att fylla, en uppfattning man brukar beteckna som teleologisk.

Slutligen var deras natursyn ofta påfallande normativ; således ansågs det faktum att en art finns vara ett tecken på att den bör finnas eller har en rätt att finnas, och när de talade om "naturens balans" var det för att få en utgångspunkt för en viss moralisk hållning: Om naturen får sköta sig själv inträder en balans som vi människor bör respektera.

Mina kollegor och jag drog slutsatsen att ett klassiskt antropocentriskt värdesystem - med rötter i den kristna traditionen - håller på att ersättas av en ny syn på naturen och människan; en syn som kan kallas ekocentrisk. I många avseenden kan man tolka våra informanters antaganden om naturen och människans plats i denna som en del av en livsåskådning, eller sekulär religion. Livsåskådningar utmärks av ett antal antaganden som väver samman en bild av hur tillvaron är beskaffad med uppfattningar om vad som är eftersträvansvärt och inte. Funktionellt sett ger de individen identitet och hjälp att tolka och förhålla sig till världen. Just populärekologiska föreställningar tycks precis som religiösa myter vara användbara därför att de medger att människan placeras i ett sammanhang som är större än hon själv.

En sådan natursyn låter sig näppeligen härledas ur samtida ekologisk forskning. Ett ekosystem består av ett antal arter som visserligen kan vara sammanvävda på ett intrikat sätt, men dessa vävar är ändå inte, såvitt vi kan förstå, sprungna ur någon övergripande plan för ekosystemens fortbestånd. Evolution - ingenting annat - är den skapande process som ligger bakom livets överväldigande rikedom och livsformernas sinnrika anpassningar, och denna saknar syfte, mening eller mål; en fästing är bara en kropp som genom evolutionär anpassning blivit väl skickad att förse fästing-DNA med energi, råvaror och övrig infrastruktur så att detta DNA kan göra många nya kopior av sig självt. Förvisso kan en del så kallade nyckelarter vara avgörande för vilka andra arter som kan leva i ett visst ekosystem, men vi brukar inte se detta som ett bevis för att nyckelarterna har

tillkommit för att fylla denna funktion; det är *Borrelia* som under evolutionens gång blivit beroende av att utnyttja fästingar som transportmedel mellan människor och andra värdjur, det är inte fästingar som har tillkommit för att bjuda *Borrelia* på denna transportservice.

En oförfädd naturromantiker som jag kan bli dyster för mindre, tänker jag. Kanske, slår det mig när jag äntligen når fram till kassan, är en professor ingenting annat än böckers sätt att göra nya böcker. Och visst är det så att den samtida ekologin kan synas erbjuda en dyster syn på naturen, men den är varken mer eller mindre grandios än den clementsianskt influerade synen, bara annorlunda. Och den är väl varken mer eller mindre storartad än de teorier som andra naturvetare presenterar. Varför är det till exempel ingen som blir upprörd när geologerna hävdar att bergskedjor bara bildas som en sekundär konsekvens av att kontinentalplattor krockar och skrynklar till varandra lite i kanten? Tänk så mycket trevligare det vore att tänka sig att de bildas därför att en omtänksam och allvis moder Gaia vill förse oss människor med vattenkraft, vykortsvackra alplandskap och branta skidbackar.

Dessutom glömmer kritikerna bort att man naturligtvis kan vara engagerad i miljöfrågor utan att ansluta sig till en natursyn som går på tvärs mot samtida biologisk forskning. Man kan till exempel vilja rädda arter från utrotning därför att de är vackra och intressanta, därför att de ingår i ett arv som vi har att förvalta för kommande generationer, eller - inte minst viktigt - därför att man inser att vetenskaplig kunskap alltid är preliminär. Det finns i dag en livaktig ekosystemforskning som inte är belastad av clementsianskt tänkande, och vem vet, kanske kommer den att ge resultat som gör att morgondagens ekologer betraktar vår tids vetenskapliga natursyn med milt överseende.

Och visst kan man vara engagerad i arbetet med att förbättra jordbruket och dess produkter genom att bara i största allmänhet eftersträva klokskap, bra vetenskap och god teknik i vårt sätt att bruka jorden. Låt oss säga att vi har att göra med en skadlig insektsart som vi önskar hålla nere i antal. En bekämpning som utgår från kunskaper om artens ekologi, till exempel vilket stadium i livscykel som det är mest effektivt att angripa, skulle kunna kallas ekologisk. Den ekologiska forskningen kan också bidra med kunskaper om vilka konsekvenser olika bekämpningsmetoder kan få för den biologiska mångfalden. Däremot ger denna forskning ingen ideologisk vägledning vid valet av metod för själva bekämpningen; frågan om denna bör ske med kemiska preparat, med hackor, besväjelser eller någon annan metod faller utanför den vetenskapliga ekologins domäner.

Problemen - och de starka känslorna - uppstår därför att ekologin mer än någon annan gren av naturvetenskapen tycks vädja till vårt djupt mänskliga behov av att skapa en världsbild.

När föreställningar om naturen - som i ekologins fall - används för att bygga upp en livsåskådning är det uppenbarligen inte deras vetenskapliga sanningshalt som betyder något, utan deras förmåga att ge vägledning i fråga om existensiella spörsmål



Våra informanter föredrog således genomgående sådana tankar om naturen som ger stöd åt en helhetssyn och gör det möjligt att förena världsbild och moraluppfattning. I denna mening var deras tankar genuint sociala konstruktioner. Och i denna mening har begreppet ekologi för länge sedan lämnat sin akademiska hemvist och fått en mycket djupare, allmänmänsklig funktion i samtiden. Det är nog därför det ger så många positiva övertoner att vara "eko-". Och vi som sysslar med ekologi vid universiteten kan ju inte gärna hävda ensamrätt till att bestämma ordets klangfärg. Kanske bör vi i stället försöka hitta ett nytt ord för att beskriva vår verksamhet Och utanför affären har någon snott min cykel.

## LÄSTIPS

Jeffner, A., & Uddenberg, N. (red.) (1994). *Biologi och livsåskådning*. Natur och Kultur. Se bl. a. ett bidrag av Torbjörn Fagerström med titeln 'Har naturen någon moral?'

Plejel, H. (1991). *Ekologiboken – en introduktion till ekologins grunder*. Stockholm: Naturskyddsföreningen.

Svenska Naturskyddsföreningen. (1990). *Biologisk mångfald*. (ISSN 0349-5264)

Worster, D. (1996). *De ekologiska idéernas historia*. Stockholm: SNS Förlag.

En stor undersökning av svenskars natursyn presenteras i:

Uddenberg, N. (1995). *Det stora sammanhanget. Moderna svenskars syn på människans plats i naturen*. Nora: Nya Doxa.

