

ÄMNEN

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

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

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, 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 finansiär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

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

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

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

VAD ÄR ETT ÄMNE?	5
Några definitioner av ämne	6
NÅGRA TEORETISKA SAMBAND	7
Ämnen och aggregationstillstånd	7
Ämnen och blandningar respektive kemiska reaktioner	9
UNDERSÖKNINGAR SOM BELYSER ELEVERS	10
ÄMNESBEGREPP	
Elevs beskrivningar av kemiska reaktioner	10
Hur många ämnen?	11
Hur kan elevs begrepp om ämnen förklaras?	13
KATEGORIMISSTAG	15
REFLEXIONER OM UNDERVISNING	16
Föremål, egenskap och material	17
Växelverkan och system	18
NOTER	20
REFERENSER	20
BILAGA: Förslag till testuppgifter om ämnen	21

ÄMNER

Kemiska reaktioner innebär att utgångsämnen försvinner och att nya bildas. Därför är det viktigt att den som studerar kemi förstår vad ett ämne är. Vi inleder workshopen med en diskussion om detta begrepp och dess relationer till centrala begrepp inom kemin. Därefter ges förslag på testuppgifter, varefter följer en redovisning av några forskningsresultat som belyser elevers förutsättningar att förstå den kemiska innebörden i ordet ämne. Elevers föreställningar om ämnen kan delvis förklaras med deras erfarenheter från vardagslivet, men också med oklarheter i kemisternas sätt att uttrycka sig, vilket illustreras med många exempel. Avslutningsvis framförs några synpunkter på hur förståelse av begreppet ämne kan byggas upp i undervisningen.

VAD ÄR ETT ÄMNE?

UPPGIFT 1

I Nationalencyklopedin kan man läsa att en kemisk reaktion är en 'process i vilken ett system av ett eller flera ämnen, reaktanter, övergår i ett nytt system av andra ämnen, produkter.'

Av detta framgår att man behöver förstå vad ett ämne är för att förstå vad som menas med en kemisk reaktion. Vad är då ett ämne? Hur skulle du besvara denna fråga om du fick den av en elev?

Några definitioner av 'ämne'

Nationalencyklopedin har följande text om ordet *ämne*:

- 1 inom kemien grundämne (element) eller kemisk förening.
- 2 i tekniken avskuren eller gjuten bit av råmaterial, t. ex. av metall eller trä avsett för vidare bearbetning.
- 3 skolämne, se läroämne.

I fortsättningen intresserar vi oss enbart för den första betydelsen.

Hägg¹ anger följande om *rent ämne*:

Ett *rent ämne* kallas varje ämne, som kan existera som fas med *konstant sammansättning*, även om man inom vissa gränser ändrar systemets temperatur och tryck samt sammansättningen hos systemets övriga faser. Begreppet omfattar såväl grundämnena som föreningar av grundämnena. Med konstant sammansättning hos en förening menas här att de grundämnena varav den består ingår med konstanta relativa atomtal (samma molbråk). Sammansättningen uttryckt i viktsprocent kan nämligen variera om isotopsammansättningen ändras.

Man kan konstatera att begreppet *ämne* används för materia med *konstant sammansättning*. I en förening är förhållandet mellan antalet ingående atomer av olika slag konstant. I t. ex. vatten är förhållandet mellan antalet ingående väteatomer och syreatomer 2:1. Ämnet ska finnas i sådan mängd att vi kan observera det med våra sinnen (makroskopisk nivå). *Ämnet* kan befinna sig i olika faser dvs. i fast form, flytande form eller gasform. *Ämnet* behåller sin identitet under sådana förändringar som smältning och förgasning respektive stelning och kondensation samt vid upplösning och kristallisation. Ämnet behåller också sin identitet vid sådan värmning och kylning, som inte innefattar någon fasändring. Likaså bibehålls identiteten vid förändringar som krossning eller svarvning.

Användningen av begreppet *ämne* kompliceras av att förklaringarna till begreppet är relaterade till den atomära nivån. Dessutom används ordet *grundämne* både på den makroskopiska nivån (t. ex. järn) och på den atomära nivån, där betydelsen snarast är *ett bestämt slag av atom* (t. ex. järnatom).

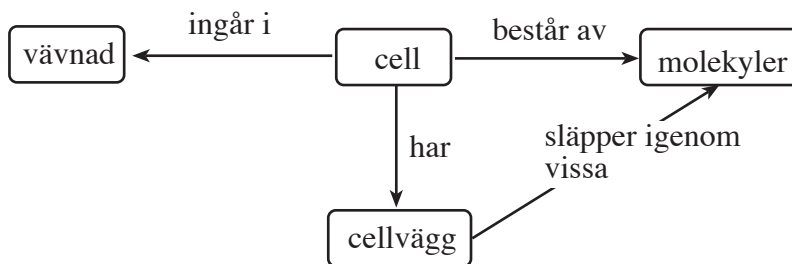
När kemister talar om *ämnena* avser de ämnena, som är helt fria från föroreningar. Dessa betecknas ibland *rena ämnena*. För laboratoriebruk saluförs kemikalier med olika kvalitet. Renheten anges med beteckningarna teknisk, purum, puriss och pro analysi, där den sistnämnda är renast och därmed också dyrast. Ett ämne helt fritt från föroreningar är ett idealtillstånd, som knappast kan uppnås för de kemikalier vi använder praktiskt. Men teoretiskt använder vi idén om ett ämne som om ämnet inte innehöll några främmande beståndsdelar alls.

