

## SOCKER OCH SYRE TILL ALLA CELLER – EN FRÅGA OM LOGISTIK

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

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

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

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

## OM PROJEKTET NORDLAB

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

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

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

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

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

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

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

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

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

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

## OM PROJEKTET NORDLAB-SE

### *Syfte*

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

### *Tonvikt på förståelse*

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

### *Teman*

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

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

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

### *Användning*

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

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

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

### *Framtagen materiel*

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

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

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

*INNEHÅLL*

FYRA FRÅGOR OM VÅR KROPP	5
VAD HÄNDER MED SOCKRET? SEX ELEVSVAR	7
VAD HÄNDER MED SYRET? SEX ELEVSVAR	8
ATT BESKRIVA INTEGRERAD FÖRSTÅELSE	10
VARFÖR FINNS DET KAPILLÄRER? SEX ELEVSVAR	14
FORSKNING OM ELEVERS BEGREPP	16
FRÅGOR OM MÖJLIGHETER ATT LÄRA	16
NOTER	18
REFERENSER	18
BILAGA 1. VAR FINNS ENERGIN OM DEN INTE SITTER I BINDNINGARNA?	19

---

## *SOCKER OCH SYRE TILL ALLA CELLER – EN FRÅGA OM LOGISTIK*

---

Denna workshop utgår från fyra frågor. De två första gäller att så långt som möjligt följa en bit socker respektive syret i inandningsluften efter att de kommit in i kroppen. Den tredje frågan handlar om att följa koldioxidens väg bakåt från utandningsluften, och den fjärde går ut på att förklara varför vi har så många kapillära blodkärl. Läsaren analyserar först elevsvar på var och en av dessa frågor och därefter hur integrerad förståelse eleven har av grunddragen i materieflödet till och från celler. Så följer en orientering om forskningsresultat angående elevers begrepp om andning, blodomlopp och matspjälkning. Läromedlens sätt att beskriva människokroppen problematiseras. Till sist förklaras varför man inte kan säga att det finns energi i kemiska bindningar.

### *FYRA FRÅGOR OM VÅR KROPP*

Nedan följer fyra frågor om människokroppen

*A. Vad händer med sockret?*

Du äter en sockerbit. Följ sockrets väg så långt du kan och så noga du kan efter det att du svalt ner det! Skriv och berätta!

*B. Vad händer med syret?*

I luften du andas finns syre. Följ syrets väg så långt du kan och så noga du kan efter det att syret har passerat in genom näsa och mun! Skriv och berätta!

*C. Varifrån kommer koldioxiden?*

I din utandningsluft finns koldioxid. Följ koldioxidens väg bakåt så långt du kan och så noga du kan! Skriv och berätta!

*D. Varför finns kapillära blodkärl?*

Till människans blodkärssystem hör enormt många mycket små och tunna blodkärl. De kallas kapillära blodkärl eller kapillärer. Varför finns det så många sådana blodkärl?

*UPPGIFT 1*

Välj ett av skolåren 5, 9 eller 12 (sista året på gymnasiet) och ange vad du anser att en elev skall kunna svara om frågorna ges utan förberedelse? Skriv ner detta!

*UPPGIFT 2*

Är den kunskap som efterfrågas i de fyra frågorna viktig? För vem och i vilka situationer? Försök hitta argument för och emot!

## *VAD HÄNDER MED SOCKRET? SEX ELEVSVAR*

Alla elevsvar som förekommer i det följande har getts av studerande som genomgått gymnasiets naturvetenskapliga program. Här är till att börja med sex svar på uppgiften om vad som händer med sockret:

- A1 Sockret åker ned i magen och därefter delas det upp och åker ut i blodet. Där blir det bl.a. till energi.
- A2 Först spjälkas sockret upp då det blandas med saliven, i saliven finns just ett enzym (amylas) som bryter ner sockret i mindre bitar. Det är då kolhydratkedjan som klipps av i mindre bitar, så att det kan fortsätta vidare genom kroppen. Magsyran spjälkar det ytterligare och när det nedspjälkade materialet når tarmarna kan det effektivt tas upp av blodet. Socker bryts ned snabbt och når blodet efter kort tid.
- B1 Ned i magen. Vidare i tarmen, där det tas upp av blodet. Detta transporterar vidare detta ut till organ, som t.ex. muskler, som använder sockret i förbränning.
- B2 När man tuggar sönder sockret blir det mindre bitar av det och själva nedbrytningen börjar med hjälp av saliven. När man svälter ner sockret, hamnar det i magsäcken där det finns enzymer som bryter ner det i ytterligare mindre delar så att det till sist blir så smält att det går ut i blodet och sedan forslas runt till kroppens alla organ.
- C1 I magsäcken spjälkas sockret till mindre bitar och transporteras ut till cellerna via blodet där de lagras eller används direkt som energi via en reaktion.
- C2 I munnen bryts sockret ner av enzym - jag tror det är amylas. Där börjar nerbrytningen av polysackariderna. Vidare ner i magsäcken bryts det ner av magsyra som även det innehåller nedbrytande enzymer. Kolhydratkedjorna spjälkas ytterligare där. Till slut är sockret sönderdelat i glukosmolekyler som m.h.a. blodet transporteras in i cellerna och blir byggsten vid cellandningen. Glukosen omvandlas där i olika steg till energi i form av ATP - ??? energi.