## *NOTER*

1. Enligt Nationalencyklopedin är moral 'uppfattning om rätt och orätt' och etik 'studiet av moraliska fenomen och föreställningar'. Vidare heter det: 'Etik och moral uppfattas ibland som synonymer, men här avses med moral människors praktiska handlande och därmed förbundna, inte alltid klart uttryckta värderingar. En persons eller grupp moral visar sig i vad den gör eller underlåter att göra. Med etik avses den teoretiska reflexionen över moralen och dess grund.'

Denna workshop har sin tonvikt på reflekterande, vilket talar för att den borde kallas 'Natur och etik'. Vi har ändå valt titeln 'Natur och moral' för att poängtera att det är med våra praktiska handlingar som vi påverkar naturen.

2. Skildringen av det medeltida orienteringssystemet är hämtad från Kuhn, T. S. (1981). *The Copernican revolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press (sid 113-114)

3. Uppgiften kommer från Uddenberg, N. (1993). *Ett djur bland andra?* Nora: Bokförlaget Nya Doxa. (sid 190-191)

4. Det kan ha sitt intresse att känna till att Gregory Bateson anser att Lamarck förmodligen är tidernas störste biolog. Han skriver (Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. New York: Ballantine Books, sid s 427-28):

Lamarck, probably the greatest biologist in history, turned that ladder of explanation upside down. He was the man who said it starts with the infusoria and that there were changes leading up to man. His turning the taxonomy upside down is one of the most astonishing feats that has ever occurred. It was the equivalent in biology of the Copernican revolution in astronomy.

Fortsättningen innehåller en intressant fråga:

The logical outcome of turning the taxonomy upside down was that the study of evolution might provide an explanation of the mind. Up to Lamarck, mind was the explanation of the biological world. But, hey presto, the question now arose: Is the biological world the explanation of the mind?

5. Se Uddenberg, N. (1993). *Ett djur bland andra?* Nora: Bokförlaget Nya Doxa, s 199-200.

6. Exempelen är hämtade från Emmelin, L. (1982). *Ekologisk grundsyn - bidrag till en diskussion om ett begrepp*. Stockholm: Naturresurs- och miljökommittén (sid 42-43).

7. 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.

8. Artikeln av Torbjörn Fagerström, publicerades i Svenska Dagbladet (1999-09-05, sidan12). Den ingår i denna workshop med författarens tillstånd.

*BILAGA*  
**FAKTABLAD OM LÖVGRODAN**

Följande utdrag ur ett faktablad om lövgrodan (*Hyla arborea*) är hämtat från ArtDatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet:

<http://www.artdata.slu.se/>

Adressen till faktabladet är:

[http://www-umea.slu.se/MiljoData/webrod/Faktablad/hyla\\_arb.PDF](http://www-umea.slu.se/MiljoData/webrod/Faktablad/hyla_arb.PDF)

---

**Hyla arborea**  
lövgroda

MISSGYNNAD (NT)

---

Ordn. *Salientia* Fam. *Hylidae*, *Hyla arborea* (Linneaus, 1758).

ArtDatabanken 2002-01-109. Faktablad: *Hyla arborea* – lövgroda. Förf. Ingemar Ahlén 1989. Rev. Per Edenhalm 1995, Boris Berglund 2002. © ArtDatabanken, SLU 2002

**Beskrivning.** Lövgroda är en liten groda, vanligen helt grön på ryggsidan och som adult cirka 4 cm i kroppslängd. Sällsynt upp till 5 cm eller strax däröver. Tydliga häftskivor på tår- och fingerspetsar. Längst kroppssidorna från näsborrarna till bakkroppen löper ett mörkt band, ovan vit eller gulvitkantat, och bildar en tydlig slinga vid ljumsken. Kroppens undersida helt vit eller gulvit med distinkta körtelgranuler. Hanen skiljes från honan genom struphudens mörkare färg som är brun/gyllenbrun medan honan är ljusare vit.

**Utbredning och status.** Lövgrodan är idag begränsad till södra Skåne där dess utbredning sträcker sig från Börringe-Rockarp-trakten i väster till området mellan Glimminge och Olseröd i öster. De nordligaste lokalerna finns i trakten norr om Brösarp. Populationens storlek uppskattades 1982 till knappt 5 000 vuxna individer. År 1989, då arten åter inventerades, uppskattades antal spelande hanar till 2 500, fördelade på 180 lokaler. Vid de följande årens inventeringar, 1990–92, uppskattades antal hanar till 4 000, 5 700 respektive 6 200, fördelade på 210, 280 respektive 260 spelvatten. Den gynnsamma populationsutvecklingen har sedan fortsatt under hela 1990-talet. Under en ny inventering, som startade år 2000, noterades drygt 14 000 hanar fördelade på 410 spelvatten. Ett tjugotal viktiga baslokaler utgör själva stommen i förekomsten och härbärgerar >50% av totalpopulationen.

Tidigare hade arten en vidare utbredning i Skåne. Fram till 1930-talet fanns t.ex. en population i östra Ivöbygden. Under perioden 1960–1986 minskade arten mycket allvarligt, speciellt i västra delen av utbredningsområdet. Arten

har tidigare också funnits lokalt i Blekinge. I litteraturen finns även gamla uppgifter om förekomster i Småland och på Gotland. Dessa uppgifter har aldrig kunnat verifieras.

Lövgrodan är utbredd över större delen av södra och mellersta Europa, i norr upp till sydligaste Sverige och Polen. Arten finns även i Mindre Asien och i Ryssland till Kaspiska havet i öster

**Ekologi.** Lövgrodan är för sin reproduktion bunden till små grunda permanenta vatten utan fiskfauna. Leken börjar i regel i månadsskiftet april-maj, men det är stor skillnad i fenologi för de tidigaste och senaste lokalerna samt mellan år. Spelande hanar kan höras under hela perioden från mitten av april till slutet av juli. Därefter kan spelläten höras tillfälligtvis från grodor på land eller i trädkronor ända till slutet av oktober. Larverna metamorfoserar från början av juli till slutet av september och början av oktober. Övervintrar vanligen från oktober till april, men kan vissa år observeras in i början av november och under mild vårväderlek redan i mitten av mars på vandring till lekvattnen. Båda könen lämnar vinterkvarteret samtidigt. Lövskog och/eller lövbuskmarker måste finnas i närheten av lekvattnet. De mest betydelsefulla biotoperna för arten i Skåne utgörs av naturbetesmarker med en mosaik av högrötsängar, öppen gräsmark, träd, buskage och dungar. Lövskogsbrynnens buskridåer av hassel, hagtorn, slån, nypon, olvon, fläder och björnbär spelar en viktig roll efter lekperioden. Lövgrodorna vandrar upp och födosöker i buskarnas och trädens lövverk. Under högsommaren vistas många djur på nivåer mellan 10-20 m över marken, huvudsakligen i ekar, som är överståndare i fullskiktade lövhultar och bryn. Även högrötsvegetation används för födosök, speciellt sent på hösten. I sydvända bryn kan lövgrodorna finna varma och skyddade miljöer ända till långt in på hösten. Inom vissa lokaler ligger de nödvändiga biotopelementen långt åtskilda varför grodorna kan tvingas till regelbundna kilometerlånga vandringar. Även de nymetamorfoserade djuren måste vandra motsvarande sträckor från lekvatten till landhabitatet. Därvid kan ledlinjer i och genom åkermark t.ex. i form av vägrenar, diken, buskridåer, staket och i synnerhet slyrika stengården vara av stor betydelse för spridning och individutbyte mellan lokalerna.