UPPGIFT 2

Begrepp har relationer till andra begrepp. Genom dessa relationer får begreppet mening, och ger också mening till de relaterade begreppen. Man brukar säga att begrepp bildar nätverk. Ett välorganiserat nätverk kan vara till god hjälp då man försöker förstå sin omvärld.

Diskutera relationerna mellan begreppet *ämne* och begreppen *materia*, *material*, *föremål*, *förening*, *grundämne*, *molekyl*, *jon*, *atom*. Konstruera ett nätverk där samband mellan dem framgår.

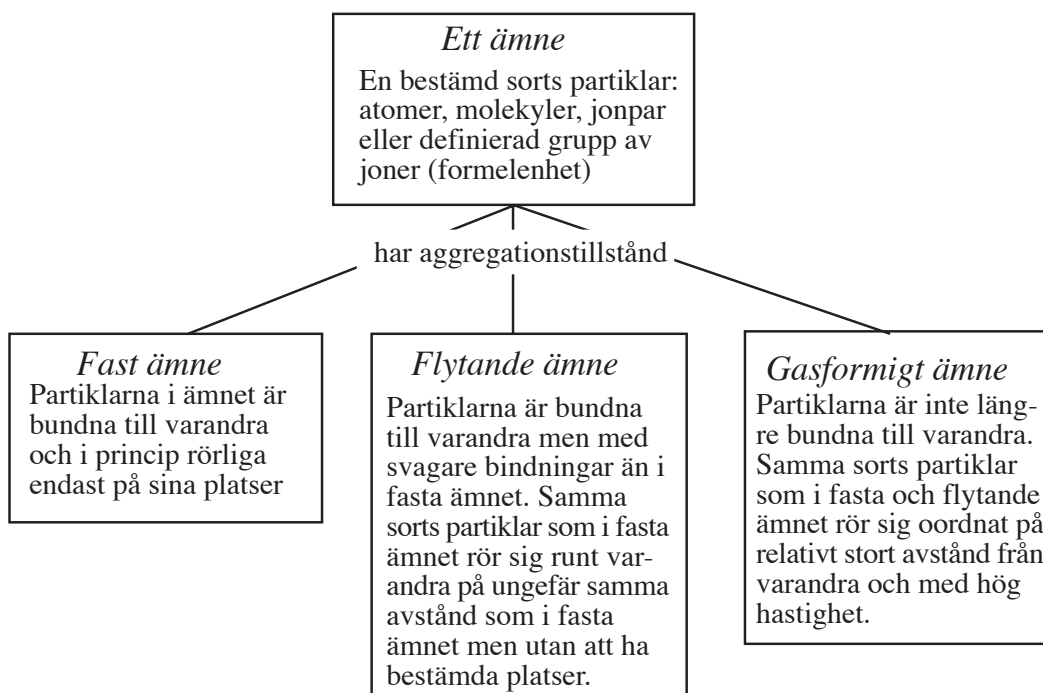
TIPS. Ett sätt att lösa uppgiften är att göra en s. k. begreppskarta. Man kan skriva de kursiverade orden på lappar (ett ord per lapp), pröva att lägga ut dem på olika sätt på ett pappersark och skriva vilken relation som finns mellan begreppen. Ett enkelt exempel på denna teknik ges nedan.



NÅGRA TEORETISKA SAMBAND

Ämnen och aggregationstillstånd

I uppgift 2 har begreppet *ämne* satts i relation till några andra begrepp. Men det kan även sättas i relation till atomteorin, dynamiska partikelteorin och aggregationstillstånd. Sambanden beskrivs översiktligt i följande begreppskarta.



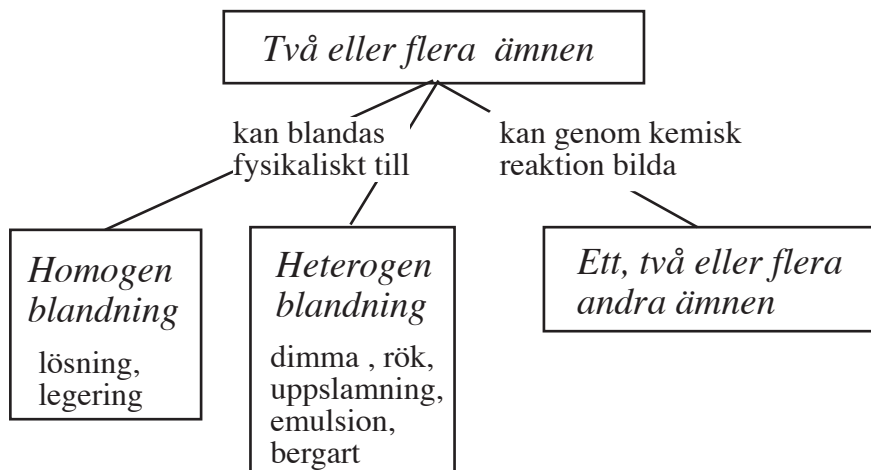
Modellen ovan anger grovt hur partiklarnas ordning växlar, men hur hänger de olika aggregationstillstånden samman? Vid konstant tryck är aggregationstillståndet hos ett ämne beroende av temperaturen. Vid tillräckligt låg temperatur är ämnet fast. Partiklarna, som bygger upp ämnet är ordnade i t. ex. en kristallstruktur. Men de enskilda partiklarna är inte orörliga utan vibrerar och roterar (eller vagnar) på sina platser. Vid tillförsel av energi ökar vibrationerna och rotationerna och temperaturen stiger. Rörelserna blir så småningom så stora att partiklarna delvis frigörs från varandra. Vi har då nått smältpunkten. Temperaturen förblir konstant tills allt det fasta är smält. Om ytterligare energi tillförs ökar rörelsen hos partiklarna tills de helt frigörs från varandra. Vi har då nått kokpunkten. Temperaturen förblir konstant tills allt det flytande övergått till gas (i vissa fall kallas gasen för ånga). I gasen kolliderar partiklarna ständigt med varandra. Avstånden mellan partiklarna förhåller sig i fast, flytande respektive gasformigt ämne ungefär som 1:1:10 vid atmosfärstryck.