### *UPPGIFT 3*

1. Svaren A1 och A2 är olika, men det finns också en likhet. Vilken är den?
2. Besvara samma fråga för svaren B1 och B2, respektive C1 och C2.
3. Den som har ordnat svaren i sekvensen A → B → C har gjort det efter en viss princip. Vilken?

## *VAD HÄNDER MED SYRET? SEX ELEVSVAR*

- A1 Syret andas först in i lungorna. Därifrån sprids det ut i blodet.
- A2 Från luftstrupen ner i lungorna. Där tar syret upp av blodet genom vävnaden/alveolerna lungblåsorna.
- B1 Den syrerika luften tas upp i lungorna och sedan syresätts blodet som pumpas ut från hjärtat genom stora kroppspulsådern ut i hela kroppen.
- B2 När vi andas in värms luften upp samt renas från smuts och damm i näsan och luftrören. Därefter går luften via luftrören ner till lungorna. I lungorna finns alveoler (små luftblåsor) Där syreutbytet sker genom att det finns så otroligt många blodkärl som tar upp det syrerika blodet och sedan för det till hjärtat. Det går in i förmaket därefter till kammaren från kammaren pumpas det ut i aorta (st kroppspuls) där blodet sedan förgrenas ut i resten av kroppen
- C1 Syret går ner via luftstrupen till lungorna. Lungorna förgrenar sig allt mer och längst ut finns luftblåsorna. Det syrefattiga blodet som levererat syre till kroppens celler "tankas" med nytt syre och ut i kroppen igen.
- C2 Syret går till lungorna genom luftstrupen. Blodet passerar lungorna och i de små, små blodkärl (kapillärer) som sprider sig över lungans yta. I de små lungblåsorna (alveolerna) sker utbyte mellan syre & koldioxid. Genom alveolernas väggar och kapillärernas väggar sker utbytet. Syret går in i blodet och koldioxiden går ut i lungorna. (Vi andas ut koldioxid). När det syresatta blodet kommer igenom hjärtat, går det ut i lilla & stora kretsloppet där blodet syresätter celler (muskelceller m.m.). När blodet är på sin väg tillbaka till hjärtat har all syre blivit upptagen och blodet går från hjärtat ut i lungorna för att bli syresatt igen.
- D1 Man andas in syre i form av luft som också består av kväve m.m. Syret går genom luftstrupen ner till lungorna där syret tas upp av kroppens blodkretslopp som drar in de syrerika blodet i hjärtat. Från hjärtat pumpas sedan blodet ut till kroppens alla hörn, där syret används för att bilda energi vid cellandningen. vatten + syre + kolhydrat + → koldioxid + energi
- D2 Vi andas in syret. Detta behövs för att kunna genomföra cellandningen. Blodet syresätts i lungalveolerna. Det syrerika "röda" blodet transporteras till kapillärerna där ett utbyte sker. Cellerna eller musklerna behöver bränsle. Sockret ATP-molekylen och syret är detta bränsle. Restprodukten är vatten och koldioxid.



*UPPGIFT 4*

1. Svaren A1 och A2 är olika, men det finns också en likhet. Vilken är den?
2. Besvara samma fråga för svaren B1 och B2, respektive C1 och C2.
3. Den som har ordnat svaren i sekvensen  $A \rightarrow B \rightarrow C$  har gjort det efter en viss princip. Vilken?

## ATT BESKRIVA INTEGRERAD FÖRSTÅELSE

Hittills har vi studerat och reflekterat över elevsvar på en fråga i taget. Nu flyttas uppmärksamheten över på de tre första frågorna samtidigt. Så här svarar en elev:

### Sockret

Transporteras i matstrupen ner till magsäcken. Där bryts det ner till mindre delar av magsyran. Sedan fortsätter sockret ut i tjocktarm och tunntarm där vätskan pressar ut sockerpartiklar ut i blodet, där cellerna tar upp det.