**Hot.** Den allvarligaste orsaken bakom artens tillbakagång under 1960- och 1970-talen är den omfattande planteringen av gran på f.d. naturbetesmarker och i f.d. lövskogar. En annan viktig faktor till lövgrodans påtagliga minskning var den olyckliga tillkomsten och placeringen av Sturups flygplats helt centralt i den västra kärnpopulationen. Detta orsakade direkt att cirka 20% av dåvarande skånska totalförekomsten uttraderades. Uppodling av betesmarker har också förstört många biotoper. Gamla kulturbetesmarker (och delvis fodermarker) med småvatten som varit i hävd under flera decennier är ofta klassade som "åkermark", har nyligen omförts till åker, vilket är ett allvarligt problem och bör lagändras. Under år 2001 plöjdes och dikades ett viktigt område för lövgroda vid Fuglie i Ystads kommun och nio värdefulla lekvatten utplånades. Fler liknande områden står inför samma överhängande hot, bl.a

Frankhult i Skurups kommun. Vidare har lekvatten helt eller delvis förstörts genom dumpning av sten, rivningsbråte, halm och skrot. Lekvatten i naturbetesmarker har torkat ut genom täckdikning av angränsande åkermarker. Inplantering av fisk har också slagit ut lövgrodan från flera lekvatten. Inplantering av kräftor liksom hållande av ankor kan också innebära att lövgrodelokaler förstörs. Uppsättning av foderautomater för att locka till sig främst vildänder vid lövgrodevatten har blivit ett allt större problem under senare år och det är därför viktigt att informera markägare/jakträttsinnehavare för att undvika detta vid lekvatten som hyser sällsynta groddjur. Flera mycket betydelsefulla lövgrodevatten har de senaste åren tagits i anspråk för odling av signalkräftar. Detta kan vara ännu allvarligare än inplantering av fisk eftersom lövgrodhanarna inte tycks ha något system för detektering av kräftor och därigenom kan få sin reproduktion spolierad. Genom dammbyggnad, utläggning av stenmassor och tegelrör har vattenstånd och vegetation förändrats kraftigt med starkt försämrade förhållanden för grodorna som följd. Bebyggelse (stugbyar), anläggning av vägar och annan exploatering kan även i fortsättningen befaras bli ett hot för olika lokaler. En tidigare planerad ekoby i Simrishamns kommun vid Baskemölla, som först helt avfärdades för cirka 20 år sedan av länsstyrelsen, med motiveringen att denna skulle utgöra ett akut hot mot arten, hotar nu åter en av Österlens viktigaste baslokaler för lövgrodan. En nybruten väg in i området är anlagd och två hus är nyligen byggda (i skrivande stund 30/12 2001).

Alla ovannämnda förändringar sammantagna leder till en ökad fragmentering av lövgrodans livsnödvändiga biotoper. Ett fortsatt avlägsnande av ledlinjer (se ovan) i åkerlandskapet minskar ovillkorligt möjligheterna till utbyte av djur mellan lokalerna och ökar därmed riskerna för inavelsdepression och lokalt utdöende på isolerade lokaler.

Under senare år har arten även försvunnit från några lokaler där inga betydelsefulla förändringar iakttagits. Gjorda pH-mätningar och kontroll av reproduktionen tydde inte på att försurningseffekter var inblandade. Det är tänkbart att slumpmässiga demografiska förändringar orsakat dessa försvinnanden.

**Åtgärder.** Hela utbredningsområdet borde bli ett s.k. samrådsområde (enligt 20§ Naturvårdslagen) för att skaffa bättre kontroll över vissa arbetsföretag och förändringar av markanvändningen. Lövgrodans viktigaste biotoper måste snarast ges ett fullgott skydd genom bildande av flera naturreservat, ökade hänsynstaganden i skogs- och jordbruket och helst även genom stöd till fortsatt traditionell markanvändning. Vid de viktigaste lokalerna bör man snarast ha kontroll över vad som händer med naturbetesmarkerna, lövbusk- och lövträdsbestånden i lekvattens omgivning och själva lekvattnen. Markägarna till de viktigaste lokalerna bör informeras om skyddsaspekterna. Myndigheterna inom naturvård, jordbruk, skogsbruk, fiskevård och kommunal planering måste samverka för att åstadkomma överlevnadsmöjligheter för

arten och ett bevarande av dess miljöer. Inventering och analys av förändring för hela populationen bör upprepas vart femte år.

Forskning bör inriktas på att klarlägga metapopulationernas överlevnads-möjligheter i det fragmenterade biotopmönster som kommer att existera i det framtida skogs- och jordbrukslandskapet. Artens krav ifråga om lekvattnen, vandringsvägar, terrestra jaktbiotoper och övervintringsplatser måste fastställas.

**Övrigt.** Utländska namn – NO: Løvfrosk, DK: Løvfrø, FI: Lehtisammakko, GB: European Tree Frog, Green Tree Frog. Lövgrodan är upptagen på 1996 års globala rödlista för djur där den är placerad i kategorin Missgynnad (NT).