Men alla modeller har sina begränsningar och förhållandena är inte riktigt så statiska som ovanstående begreppskarta antyder. Vattenmolekyler i ytan på den fasta sjöisen bombarderas t. ex. ständigt av kväve- och syremolekyler varvid vattenmolekyler lossnar och blandas med molekylerna i luften, isen sublimeras. Vattenmolekyler från luft kan vid låg temperatur fastna och bilda rimfrost. Metaller som koppar och silver kan bearbetas genom att hamras, kalldragas till tråd eller valsas till plåt. Bearbetningen är möjlig genom att atomlagren tvingas glida över varandra varvid en del bindningar upphör och andra etableras. En del vattenmolekyler i t. ex havsvatten lämnar vid avdunstning vattenytan vid temperaturer mellan smältpunkten och kokpunkten genom att de vid kollisioner med andra partiklar får så hög hastighet att de kan frigöras från omgivande vattenmolekyler. Osynlig vattenånga i luften kondenseras till moln eller dagg vid avkylning.

Lägsta teoretiskt möjliga temperatur är absoluta nollpunkten, $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vid denna temperatur har partikelrörelsen nästan upphört. Vid mycket hög temperatur leder kollisioner mellan partiklarna i en gas till jonisation d.v.s. gasen övergår till plasmatillstånd.

Ämnen och blandningar respektive kemiska reaktioner

Sambanden mellan begreppen *ämne*, *blandning* och *kemisk reaktion* beskrivs översiktligt i följande begreppskarta:



Blandningar kännetecknas av att ämnena i dem kan utvinnas eller återvinnas genom fysikaliska separationsmetoder såsom avdunstning, kristallisation, destillation, filtrering, flotation etc. Salt utvinnes t. ex. genom att vatten får avdunsta från havsvatten varvid saltet kristalliseras ut, kolväten utvinnes genom att råolja destilleras, mineral för järnframställning skiljs ut från den krossade och malda malmen genom flotation.

De ämnen, som reagerat vid en kemisk reaktion, kan inte återfås eller återbildas med hjälp av fysikaliska separationsmetoder. Den kemiska reaktionen innebär att atomerna i ursprungsämnena arrangeras om genom att befintliga bindningar bryts och atomerna binds till varandra på helt nytt sätt. Ursprungsämnena försvinner successivt och helt nya ämnen bildas i deras ställe. I många fall är dock reaktionerna reversibla och där finns ursprungsämnena kvar i jämvikt med de nybildade ämnena.

UPPGIFT 3

En elev förstår inte varför vatten och is är samma ämne. De ser ju så olika ut tycker han. Hur skulle du argumentera för att övertyga honom om 'vetenskapens ståndpunkt'?

UNDERSÖKNINGAR SOM BELYSER ELEVERS ÄMNESBEGREPP

Vi började denna workshop med Nationalencyklopedins definition av 'kemisk reaktion', vilket ledde till reflektionen att man behöver förstå vad ett ämne är för att förstå vad som menas med en kemisk reaktion. Själva essensen av en sådan kan ju sägas vara att ursprungsåmnen försvinner och nya ämnen bildas.

Därför ställde vi frågan 'Vad är ett ämne?'. Den har vi nu försökt besvara, och det visar sig att vi behöver ta åtskilliga kunskaper om materia i anspråk för att klara detta.

Hur går egentligen det här ihop ur didaktisk synpunkt? För att förstå vad en kemisk reaktion är behöver man förstå begreppet ämne. Men för att förklara vad ett ämne är måste man ta många kemiska begrepp i anspråk. Det verkar onekligen som vi har fått ett knepigt problem på halsen.

Låt oss tills vidare ta lätt på detta! Vi lägger helt enkelt problemet åt sidan och ägnar oss åt att ta reda på, och beskriva, hur elever resonerar om begreppet ämne.

UPPGIFT 4

Använd frågorna i appendix för att ta reda på något om dina elevers föreställningar om ämnen. Sammanställ resultaten och redovisa för kollegor/kurskamrater.

Elevers beskrivningar av kemiska reaktioner

I en grekisk undersökning² fick cirka 170 elever i åldern 13-14 år undersöka ett antal ämnen och vad som händer då vissa av dessa blandas. Exempel på ingående ämnen var natriumklorid, kaliumjodid, blynitrat och vatten. Eleverna, som inte tidigare haft undervisning i kemi, fick bl. a. beskriva ämnena som sådana och vad som hände då de blandades. De ombads också att försöka förklara det inträffade. Tre intressanta resultat var följande:

- Eleverna beskriver ofta vad ett ämne liknar ('det är som strösocker') och en eller två egenskaper ('det är vitt och kornigt').