### Syret

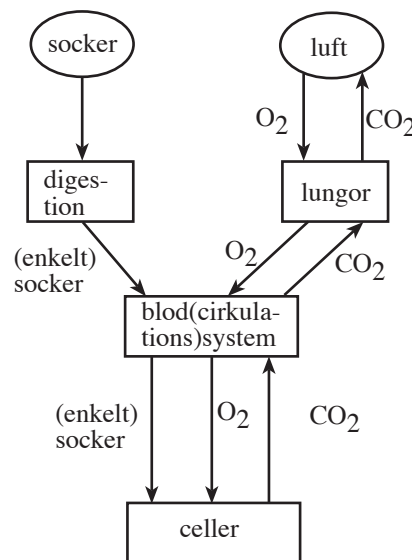
Till lungorna genom luftstrupen. Från lungornas tunna väggar ut i blodet som förs till hjärtat. Här sprids det syrerika blodet ut i kroppen (stora och lilla kretsloppet) där cellerna tar upp syret och avger koldioxid → Blodet blir syrefattigt och förs genom hjärtat tillbaka till lungorna och vi andas ut koldioxid.

### Koldioxiden

Koldioxid bildas som en restprodukt vid förbränning i cellerna. När det syrerika blodet ger syre till cellerna avger de koldioxid först. Se frågan om syret.

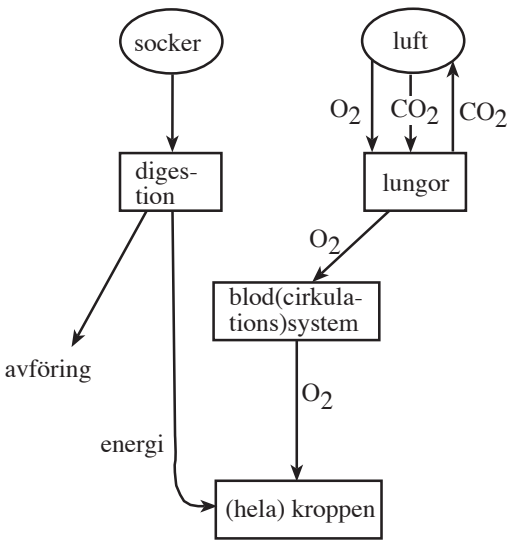
Vi skall se på svaren ur logistiksynpunkt och i stora drag. Den samlade bilden blir då den som figur 1 här invid visar.<sup>1</sup>

Figuren ger intryck av en integrerad förståelse. Varje cell i en organism behöver organiskt material och syre, och organismen behöver ett system för borttransport av koldioxid och vatten. Eleven visar i stora drag hur detta fungerar hos en människa. Han nämner dock inget om att socker och syre reagerar i cellen och att detta frigör energi samt leder till restprodukter som måste transporteras bort. Eleven kanske vet detta, men tycker måhända att det inte hör till frågorna.