### Litteratur

- Ahlén, I. och Berglund, B. 1980. Hotade och sällsynta groddjur – status, miljökrav och förslag till åtgärder. *Statens naturvårdsverk PM 1383*: 1–24.
- Ahlén, I. 1986. Inför kritiska områden för hotade arter. *Sveriges Natur* 77(3): 12–15.
- Berglund, B. 1974. Lövgrodan *Hyla arborea arborea* Lin., ett djur på väg att försvinna? *Skånes Natur* 61: 111–115.
- Berglund, B. 1976. Skånes sällsynta groddjur. *Statens naturvårdsverk PM 765*: 1–122.
- Berglund, B. 1978. Lövgrodan - hotfaktorer och naturvårdsproblem i Skåne. *Sveriges Natur* 69: 287–290.
- Berglund, B. 1979. Något om groddjursfaunan mellan Romeleåsen och Fyledalen. *Skånes Natur årsbok* 66: 70–75.
- Berglund, B. 1993. Det ljusnar för lövgrodan. Arter på fallrepet. Hotade växter och djur i Skåne. Del 1. *Skånes Natur årsbok* 80: 119–125.
- Berglund, B. 1996. Från lövgroda till bokskogslöpare – ett 22-årigt teamwork. Sid 31–35 i: *Med huvudet före. Festskrift till Ingemar Ahléns 60-årsdag*. SLU Institutionen för viltekologi. Rapport 33.
- Berglund, B. in prep (2001). Projekt Lövgroda. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Brönmark, C. och Edenhamn, P. 1994. Does the presence of fish affect the distribution of tree frogs (*Hyla arborea*)? *Conservation Biology* 8: 841–845.
- Cavallin, B. 1988. Signalkräftan hot mot grodor och flodkräftor. *Skånes Natur* 75: 134–136.
- Edenhamn, P. 1993. *Förslag till åtgärder för lövgroda (Hyla arborea L.) i Baldringe-Ållskogsområdet i Skåne*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. (Stencil).
- Edenhamn, P. 1996. *Spatial dynamics of the European tree frog (Hyla arborea L.) in a heterogeneous landscape*. Avhandling vid SLU, Inst. f. viltekologi. Rapport 31. Uppsala.
- Gislén, T. och Kauri, H. 1959. Zoogeography of the Swedish amphibians and reptiles with notes on their growth and ecology. *Acta Vertebratica* 1: 191–397.
- Sahlin, S. 1976. Några uppgifter om tidigare förekomst av lövgroda i Skåne. *Fauna och flora* 71: 158–166.
- Strömberg, G. 1983. Lövgrodans tidigare förekomst i Blekinge. *Blekinges Natur* 1983: 88–92.

*WORKSHOP 7*

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





---

## *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 badrumsspeglarna, 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...

Derumsliga 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.

FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



#### KOMMENTAR

Att eleverna inte alltid har klart för sig var i omvärlden en företeelse finns framgår av den nationella utvärderingen 1992<sup>1</sup>. 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

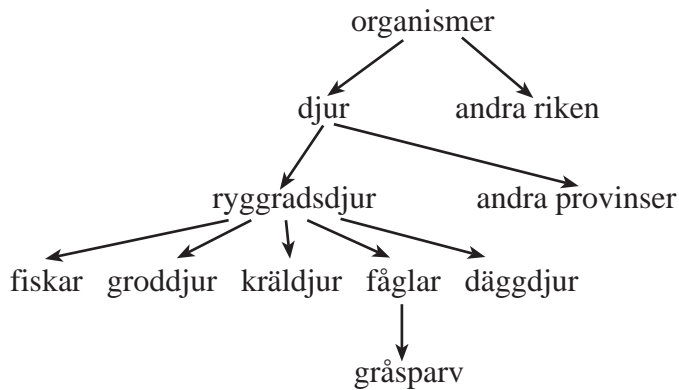
EGET EXEMPEL



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

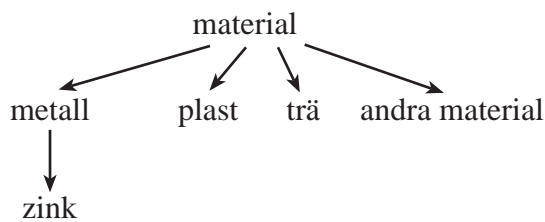
Människan har skapat ett stort antal kategorier och kategorisystem för att få viss ordning på tillvarons myllrande mångfald. Det ger många möjligheter att sätta in organismer, objekt, system och processer i större sammanhang.

En gråsparv kan placeras in i en taxonomi över organismvärlden:



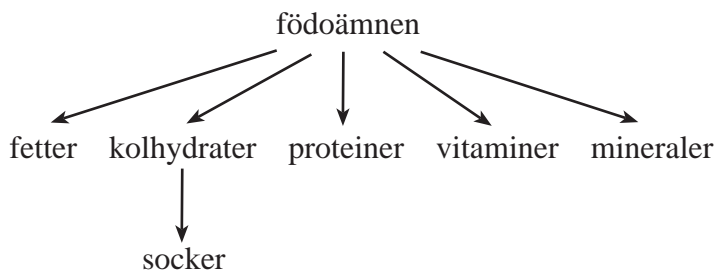
Figur 1. En biologisk taxonomi.

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

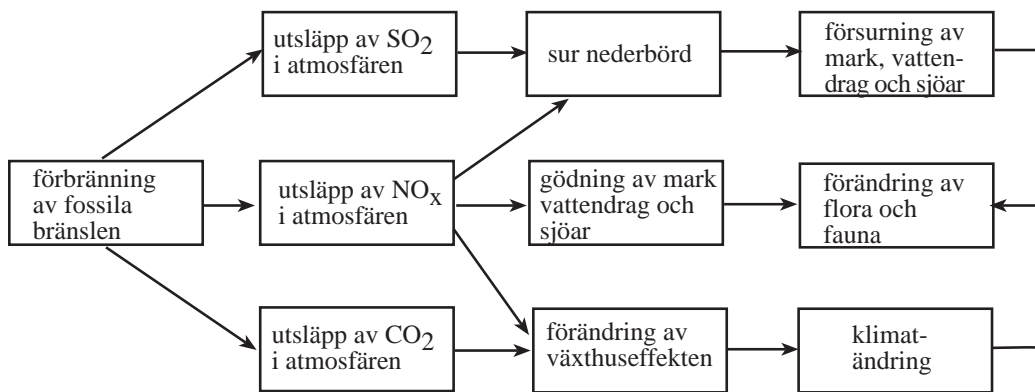
bilåkning → utsläpp av kväveoxider → sur nederbörd → skogsskador

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

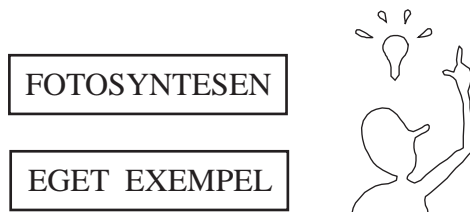
utsläpp av freon → uttunning av ozonlagret → ökad UV-strålning på jordytan → risk för hudcancer

*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 1998<sup>3</sup>. En uppgift gällde att ange vilka konsekvenser det blir av att man skär ned i-länders utsläpp av koldioxid drastiskt. De flesta elever i skolår 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.