- Ett dominerande mönster för beskrivning av förändringar är att utgångsämnen behandlas som bevarade, men med förändrade egenskaper, t. ex. 'det vita ämnet ändrade färg och blev ljusblått'. Detta beskrivningsmönster sammanfattas på följande sätt:

ämne med egenskaper —> samma ämne med nya egenskaper

Författarna till studien menar att detta mönster tyder på att eleverna skiljer på ämne och egenskaper. Vidare påpekar de att mönstret innebär en fokusering på utgångsämnen. Ett före-eftertänkande, där uppmärksamheten också riktas mot att nya ämnen har uppstått på grund av växelverkan, är mindre vanligt i elevernas spontana beskrivningar av det som för naturvetaren är kemiska processer.

- Det finns få ansatser att beskriva växelverkan mellan ämnen som kemisk. Det som sker uppfattas snarare som mekanisk växelverkan, exempelvis blandning. Ett annat exempel är några elever som förklarar den gula färg, som uppstår då kaliumjodid och blynitrat blandas, med att de vita kornen skavs mot varandra så att deras ytterhölje brister, varvid det gula innehållet blir synligt.

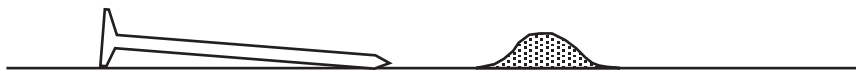
Hur många ämnen?

Elevers spontana, men också av undervisning påverkade, tänkande om ämnen har studerats i en engelsk undersökning³. En av de uppgifter som eleverna (11-14 år gamla) ställdes inför gällde att avgöra om olika material bestod av ett eller flera ämnen. Det visade sig att eleverna spontant fokuserade materialets 'historia'. De visste t. ex. att choklad tillverkas av olika ingredienser och angav detta som skäl till att chokladen utgörs av flera ämnen. Om ett material var okänt ansåg eleverna att det inte fanns något sätt att ta reda på hur många ämnen det bestod av.

Efter undervisning om karaktäristiska ämnesegenskaper som smältpunkt och kokpunkt kunde eleverna föreslå att man kan upphetta ett material och iaktta om det smälter vid en bestämd temperatur, vilket i så fall är ett tecken på att det består av ett ämne. Denna typ av tänkande krävde dock en hel del undervisning och tid för att befästa.

Följande uppgift har getts av oss till 65 svenska elever under vårterminen i skolår 9.

Om en järnspik får ligga utomhus mycket länge, kan man skrapa av ett rödbrunt pulver från utsidan av spiken.



Tänk dig att du har en järnspik och en hög med detta rödbruna pulver. Hur många ämnen är spiken och pulvret? Förklara !

Så här ser resultatet ut:

Kategori	Exempel på svar	Procentuell fördelning
A. ETT ÄMNE	<ul style="list-style-type: none"> – Ett för det är samma ämne – Det är samma fast i olika form – Ett för det är spiken som rostar – Ett ämne - pulvret är ju också järn fast det har rostat – Ett, järnatomer och järnjoner (rost) 	29
B. TVÅ ÄMNEN	<ul style="list-style-type: none"> – Två. Det är två abstrakta ämnen – Två spiken är ett ämne och det rödbruna pulvret är ett ämne. – Två järn och rost – Två. Järn i spiken och järn + syre i pulvret – Två ämnen Spiken ger ifrån sig olika molekyler som med vatten el något annat material som samansätts till ett nytt ämne. 	34
C. TRE ELLER FLERA ÄMNEN	<ul style="list-style-type: none"> – 3 ämnen. Syre, väte och järn bildar tillsammans rost – Många ämnen eller ett för järn är ett grundämne 	8
D. ÖVRIGT	–Rost	6
E. OBESVARAT/ VET EJ		23

Vi har inte haft tillfälle att intervjua eleverna för att närmare undersöka deras tänkande om spiken och rosten. Resultatbilden pekar dock mot att begreppet ämne inte är självklart för eleverna i slutet av grundskolan.

Hur kan elevers begrepp om ämnen förklaras?

Författarna till den grekiska studien⁴ anser att deras resultat kan förklaras med hur vi i vardagslivet förhåller oss till den stora mängd av ämnen som omger oss. Säkerhetstänkande är viktigt. Det finns regler och föreskrifter för vad man skall göra och inte göra med ämnen. Därför uppmuntras inte barn att fritt undersöka ämnen och hur de växelverkar. Att hetta upp blandningar för att ta reda på vad som händer är strängt förbjudet.

Vidare noteras, att förhållningssättet till ämnen, som finns i föremål, burkar och flaskor, är handlingsinriktat. Vi tar medicin, vi håller tvättmedel i maskinen, vi doppar penseln i lösningsmedlet, vi undviker gifter.

Viktiga kemiska reaktioner som förbränning betraktas inte fullt ut. Inledningskedet är i fokus – bränslet antänds, brinner och ger värme. Slutprodukterna, dvs. i huvudsak gaserna koldioxid och vatten, är inte intressanta för den praktiska och aktionsinriktade vardagsmänniskan. Ett före-eftertänkande, där uppmärksamheten också riktas mot att nya ämnen har uppstått på grund av växelverkan, är mindre vanligt i detta sammanhang.

Vardagsspråket förmedlar knappast någon förståelse av att vissa förändringar beror på kemisk växelverkan. Uttryck som 'veden brann upp', 'mjölken surnade' och 'löven blev gula' antyder snarast att veden, mjölken och löven ändras av sig själva. Av de två senare exemplen får man också intrycket att mjölk och löv bevaras som 'ämnen', men ändrar sina egenskaper.

UPPGIFT 5

I den redovisning av forskningsresultat som getts har framhållits att eleverna ibland använder följande modell för att beskriva det som för naturvetaren är en kemisk reaktion.