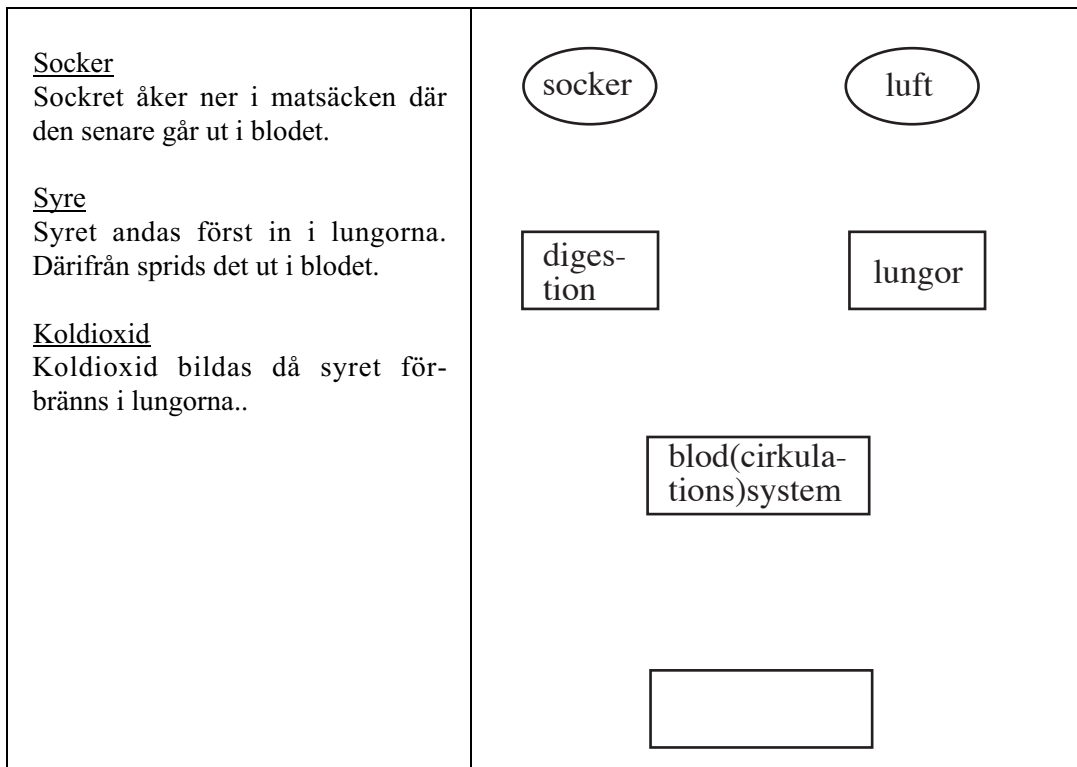
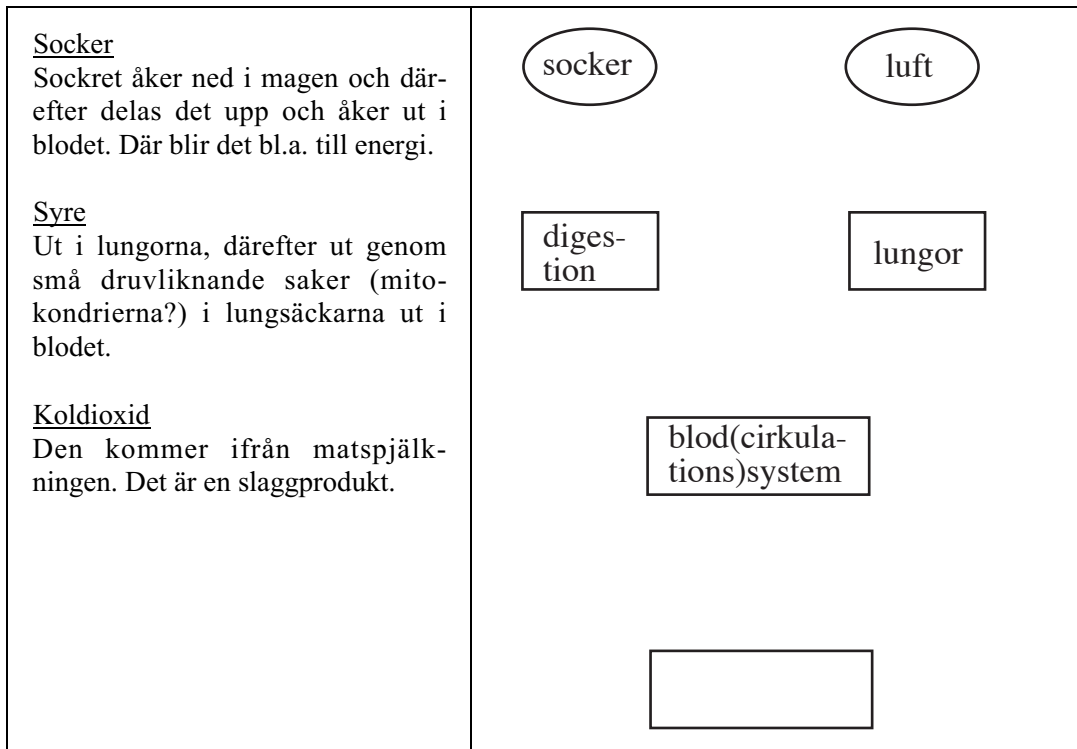
**Figur 1.** Karaktäristik av tre svar från samma elev

Här följer ett annat exempel där samma teknik som nyss används för att sammanfatta tre svar från samma elev.