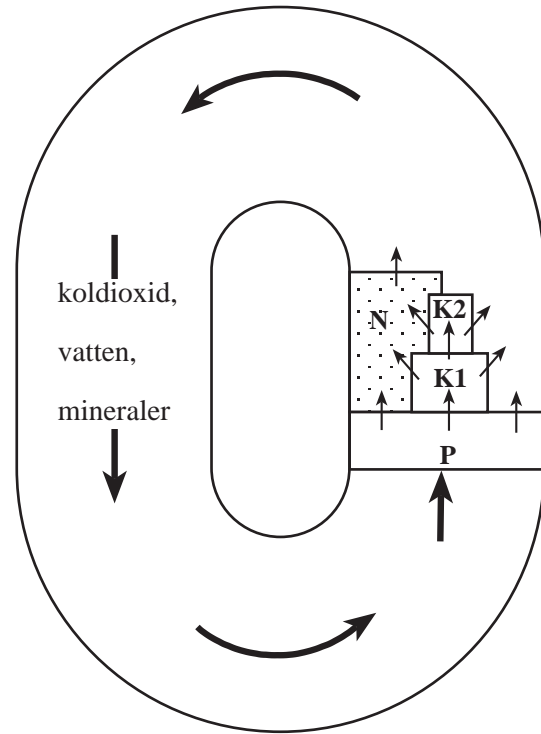


### *I vilket flöde av materia ingår processen/systemet?*

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

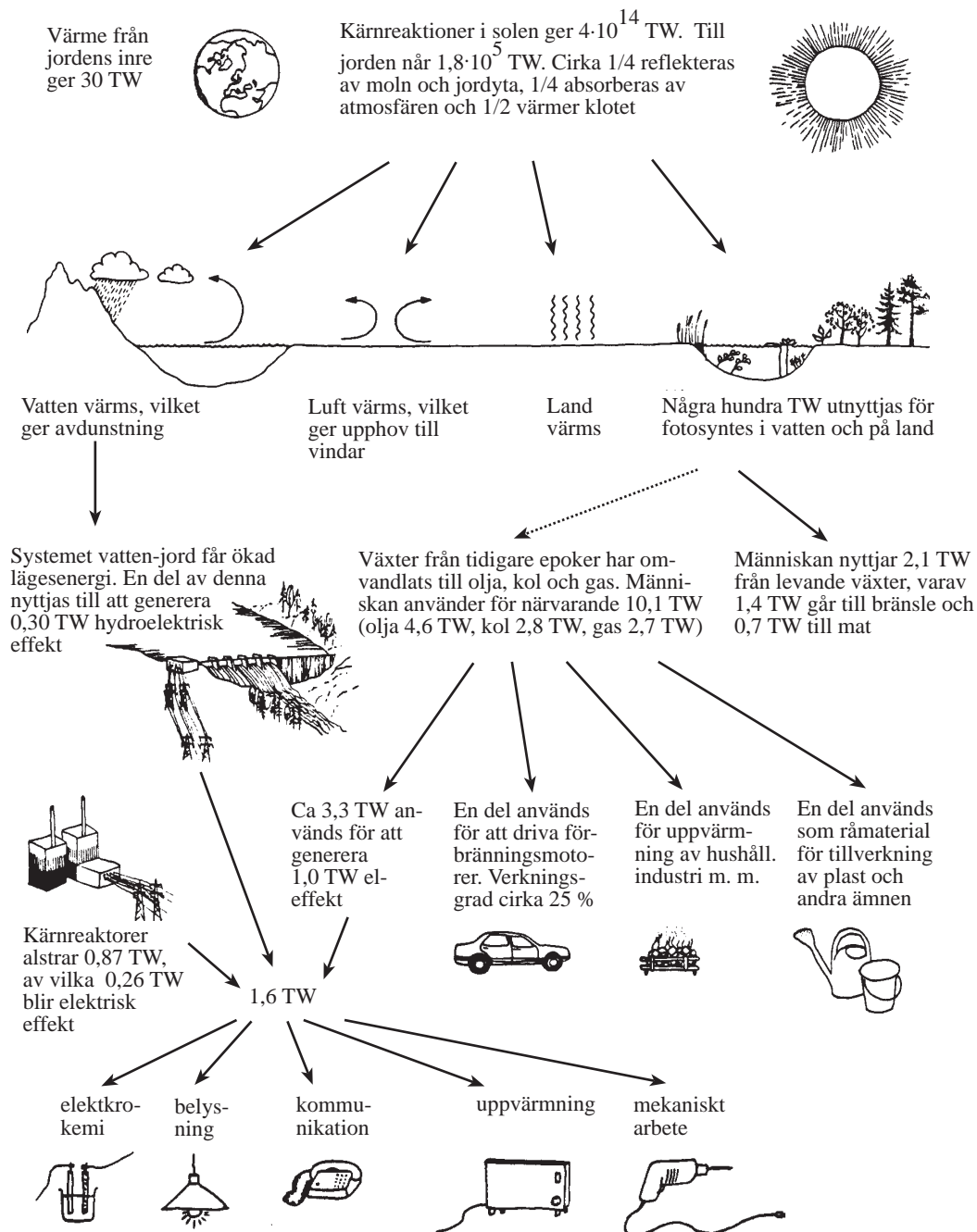
FOTOSYNTESEN

EGET EXEMPEL



## I vilket energiflöde ingår processen/systemet?

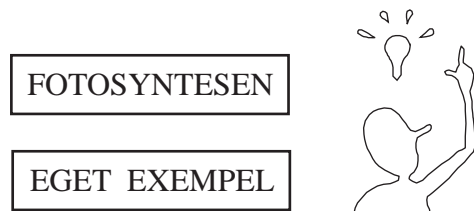
Varje händelse på vårt klot är en del av energiflödet på jorden. En framställning av detta ges i figur 6 nedan.