ämne med egenskaper —> samma ämne med nya egenskaper

Det språk som används i vardagen, och kanske också under lektioner, kommunicerar ibland denna modell. Ta som exempel termerna 'bränd kalk' och 'släckt kalk'. De ger intryck av att vi har att göra med två olika former av ett och samma ämne, nämligen kalk. Men den kemiskt bevandrade vet att det är två olika ämnen [CaO och Ca(OH)_2] med mycket olika egenskaper.

Nedan följer ett antal uttryck som lätt kan tolkas som att ett ämne har modifierats. Din uppgift är att skriva om uttrycken så att de överensstämmer med en vetenskaplig uppfattning om kemiska reaktioner.

<i>UPPGIFT 5 (FORTS)</i>	
VARDAGLIGT SPRÅK	KOMMENTAR
Koldioxid grumlar kalkvatten	Kan tolkas som att vi har att göra med en grumlig form av kalkvatten, dvs. inget nytt ämne. Varför kan man inte lika gärna säga att kalkvatten grumlar koldioxid?
Magnesium brinner	Kan tolkas som att magnesium håller på att modifieras kraftigt. Varför kan man inte lika gärna säga att syre brinner?
Stålullen glöder och blir svart	Kan tolkas som att järnet har modifierats att vi nu har en svart form av järn. Varför kan man inte lika gärna säga att syret har blivit svart?
Järn rostar	Kan tolkas som att järnet har modifierats och att vi nu har en rödbrun, porös form av järn. Varför kan man inte lika gärna säga att syret och vattnet rostat?

VARDAGLIGT SPRÅKBRUK	OMSKRIVNING TILL VETENSKAPLIGT SPRÅKBRUK
Koldioxid grumlar kalkvatten	
Magnesium brinner	
Stålullen glöder och blir svart	
Järn rostar	

UPPGIFT 6

I en engelsk undersökning⁵ fick 85 lärarstuderande med icke naturvetenskaplig bakgrund från ungdomsskolan bl. a. följande uppgift: 'Tänk dig att du har en droppe vatten på bordet framför dig. Hur många ämnen är det då på bordet? Förklara ditt svar!

Det var 32% som svarade två ämnen, och angav att ämnena var väte och syre.

Man kan misstänka att denna typ av svar åtminstone delvis kan förklaras med ett vanligt förekommande språkbruk – vi säger ofta att 'vatten består av väte och syre'. Kanske dags att ändra detta språkbruk. I så fall hur?

KATEGORIMISSTAG

Uttrycket 'vatten består av väte och syre' är avsett att förstås som att vattenmolekylen är uppbyggd av atomerna väte och syre. Men för eleverna, som inte är så bevandrade i atomernas och molekylnas värld, ligger det nära till hands att uttrycket uppfattas makroskopiskt, dvs. att vatten består av ämnena syre och väte. Men vatten är vatten och inget annat. Det har varken vätets eller syrets egenskaper, utan är ett unikt ämne.

Inför nybörjare i kemi gäller det att välja sina ord med omsorg, så att de inte förväxlar molekyler och ämnen, vilket är ett kategorimisstag. Ehuru uttrycket 'vatten består av väte och syre' är vedertagen kemisk jargong är det mindre lämpligt i grundskolans undervisning. Man bör i stället säga 'vattenmolekylen är uppbyggd av två väteatomer och en syreatom', alternativt ingående förklara vad en kemist menar då han säger att vatten består av väte och syre. Ett annat exempel är uttrycket 'kolets kretslopp'. I den elementära undervisningen bör man säga 'kolatomens kretslopp' för att undvika att eleverna gör ett kategorimisstag.

Här följer ytterligare exempel på vanligt språkbruk, som lätt kan tolkas makroskopiskt och då leder tanken fel:

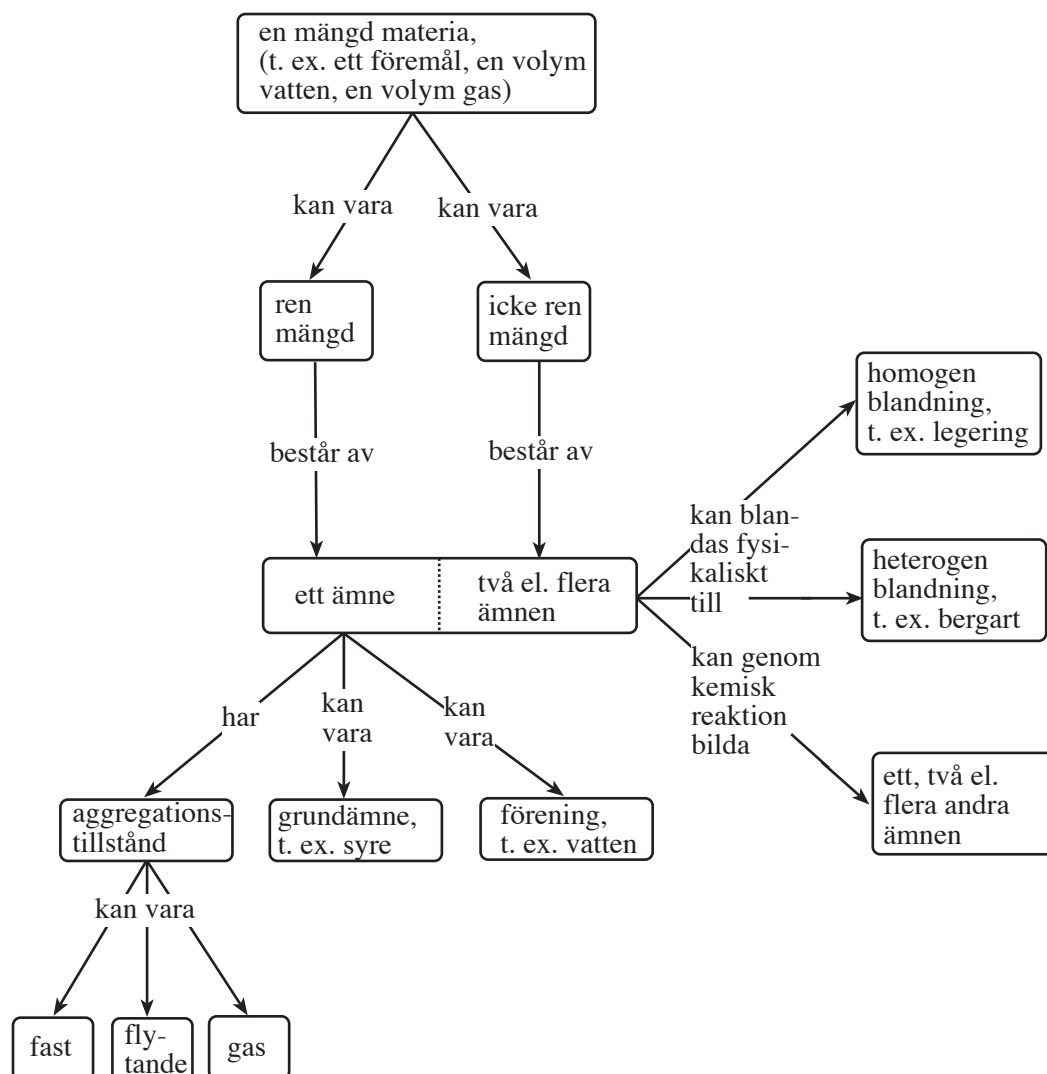
- Av alla grundämnen i jordskorpan svarar åtta för 97 procent av massan.
- Mineral som innehåller metaller och är lönsamma att bearbeta kallas malmer.
- Vätejonerna reduceras till vätgas.
- Svavelnedfallet över Sverige har minskat.
- Ökat kvävenedfall i skogen leder till övergödning i havet utanför.
- Kan jag få en burk magnesiumtabletter, tack!

UPPGIFT 7

Diskutera varför de sex nyss nämnda uttrycken kan leda elevernas kemiska tänkande åt fel håll och vad man kan göra för att motverka detta!

REFLEXIONER OM UNDERVISNING

I början av avsnittet 'undersökningar som belyser elevers ämnesbegrepp' målade vi upp något som verkar vara kemiundervisningens 'moment 22' ⁶. För att förstå kemiska reaktioner måste man förstå vad ett ämne är. Men för att förklara vad som menas med ämne måste man ta många kemikunskaper i anspråk. Det borde alltså vara omöjligt att komma igång med kemin! Den didaktiska problematiken kan illustreras med följande begreppskarta.



Kartan visar med önskvärd tydlighet att kemistudier (såväl som alla andra naturvetenskapliga studier) inte går ut på att lära sig olika begrepp isolerat. Det är i stället fråga om att lära hur begrepp är relaterade och ger varandra mening. Eleven utvecklar t. ex. sitt ämnesbegrepp genom att utveckla alla begreppen i nätverket ovan. Denna omständighet gör att avståndet till naturvetenskapen är särskilt stort för den som är nybörjare.

Men något 'moment 22' behöver vi inte oroa oss för. Ett skäl är att kemin som vetenskap de facto kommit igång och utvecklats till ett högst betydande kunskapsområde. Från början var man långt ifrån på det klara med begrepp som massa, reaktion, ämne, fasövergång, atom och molekyl. Men genom att undersöka och få erfarenhet av många olika ämnen och materietransformationer, och genom att tillämpa landvinningar inom fysiken, utvecklades begreppen successivt. Detsamma kan förhoppningsvis ske med våra elever om vi med utgångspunkt från deras vardagsföreställningar och spontana sätt att tänka på ett systematiskt sätt vidgar deras erfarenheter av ämnen och reaktioner i laboratoriet, samtidigt som lämpliga begrepp introduceras. Här följer några funderingar om detta.

Föremål, egenskap och material

Då det gäller att beskriva materia och dess förändringar behövs egenskapsord. Därför är det viktigt att utveckla ett rikt beskrivningspråk. Ett led i detta är att lära sig skilja på egenskaper som föremål respektive material har. Ett föremål karakteriseras på makronivån av extensiva egenskaper (beroende av storlek), medan material (liksom ämnen) bestäms av sina intensiva egenskaper (oberoende av storlek). De extensiva egenskaperna hos ett föremål kan särskiljas genom att de förändras vid sönderbrytning eller borttagande av materia, t. ex. massa, volym och storlek. Intensiva egenskaper är som kontrast sådana som konserveras (bevaras) vid nyss nämnda förändringar, t. ex. densitet, hårdhet, temperatur, kemisk reaktivitet, ledningsförmåga och töjbarhet.

Här följer ett exempel på en övning i att urskilja materialegenskaper, eller med andra ord, att hålla isär extensiva och intensiva egenskaper.

Vilka påståenden handlar enbart om materialet i följande föremål? ⁷

Gaffel (av metall)	Påse (av plast)	Sågspån (av trä) i en hög
Den har fyra spetsar Den väger 40 g Den kan repa det mesta Den fastnar på en magnet Den är 18 cm lång	Man kan se genom den Man kan bära saker i den Den väger inte mycket Den smälter över en låga Den kan knycklas ihop	De flyter på vatten De brinner i en brasa De fastnar ej på en magnet De repar få saker Fingret kan dras genom högen

Från materialegenskaper kan man så ta steget till ämnesegenskaper som kokpunkt och smältpunkt, och börja bygga upp en förståelse av att ämnen har en

uppsättning karaktäristiska egenskaper som inte kan modifieras och som så att säga utgör ämnets 'fingeravtryck'.