<p><u>socker</u> När jag svält ner sockerbiten (sönder-tuggad) hamnar den i magsäcken där den löser sig och blandas med magsaften. Kroppen tar tillvara på den energi den behöver, resten går vidare genom tarmarna, ut i tjocktarmen för att sedan komma ut som avföring.</p> <p><u>Syre</u> När vi andas in syret går det genom luftstrupen ner i lungorna. Blodet tar sedan upp syret och de röda blodkropparna transporterar runt det i hela kroppen. Musklerna behöver syre när de skall arbeta.</p> <p><u>Koldioxid</u> Vi andas in luft som består av syre, kväve och koldioxid. Luften kommer ner i lungorna där syret transporteras ut i kroppen. Det kroppen inte behöver andas man sedan ut igen, mycket i form av koldioxid.</p>	 <p><u>Figur 2.</u> Karaktäristik av vidstående elevsvar</p>
--	--

Figur 2 ger intryck av en kunskap som är mer fragmenterad än den som framgår av figur 1. Matspjälkning och blodomlopp är inte sammankopplade. Någon cellnivå finns inte i svaren, ej heller någon antydning om en reaktion mellan socker och syre som ger energi samt restprodukter.

Använd nu den teknik som visats i figur 1 och 2 för att karaktärisera de svar som följer:



Socker

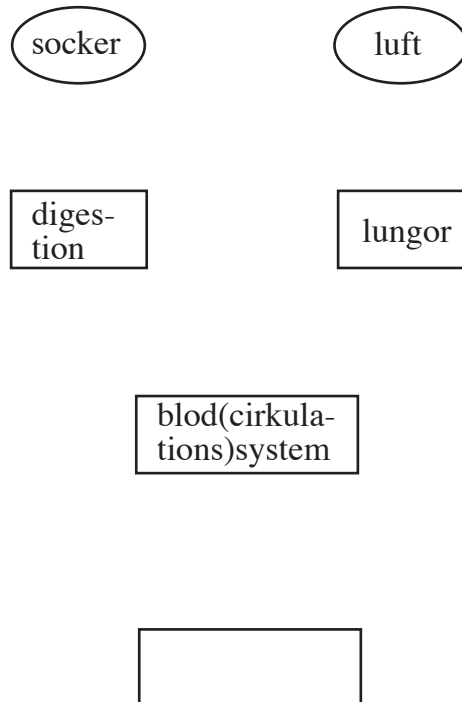
Sockret kommer till magsäcken där blandas det med magsyran m.m. blir en lätthanterlig massa för kroppen. Åker sen från magsäcken ut i tunntarmen. I tarmen tas näringen upp med hjälp av blodet och transporteras runt i kroppen dit det behövs. Men nu finns det inte direkt nån näring i socker, vi kan få lite energi men, om vi inte behöver energin vi kan få av sockret så omvandlas det till fett och lagras i våra organ. Förmodligen blir det inte särskilt mycket av sockret som kommer ut i andra ändan.