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

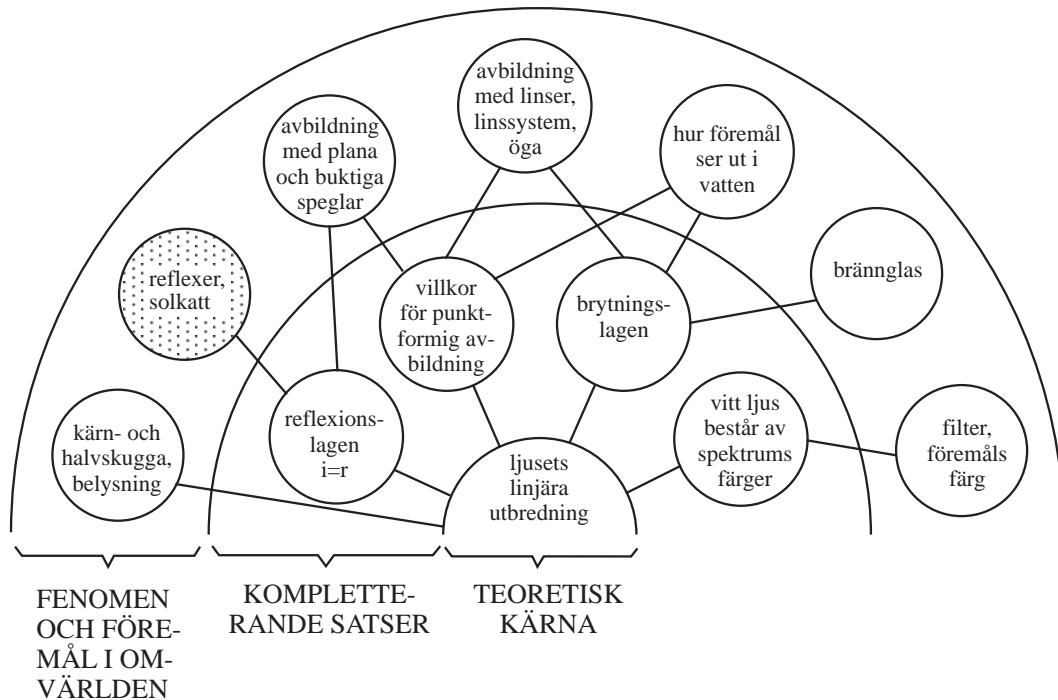
I den nationella utvärderingen 1995 ingick området energi<sup>4</sup>. Undersökningen omfattade bara skolår 9. Följande uppgift var inspirerade av figur 6:

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 punktförmig 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.

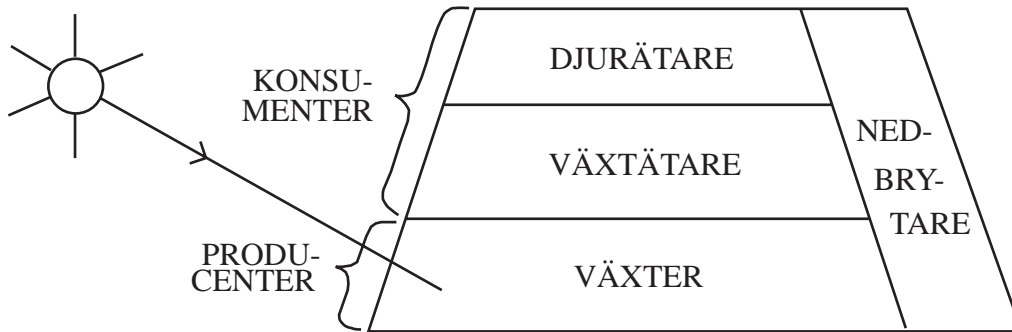
FOTOSYNTESSEN

EGET EXEMPEL



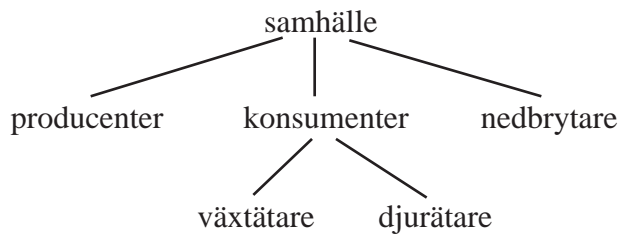
### *Sammanhang är sällan renodlade*

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!*

	JA	NEJ		JA	NEJ
<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:

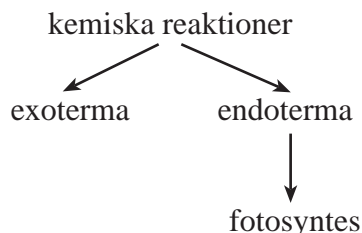
DYGN: Fotosyntes sker på dagen men inte på natten

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!

## *KOMMENTARER TILL VISSA UPPGIFTER I WORKSHOP 1 -5*

### *1 ELEVERS OCH NATURVETARES TÄNKANDE – LIKHETER OCH SKILLNADER*

#### **Uppgift 1**

En första indelning är i grupperna:

A. Mer än 100 °C

B. Lika med 100 °C

Motiveringarna i A handlar om att längre tid ger högre temperatur. Det är vanligt att elever resonerar enligt principen ökad ansträngning av något slag (t.ex. tid) ger ökad effekt (högre temperatur). Detta resonemang fungerar ofta i vardagslivet, men när det gäller kokpunkt kan man inte använda sig av det.

Undergrupper i B kan urskiljas med hjälp av motiveringarna. Här finns dels motiveringar som handlar om att *plattan* står på samma temperatur, dels att *vattnet* inte kan bli varmare. I den senare gruppen finns svar som visar på olika grad av medvetenhet om vad kokpunkt är, från 'vattnet kan ej bli mer än 100' till 'vattnets kokpunkt är 100 °C. När vattnet fortsätter att koka, måste temperaturen vara densamma.'

#### **Uppgift 2**

1. Kanske får man fler som svarar att temperaturen blir högre än 100 °C här. Dels finns möjlighet att resonera som i föregående uppgift, alltså att det blir mer än 100 °C enligt samma ansträngning – effektresonemang som ovan. Nu är det högre inställning på plattan istället för längre tid som är den ökade ansträngningen. Dels kan man tänka sig argument som: plattan bestämmer temperaturen, dvs. är den inställd på en högre siffra så blir temperaturen högre.

#### **Uppgift 3:1**

*Insektsmedlet och myggorna*

Svar 2 och 4 kan accepteras som naturvetenskapliga.

*Kaninerna och viruset*

Svar 2 och 4. kan accepteras som naturvetenskapliga. I svar 2 saknas en förklaring till varför bara den milda formen av viruset finns kvar. Ett tydligare svar skulle också innehålla att viruspopulationen varierar (genom mutationer) och att de former som inte fick dödliga effekter kunde överleva och spridas, medan de dödliga formerna dog tillsammans med värddjuret.

**Uppgift 3:2***Insektsmedlet och myggorna*

Svar 1 uttrycker en uppfattning att förvärvade egenskaper (många antikroppar mot insektsmedlet) ärvs. Den som skrivit svar 3 verkar mena att mutationer induceras av miljön (och sedan ärvs?). Det kan i vissa fall stämma, men här är det inte troligt.

*Kaninerna och viruset*

Elevsvar 1 är ganska svårt att tolka. Det kan hända att eleven menar att virusets dödlighet späds ut när det sprids eller för varje ny generation. I slutet av svaret ser det ut som att eleven har ytterligare en förklaring, nämligen att antibiotika (i kaninernas kropp?) påverkar själva virusets egenskaper och dessa nya egenskaper förs vidare till nästa generation. Elevsvar 3 kan tolkas som att eleven menar att kaninerna själva kunde förändra sina egenskaper så att de fick en högre motståndskraft. Det talas inte om ärftlighet eller flera generationer över huvud taget.