Växelverkan och system

Av de undersökningar och analyser som redovisats framgår att elever genom sina vardagserfarenheter tenderar att ha ett handlingsinriktat förhållande till ämnen, och att de fokuserar utgångsämnen och det som händer snarare än de nya ämnen som bildas vid en kemisk reaktion. Ett före-eftertänkande är mindre vanligt i elevernas spontana beskrivningar av kemiska förändringar.

Vidare är växelverkanstänkande inte så vanligt förekommande. Antingen uppfattas material/ämnen som oföränderliga eller också förändras de mer eller mindre av sig själva (kopparröret blir svart, löven gulnar).

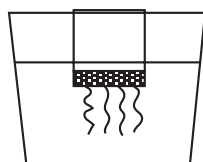
En hjälp att övergå från detta vardagliga sätt att uppfatta och förhålla sig till materia kan vara att introducera och använda begreppen system, växelverkan och tecken på växelverkan.⁷

Anta att en elev har gjort ett experiment med ett grönaktigt pulver (kopparklorid). Hon har lagt pulvret i en tepåse, fäst den vid kanten på en bägare och hållt i vatten. Hon kan då iakttä sliror, som ringlar ner från tepåsen i vattnet. Mängden pulver i påsen minskar mer och mer, samtidigt som vattnet blir blått. Om detta skriver eleven följande redogörelse, där rubrikerna 'system', 'tecken på växelverkan' och 'bildberättelse' är givna.

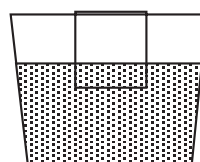
System: *pulver och vatten*

Tecken på växelverkan: *pulvret försvann, vattnet blev blått*

Bildberättelse:



SYSTEMET FÖRE



SYSTEMET EFTER

Det finns flera poänger med detta sätt att redogöra för experimentet. Genom att välja ett system av föremål (eller delsystem) som växelverkar gör eleven en åtskillnad mellan sig själv och den process som utspelar sig. Det som sker beror inte på individens handlingar utan på den växelverkan som äger rum mellan delarna. Vardagens handlingsinriktade förhållningsätt till material och ämnen byts i detta sammanhang ut mot ett distanserat betraktande, fokuserat på egenskaper och förändringar.

Bildberättelsen innebär att eleven måste hålla reda på sitt system under hela processen. Tillståndet efter blir lika viktigt som tillståndet före växelverkan. Systemet behåller sin identitet om inget läggs till eller bortgår.

Begreppet växelverkan är kopplat till ett helt grundläggande naturvetenskapligt synsätt, nämligen att förändringar sker därför att föremål växelverkar. Synsättet kan hjälpa eleven att överge föreställningar om att förändringar sker mer eller mindre av sig själva (lövet blir gult) eller på grund av inneboende egenskaper hos föremål (stenen faller därför att den är tung).

Det finns åtskilliga vardagserfarenheter hos barnen, till vilka begreppet växelverkan inledningsvis kan kopplas. Foten går i snön. Det blir spår i denna, och snö fastnar på skon. Sockret läggs i det varma kaffet. Sockerbiten blir mindre och mindre. Kaffet blir sött. Fot och snö respektive socker och kaffe gör något med varandra – de växelverkar. Med vardagliga exempel liknande dessa kan synsättet grundläggas och stabiliseras. Efterhand kan det hjälpa tänkandet i mindre bekanta situationer.

Ett exempel är en bok som har stått mycket länge i en bokhylla. Den vittrar sönder. Av sig själv? Nej! Den som anammat begreppet växelverkan börjar fundera över vilka de växelverkande föremålen kan vara: Kanske luft och papper. Kanske blekmedel och fibrer.

Om synsättet blir ordentligt befäst kan det användas för att skapa behov av nya begrepp och teorier. Ett utdraget gummiband släpps. Det drar ihop sig. Inget konstigt tycker vardagsmänniskan. Gummiband är elastiska och drar ihop sig av sig själva. Men den som lärt sig växelverkanstänkande frågar sig: 'Här är en förändring, men vilka är de växelverkande delarna?' Denna fråga ställs också, för andra förändringar, av naturvetare i kunskapens frontlinje, t.ex. av läkare som undrar vilka system eller objekt som växelverkar så att en sjukdom uppstår. Frågan, som är en sond ut i det okända, kan kräva en ny teori.

Växelverkan är en relation, och därför inte observerbar. Det som iakttas är tecken på växelverkan. Kritan skriver på tavlan. Man hör ett skrapande ljud. Man ser ett kritstreck växa fram. Man ser att kritan slits ned något. Dessa tre tecken gör att vi förstår att krita och tavla växelverkar. Genom begreppet tecken på växelverkan kopplas observation och beskrivning till tolkning.

Det som sagts i detta avsnitt om undervisning är förvisso inte en uttömmande beskrivning av hur man kan undervisa om begreppet ämne, men väl några steg på vägen. Övergången från extensiva föremålsegenskaper till intensiva materialsegenskaper, liksom det distanserade betraktandet av delsystem som växelverkar, torde underlätta fokusering på ämnessegenskaper, och därmed också förståelse av kemiska reaktioner. Vi utvecklar i nästa workshop ('Kemiska reaktioner') tekniken att följa system av växelverkande delsystem från 'före' till 'efter'.