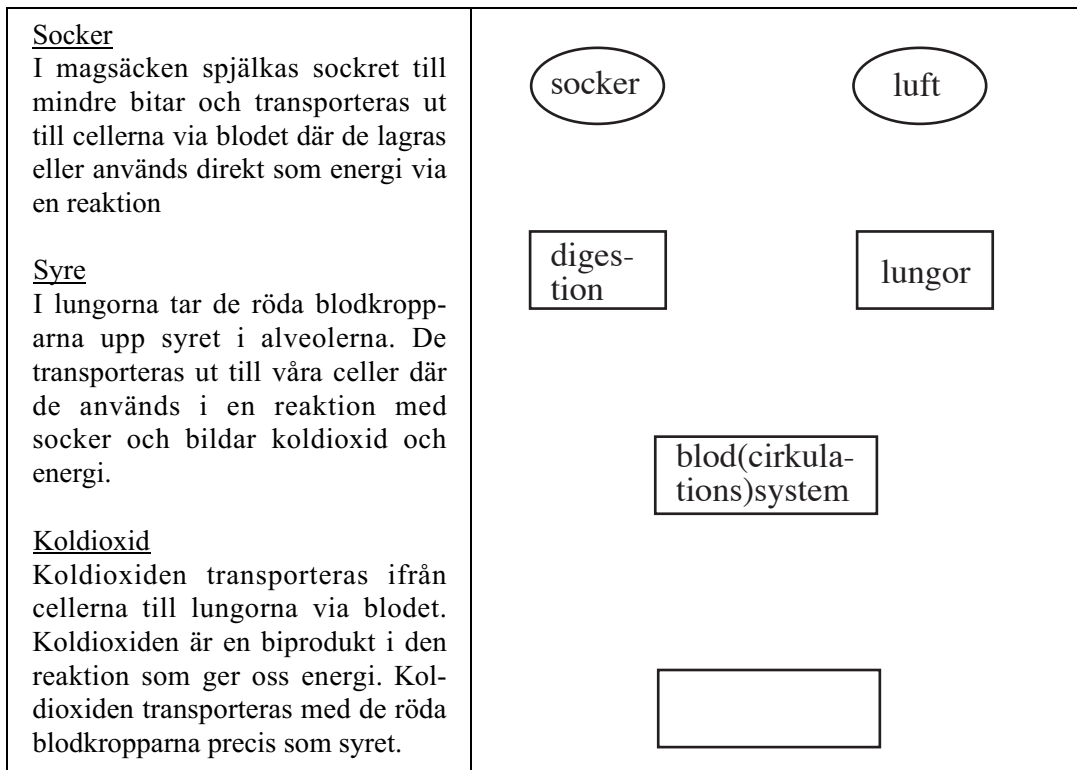
Syre

Syret åker ner i lungorna. I lungsäcken finns nånting som jag inte kommer ihåg vad heter. I alla fall så där får syret kontakt med blodet. Syret åker med blodet runt i kroppen och transporterar syre till kroppens alla behövliga delar. När syret gjort vad det ska åker det tillbaka med blodbanan till lungsäcken med hjälp av det där jag inte kommer ihåg vad heter. Det har blivit koldioxid av syret efter arb. gång som vi sen andas ut.

Koldioxid

Koldioxiden kommer från syret vi inandades dens väg är ju från förra frågan. Det blir koldioxid av syret efter arbetets väg.





## *VARFÖR FINNS DET KAPILLÄRER? SEX ELEVSVAR*

Här följer ett antal elevsvar på frågan:

- A1 Kapillärerna är små små blodkärl som finns för att blodet skall nå ut till alla små delarna i kroppen. Blodet bör nå alla våra celler.
- A2 Endast det "stora" blodkärlssystemet skulle omöjligen kunna tillgodose kroppens alla olika celler med det blod det behöver. Genom kapillärerna kan blodet nå ut till alla delar i kroppen.
- A3 Därför att blodet på ett smidigt sätt ska transporteras ut i hela kroppen.

- B1 Kapillära blodkärl har så tunna väggar att ämnen kan passera genom dem. Det är kapillära blodkärl som gör att det kan ske ett utbyte mellan cellerna och blodet.
- B2 Det är där ämnesombytet sker. Kapillärerna är så tunna att det lätt kan ske genom komplicerade kemiska processer. Kapillärerna ger syre till cellerna.
- B3 Ytan för utbyte med kroppens celler blir så stor som möjligt.
- C1 Dessa blodkärl är viktiga då de går ut till varje del i kroppen (den minsta delen) varje cell behöver syre och blodkärlen till de minsta delarna kan inte vara stora. Många finns det därför att det ska täcka in hela kroppen och ge den syre. Kapillärerna är tunna och fina så att näring och syre lätt ska kunna passera "väggarna".
- C2 Blodet finns ju överallt, och måste ju nå alla kroppens delar för att de skall kunna arbeta och fungera som de ska. Man kan ju inte ha stora tjocka blodkärl överallt! De små kapillärerna får ju dessutom mycket större sammanlagd "yta" att ta upp och ge ut näring på, än några få tjocka blodkärl.
- C3 För att syre lätt ska kunna nå alla celler i kroppen måste de vara många och tunna för att utbytet av syre mellan blod och cell ska kunna ske.

### *UPPGIFT 5*

1. Kan du se en likhet mellan svaren A1, A2 och A3?
2. Samma fråga för svaren B1, B2 och B3 respektive C1, C2 och C3
3. Är det rimligt att hävda att C-svaren är mer utvecklade än A-svaren respektive B-svaren?

## *FORSKNING OM ELEVERS BEGREPP*

Det finns en hel del internationella studier som belyser vad elever kan och vet om andning, matspjälkning och blodomlopp.<sup>2</sup> Beträffande Sverige, så ingick en del frågor om människokroppen i den nationella utvärderingen 1992.<sup>3</sup> Här är några exempel på resultat från denna:

- Drygt hälften av svenska elever i slutet på åk 9 menar att 'den energi som finns i maten' frigörs i magsäck och tarmar. Det är 7% som svarar att energin frigörs i cellerna.
- Ställda inför olika alternativ angående hur en droppe blod färdas i kroppen väljer så gott som alla svenska elever i slutet på åk 9 ett kretslopp. Men det är 30% som inte har lungorna med i detta kretslopp och bara 25% som väljer ett korrekt dubbelt kretslopp.
- På en fråga om vad som händer med en luftmängd som man andas in i lungorna är det hälften av svenska elever i slutet av åk 9 som följer luften/syret ut i kroppen. Av denna hälft anger 16% ingen mekanism. De konstaterar att luften/syret går ut i kroppens olika delar. Det är 54% som säger att blodet syresätts, 22% som menar att blodet transporterar luft/syre till kroppens olika delar och 8% som uttrycker att blodet transporterar luft/syre till kroppens celler.
- Det är 50% av svenska elever i åk 9 som rätt kan ordna nivåerna atom, molekyl och cell, dvs. de skriver att celler består av molekyler som i sin tur består av atomer.

## *FRÅGOR OM MÖJLIGHETER ATT LÄRA*

### *UPPGIFT 6*

Diskutera och ta ställning till följande två påståenden:

1. Läromedlen förmedlar 'ett-delsystem-i-taget-tänkande' genom att behandla matspjälkning, blodomlopp och andning som separata processer. Detta försvårar en integrerad förståelse av den typ som kommer till uttryck i figur 1. (Tänk på läromedel för det stadium som du undervisar på.)
2. Läromedlen överbetonar fysiologiska detaljer på bekostnad av integrerat systemtänkande. Det gör att det inte finns något sammanhang att 'hänga upp' detaljerna på. Detaljerna blir på så sätt isolerade faktabitar, som lätt glöms bort.



### *UPPGIFT 7*

Diskutera och ta ställning till följande:

Det är ett vanligt språkbruk både i läromedel och på lektioner att säga t. ex. att 'mat är energirik' och 'mat innehåller energi'. Det är också vanligt att påstå att denna energi sitter i bindningarna. Detta är fel. Det åtgår ju energi för att upphäva bindningar.

Det rätta sättet att uttrycka sig är att säga att systemet 'mat + syre' är energirikare än systemet 'koldioxid + vatten'. Med detta som utgångspunkt inser man att det är nödvändigt med transport av såväl syre som (spjälkad) mat till cellerna för att det skall bli någon energiutvinning där. (Se också bilaga 1.)

### *UPPGIFT 8*

Det kunnande som vi har om människokroppen hänför sig till olika organisationsnivåer, bl. a.:

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

Vilka av dessa nivåer anser du skall ingå i undervisningen på ditt stadium?

## *NOTER*

1. Den grafiska teknik som används i figur 1 och fortsättningsvis för att beskriva hur en elev svarar på flera uppgifter har hämtats från Núñez och Banet (1997).
2. Se t. ex. Arnaudin och Mintzes (1985), Contento (1981), Crider (1981), Gellert (1962), Mintzes (1984) och Wellman och Johnson (1982).
3. Se Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist (1993a, b)

## *REFERENSER*

Andersson, B., Emanuelsson, J., & Zetterqvist, A. (1993a). *Nationell utvärdering – åk 9. Vad kan eleverna om ekologi och människokroppen?* (NA-SPEKTRUM, nr 6). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst för ämnesdidaktik.

Andersson, B., Emanuelsson, J., & Zetterqvist, A. (1993b). *Nationell utvärdering – åk 9. Vad kan eleverna om materia?* (NA-SPEKTRUM, nr 5). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst för ämnesdidaktik.

Arnaudin, M. W., & Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: a cross-age study. *Science Education*, 69(5), 721-733.

Contento, I. (1981). Children's thinking about food and eating - A piagetian-based study. *Journal of Nutrition Education*, 13(1), 86-90.

Crider, C. (1981). Children's conceptions of the body interior. In R. Bibace & M. Walsh (Eds.), *New directions for child development: Children's conceptions of health, illness, and bodily functions*. San Francisco: Jossey-Bass.

Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 291-411

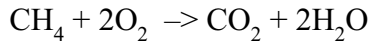
Mintzes, J. J. (1984). Naive theories in biology: Children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics*, 84(7), 548-555.

Núñez, F., & Banet, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. *International Journal of Science Education*, 19(5), 509-526.