## 2

*SYSTEM, VARIABEL OCH KONTROLLEXPERIMENT –  
TRE REDSKAP FÖR VETGIRIGHET*

**Uppgift 2**

Vad kan man egentligen säga utifrån det beskrivna experimentet? Försök 2, 4 (och eventuellt 1) tyder på att larverna söker sig mot ljus (eller värme?) men tittar man på försök 3 blir det mer komplicerat. Är det så att det blir torrt där det är ljusst? Kanske behöver man göra andra experiment, t.ex. ett där fuktigheten varieras men ljus finns på båda sidor eller inte på någon sida. Det skulle säga mer om hur larverna eventuellt reagerar på fuktighet. Något försök med bara värme för att se om det är ljus eller värme de reagerar på skulle också behövas.

Om vi tittar på elevsvaren och försöker kategorisera dem så ser vi följande kategorier:

Eleven tycks inte se något mönster alls (svar 4 och 7).

Eleven verkar bara se ljuset som en faktor (svar 2, 5 och 9).

Eleven beaktar både ljus och fuktighet och försöker se ett mönster. (svar 1, 3, 6, 8 och 10).

Vid bedömning av sådana här elevsvar är det nog mest givande att lägga större vikt vid motiveringen än vid vilket alternativ eleven har valt.

### Uppgift 3

Vi anser att den här typen av uppgifter är viktiga för att träna kritiskt tänkande. Frågor som 'Hur gör man rättvisa försök?' och 'Vilka slutsatser kan man dra av försök?' väcks och kan diskuteras.

Om man studerar kursplaner för gymnasiet ser man att det finns grund för att ta upp denna typ av frågeställningar:

Naturkunskap A, gymnasiet

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs:

*Eleven skall kunna göra observationer och enkla experiment samt kunna analysera och tolka resultaten*

Naturkunskap B, gymnasiet

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs

*Eleven skall kunna planera, utföra och tolka enkla experiment och undersökningar samt kunna rapportera muntligt och skriftligt*

Biologi, gymnasiet:

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs

*Eleven skall kunna planera och genomföra fältstudier och experimentella undersökningar, tolka dessa samt redovisa arbetet både muntligt och skriftligt*

Liknande intentioner finns också för grundskolan. Ett mål som eleverna skall ha uppnått i slutet av det nionde skolåret är t.ex.:

*Att ha kunskap om det naturvetenskapliga arbetssättet samt kunna redovisa sina iakttagelser, slutsatser och kunskaper i skriftlig och muntlig form.*

### Stålullsexperimentet

Det som händer vid förbränningen är att järnatomerna i stålullen reagerar med syremolekyler i luften och bildar järnoxid. Eftersom dessa syreatomer har en massa väger järnoxiden som bildas mer än järnet gjorde före reaktionen.

### Försöket med elektromagnet kopplad till ett batteri

Här upptäcker man om man gör försöket att system B, men inte A, drar till sig gem. Om ledningstråden är oisolerad blir det kortslutning och inget magnetfält uppstår.

### Experiment med utandningsluft och vanlig luft

Här beskrivs hur eleverna arbetar med att göra ett experiment mer och mer 'rättvist'. De blir inte färdiga, men kommer en bra bit på väg. Att vatten med BTB ändras från blå till grön när utandningsluft bubblas igenom beror på att dess halt av koldioxid är 4% jämfört med 0,03% för vanlig luft. När koldioxid löser sig i vatten bildas kolsyra, som sänker pH.

## GRÖNSKANDE ÄR NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!

### Teorin används (sju problem)

#### 1. Sugkoppen

När man sätter fast sugkoppen på kaklet pressar man ut luft. Molekylerna mellan kakel och sugkoppen är glesare fördelade än i luften utanför. Det är alltså fler kollisioner per sekund utifrån än inifrån. Det betyder att trycket från luften utifrån är större och sugkoppen sitter kvar på kaklet.

#### 2. Fotbollen

När man pumpar in luft i den begränsade volymen som fotbollen utgör så blir det fler luftmolekyler inuti än utanför fotbollen per volymsenhet. Därför blir det fler kollisioner från insidan per sekund än utifrån. Lufttrycket är större inuti fotbollen än utanför. Därför hålls den utspänd och känns hård.

#### 3. Syltburken

Antal molekyler per volymsenhet är lägre på insidan än utsidan vid den nya temperaturen. Det är färre kollisioner från insidan mot locket än från utsidan. Trycket utifrån blir större än inifrån och därför blir det svårt att skruva av locket.

#### 4. Sprutan i vakuum

Kolven rör sig ut ur sprutan. När man pumpar ut luft ur kupan blir antalet luftmolekyler färre per volymsenhet utanför kolven än innanför. Därför blir det fler kollisioner mot kolven inifrån än utifrån, alltså större lufttryck innanför än utanför kolven, och kolven rör sig utåt.

#### 5. Sugkoppen i vakuum

Sugkoppen kommer att ramla ner från spegeln. Jämför uppgift 1. Där är det molekylernas kollisioner utanpå sugkoppen som trycker den mot underlaget. Om dessa molekyler 'rusar ut' ur glaskupan blir kollisionerna färre och färre. Till slut är kollisionerna utifrån färre än de inifrån. Då trycks sugkoppen loss från fickspegeln, dvs. vidhäftningen mellan sugkopp och spegel övervinns.

#### 6. Sprutan utan luft

Du orkar förmodligen dra ut kolven helt. Efter ett antal försök känner du nog att det är lika tungt hela tiden. Antal molekyllkollisioner från utsidan är ju konstant under hela processen medan de är nästan noll från insidan.

#### 7. Plastpåsen

Det rinner ut vatten ur påsen. Lufttrycket som verkar utifrån på hålet motverkar att vattnet rinner ut, men lufttrycket kramar också plastpåsen och åstadkommer ett tryck nedåt i hålet som är lika stort som trycket utifrån. Till detta kommer gravitationen som verkar nedåt och som gör att vattnet rinner ut. Glasflaskan är, till skillnad mot plastpåsen, stel och överför inte lufttrycket till vattnet.

## Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering

### Uppgift 1

Flaskan är redan full med luft, som inte kan ta vägen någonstans. Våra lungor klarar inte av att komprimera luften i flaskan tillräckligt för att blåsa upp ballongen. När man blåser upp en ballong i ett rum eller utomhus finns däremot hela atmosfären att flytta den undanträngda luften till.