NOTER

1. Hägg, 1989 s 34.
2. Solomonidou och Stavridou, 2000.
3. Johnson, 2000 a.
4. Solomonidou och Stavridou, 2000.
5. Johnson, 2000 b.
6. Moment 22, *Catch 22*, roman av den amerikanska författaren Joseph Heller, utgiven 1961. I centrum står en amerikansk bombflygardivision på en ö i Medelhavet under andra världskriget. Huvudpersonen är stridsflygaren Yossarian, vars enda mål är att komma levande därifrån. Han kan bli befriad från sin tjänst bara genom att övertyga ledningen om sin egen galenskap. Så länge en pilot bedöms vara vid sina sinnens fulla bruk är han tvingad att fortsätta. Ingen kan tas ur tjänst som inte själv har begärt det, men den som har så pass mycket omdöme att han begär att få åka hem bedöms automatiskt som frisk och alltså inte kvalificerad för att få slippa tjänstgöring. Denna paragraf, moment 22, har kommit att bli ett uttryck för tillvarons absurditet. (Nationalencyklopedin)
7. Exemplet är hämtat från Johnson, 2000 a.
8. Dessa begrepp introducerades av professor Robert Karplus i projektet Science Curriculum Improvement Study. Se Andersson (1989, s 98-117) för en närmare presentation.

REFERENSER

- Andersson, B. (1989). *Grundskolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget.
- Hägg, G. (1989) *Allmän och oorganisk kemi*. (9:e rev upplagan). Uppsala: Almqvist & Wiksell.
- Johnson, P. (2000 a). Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 719-737.
- Johnson, P. (2000 b). Developing students' understanding of chemical change: What should we be teaching? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 77-90.
- [Tidskriften är gratis tillgänglig på internet: <http://www.uoi.gr/ceip/>]
- Solomonidou, C., & Stavridou, H. (2000). From inert object to chemical substance: Students' initial conceptions and conceptual development during an introductory experimental chemistry sequence. *Science Education*, 84, 382-400.

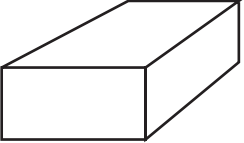


BILAGA

FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER OM ÄMNEN

I kemin får du lära dig om ämnen. Här följer några frågor om ämnen. Besvara dem så noga du kan!

1. Järnbiten

I en verkstad ligger på ett bord:

 <p>en järnbit</p>	 <p>spån som blivit då man borrat i järn</p>	 <p>pulver som blivit då man filat järn</p>
---	---	--

Hur många ämnen finns det på bordet? Förklara!

2. Fönsterrutan och läskedrycksflaskan

Du andas ut mot en kall fönsterruta. Det blir då imma på rutan. Du tar sedan ut en oöppnad läsk ur kylen. Det blir då små droppar utanpå flaskan. Tänk på imman på rutan och dropparna utanpå flaskan. Hur många ämnen tänker du på då? Förklara!

3. Stearinet

Då en bit stearin värms försvinner den och ersätts av en pöl med en klar vätska. Tänk dig att du har en bit stearin och pölen med klar vätska på ett bord. Hur många ämnen är det då på bordet? Förklara!

4. Spiken

Om en järnspik får ligga utomhus mycket länge, kan man skrapa av ett röd-brunt pulver från utsidan av spiken.



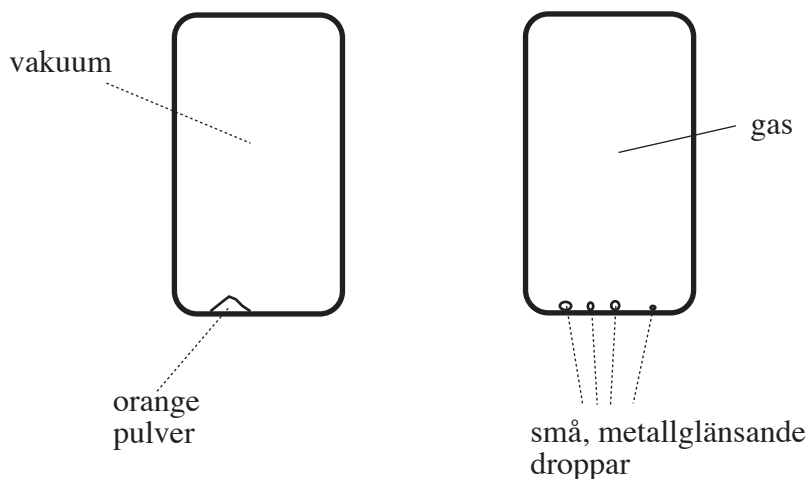
Tänk dig att du har en järnspik och en hög med detta rödbruna pulver på ett bord. Hur många ämnen har du då på bordet? Förklara !

5. Ett eller flera ämnen?

Hur många ämnen är:

- a) Vatten (H_2O) _____
- b) Vätgas (H_2) _____
- c) Svaveldioxid (SO_2) _____
- d) koksalt (NaCl) löst i vatten (H_2O) _____

6. Det orange pulvret



I en behållare finns ett ämne i form av ett orange pulver. Förutom detta pulver finns ingenting i behållaren (det är vakuuum).

Man värmer försiktigt på pulvret. Då bildas två ämnen. Det ena är små, metallglänsande droppar. Det andra är en gas som fyller behållaren. Det orange pulvret försvinner.

Förklara hur det kan bli två ämnen då man bara hade ett ämne från början!

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>