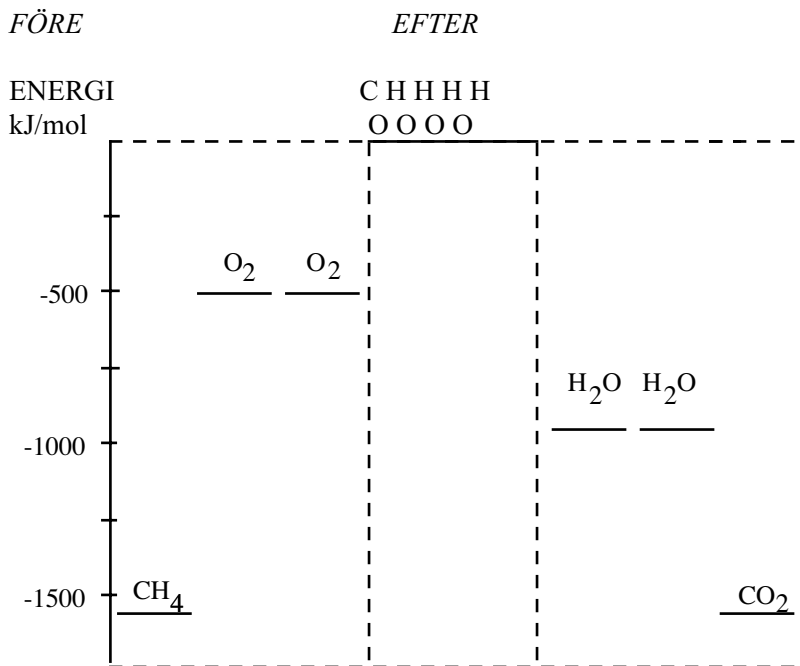
Wellman, H. M., & Johnson, C. N. (1982). Children's understanding of food and its functions: A preliminary study of the development of concepts of nutrition. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 3, 135-148

*BILAGA 1*  
**VAR FINNS ENERGIN OM DEN  
INTE SITTER I BINDNINGARNA?**

Betrakta som exempel förbränning av metan i luft, en exoterm reaktion.

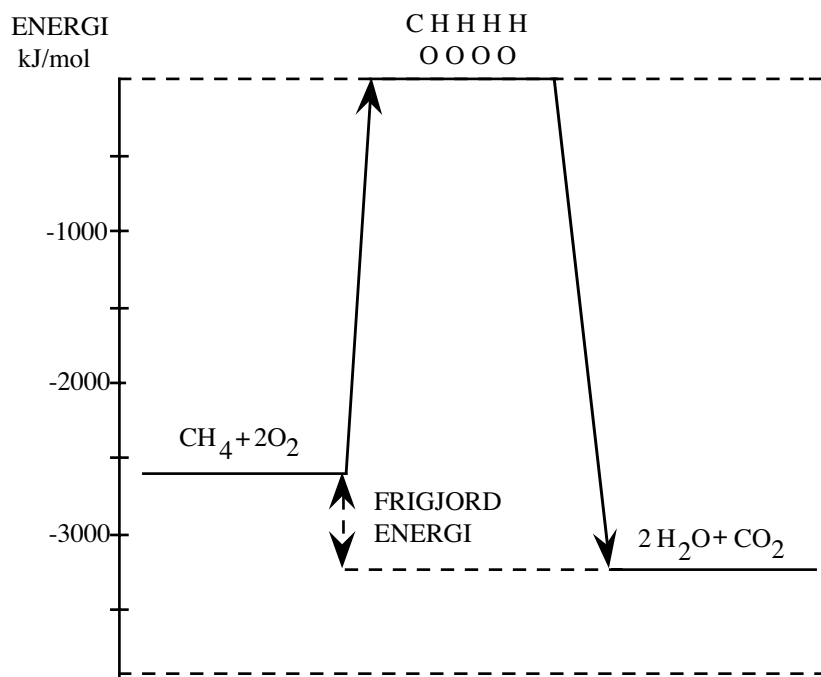


Energisituationen före och efter reaktionen visas i detalj i figur A. Som tänkt mellansteg låter vi alla inblandade atomer vara fria. Energin för systemet i detta mellansteg sätts till noll. Av diagrammet framgår t. ex. att atomisering av 1 mol  $\text{CH}_4$  kräver 1600 kJ. Vi ser också att syremolekylens båda bindningar ( $\text{O}=\text{O}$ ) är svagare (250 kJ/mol för varje bindning) än bindningen  $\text{C}-\text{H}$  (400 kJ/mol). Att energi frigjorts 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 på nästa sida.



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



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

### **Naturvetenskapens karaktär**

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

### **Naturvetenskapens innehåll**

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik
  
- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme
  
- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

### **Naturvetenskapen i samhället**

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

För korta sammanfattningar av olika enheter se

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

Alla enheter kan laddas ner från internet:

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