### Uppgift 2

Det finns mest av kväve och näst mest av syre. Här är en detaljerad tabell som visar luftens sammansättning i miljondelar (ppm)

Ämne	ppm
kväve	780000
syre	210000
argon	9300
koldioxid	360
neon	18
helium	5
metan	1,7
väte	0,6
lustgas	0,3
kolmonoxid	0,2
ozon	0,02

### Uppgift 3

Det ser ut som i C, eftersom molekylerna i en gas rör sig hela tiden med en medelhastighet av storleksordningen 500 m/s. Uppstår det ett tomrum någonstans så fylls det omedelbart ut av framrusande molekyler.

### Uppgift 4

Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från flaskan. De diffunderar genom luften, men kan också förflyttas med luftströmmar i rummet. Då de kommer in i näsan kan man känna doften (eftersom det finns receptorer i näslemhinnan som reagerar på molekylerna och skickar signaler till hjärnan).

### Uppgift 5

Se tidigare förklaring, avsnittet 'Teorin används (sju problem)'.

### Uppgift 6

Alternativ D är det rätta. I gasbehållaren finns heliumatomer med tomrum mellan. Detta vill vi ju att eleverna ska inse, men det är svårt att tänka sig tomrum. De andra alternativen motsvarar elevföreställningar, som konstaterats i olika undersökningar. Se vidare avsnittet 'Atomer, molekyler och partikelsystem' i workshop 3.

## 4

*ENERGIFLÖDET GENOM NATUREN OCH SAMHÄLLET***Uppgift 4**

Slutsteg för energikedjor är alltid diffus värme, dvs. långvågig strålning. Vid varje energiomvandling sker värmeförlust.

**Uppgift 5**

A. Det årliga energiintaget är:  $365 \cdot 10,5 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 3,8 \cdot 10^9 \text{ J} = 3,8 \text{ GJ}$

B.  $120 \cdot 6 \cdot 10^9 \text{ W} = 720 \cdot 10^9 \text{ W} \approx 0,7 \text{ TW}$

C. Dygnskostnaden skulle bli:  $0,120 \cdot 24 \cdot 0,5 \text{ kr} = 1,44 \text{ kr}$   
Årskostnaden skulle bli  $1,44 \cdot 365 \text{ kr} \approx 526 \text{ kr}$

**Uppgift 6**

Med Bangladesh som exempel fås:

$$[ 24,33 \cdot 4,19 \cdot 10^7 ] : [ 123,63 \cdot 10^6 \cdot 3,7 ] \approx 2,23$$

Med avrundning till heltal erhålls följande lista.

Bangladesh	= 2 ES
Etiopien	= 3 ES
Island	= 98 ES
Kina	= 10 ES
Peru	= 7 ES
Portugal	= 25 ES
Sverige	= 67 ES
USA	= 92 ES

## 5

*VÄXTHUSEFFEKTEN, TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET***Förslag till testuppgifter**

*Vad är växthuseffekten?*

Alternativ B är rätt, övriga fel.

*Vad betyder växthuseffekten för människan?*

Eleven har rätt. Människan skulle inte klara sig om medeltemperaturen var  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Vad kan hända om växthuseffekten ökar?*

De två troliga alternativen är:

A. Det smälter en del is vid polerna och D. Det blir mer översvämningar.

*Vad bidrar till att växthuseffekten ökar eller minskar?*



Växthuseffekten är ett komplicerat fenomen, liksom dess inverkan på klimatet. Många forskare är överens om att utsläpp av växthusgaser, såsom koldioxid, metan och freoner, förstärker växthuseffekten med risk att förändra jordens klimat. En åtgärd för att minska denna risk är att minska utsläpp av växthusgaser, t.ex. genom att minska användning av fossila bränslen.

*När avges koldioxid?*

Koldioxid avges i händelserna A, C, D och G.

*När tas koldioxid upp?*

Koldioxid tas upp när ett träd växer (A) och när alger växer i havet (C).

*Koldioxiden i avgaserna*

Det bör bli cirka 150 kg koldioxid eftersom en koldioxidmolekyl ( $44u$ ) väger i storleksordningen tre gånger mer än en kolatom och två väteatomer ( $12u + 2 \cdot 1u$ ). Ett kolväte (bensin) innehåller kolatomer och väteatomer ungefär i det förhållandet.

*Andelen olja, kol och gas*

Det mesta (70 – 80%) av den energi som vi använder kommer från olja, kol och gas.

*Antal bilar i världen*

Det finns ungefär 500 miljoner bilar.

*Vad kan man utläsa ur kurvorna?*

- Halten koldioxid i atmosfären har ökat från 1995 till 2000. Huvudorsaken är människans förbränning av fossila bränslen.
- Koldioxidhalten minskar på sommaren då gröna växter tillväxer. Koldioxid byggs då in i biomassan via fotosyntesen. Koldioxidutsläpp från uppvärmning ökar på vintern och minskar på sommaren.
- Det är mindre växtlighet på södra halvklotet än norra. Norra halvklotet har större befolkning. Särskilt USA, Europa och Japan använder mycket fossila bränslen.
- När det är sommar vid sydpolen är det vinter i Alaska.

### **Att fundera över data om koldioxidutsläpp från olika länder**

*Uppgift 1. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, hela världen*

Kurvan som i början utgör totala källan till koldioxidutsläpp representerar utsläpp från fasta bränslen. Stenkol var det första fossila bränslet man använde. Den lägsta kurvan representerar utsläpp från gasformiga bränslen. Det är först på senare tid man börjat utnyttja dessa i någon större utsträckning.

*Uppgift 2. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Kina*

- A. Översta kurvan visar fasta bränslen. Kina har stora fyndigheter av stenkol. Utsläpp från gas motsvarar den lägsta kurvan.
- B. Egna fyndigheter, isolering under lång tid, infrastruktur anpassad till kol.
- C. Kulturrevolutionen innebar en nedgång i ekonomin.

*Uppgift 3. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Sverige*

- A. De två världskrigen inföll då och innebar mindre import av fossila bränslen.
- B. Då inföll oljekrisen och kärnkraften byggdes ut. En del av minskningen på senare tid beror på effektivare energianvändning.
- C. Se information omedelbart före 'Noter och referenser' i workshop 5.

*Uppgift 4. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, nordiska länder samt USA*

- A. Sverige har stor andel energi av sin energi från kärnkraftverk jämfört med de andra länderna. Dessutom får vi en stor del energi från vattenkraftverk.
- B. Island har en stor fiskeflotta som använder fossilt bränsle.
- C. Danmark har varken kärnkraft eller vattenkraft.
- D. Se information omedelbart före 'Noter och referenser' i workshop 5.