

# KEMISKA REAKTIONER

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 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>



---

# *KEMISKA REAKTIONER*

---

I vår omvärld utspelar sig otaliga kemiska processer, såsom organismernas ämnesomsättning, celledelning och teknisk framställning av ämnen och material. Tack vare kemins landvinningar de senaste 200 åren kan vi förstå och påverka dessa förlopp för att tillgodose olika behov. Det framstår som väl motiverat att grunddragen i vetenskapens sätt att tänka om kemiska processer ingår i skolans undervisning. Denna workshop börjar med en översikt över hur elever förklarar det som för naturvetaren är kemiska förändringar. Sedan görs en sammanfattning av elevers begrepp om materia och dess transformationer, och vad kunskap om dessa begrepp betyder för undervisningen i kemi. Härfter introduceras ett analyschema som underlättar beskrivning och strukturering av ett kemiskt skeende och bringar ordning vad gäller tidsaspekt och beskrivningsnivå. Avslutningsvis tillämpas detta schema på olika kemiska reaktioner

## *ELEVERS FÖRKLARINGAR AV KEMISKA FÖRÄNDRINGAR*

### *Materien uppfattas som kontinuerlig och statisk*

I workshopen 'Materiens byggnad' framhölls att elever i många sammanhang tenderar att betrakta materien som kontinuerlig och statisk, under det att vetenskapen uppfattar den som partikulär och dynamisk. Låt oss därför fundera över vilka möjligheter som finns att inom ramen för den förra uppfattningen förklara att nya ämnen uppstår vid det som för naturvetaren är kemiska reaktioner.

Vi kan då först konstatera, att föreställningen att materien är kontinuerlig och statisk inte lämnar utrymme för att två ämnen i kontakt aktivt påverkar varandra. Ämnena bara finns där – visserligen i mekanisk kontakt, men ändå var för sig. När exempelvis den vardaglige betraktaren lägger socker i teet, så tänker han inte på vatten som en myllrande mängd molekyler, som hela tiden knuffar på sockermolekylerna så att de lösgör sig från varandra och vandrar ut i vattnet. Kanske tror han att omrörning är enda sättet att få sockret att lösa sig. Och nog

verkar det föga troligt att statisk och nästan omärklig luft kan ha någon inverkan på ett fast ämne, t. ex. koppar.

De förklaringsmodeller som står till buds inom ramen för det nu beskrivna vardagstänkandet måste därför bygga på att ämnen förändras var för sig, antingen spontant eller under inverkan av yttre agenter. Denna begränsning ger följande förklaringsmöjligheter.<sup>1</sup>

- A. 'Det bara blir så'. Ämnen förändras spontant av sig själva.
- B. Transmutering. Kategorin innefattar några i naturvetenskapen 'förbjudna' transformationer, t. ex. att stora mängder materia omvandlas till energi.
- C. Modifiering. Det som verkar vara ett nytt ämne är egentligen samma ämne som förut, men nu med nya egenskaper. Förändringen orsakas av en yttre agent, t. ex. eld eller värme.
- D. Förflyttning. Det till synes nya ämnet har i själva verket funnits hela tiden, men var tidigare dolt. En variant av denna idé är att eleverna förutsäger att om två ämnen förs samman, så ändras de inte, de bara blandas.

Ordet 'ämne' bör i ovanstående kategoriindelning läsas som 'det som för naturvetaren är ett ämne'. Hur eleverna uppfattar 'ämnet' i den aktuella situationen är oftast oklart.

### *'Det bara blir så'*

Det står inte i mänsklig makt att förstå och förklara allt och vi är heller knappast intresserade av allt. 'Titta', säger vi kanske, 'koppartaket har ärgat'. Vad ärg är och hur den uppstår bekymrar oss föga. Det är sådant som blir på koppar. Eleverna besvarar problem på liknande sätt. I en undersökning ombads 2800 elever i skolår 7-9 att förklara varför det blir en mörk beläggning på de från början blanka kopparrören under diskbänken i ett nybyggt hus.<sup>2</sup> Cirka 10% svarade t. ex. '*Det blir rost*', '*Koppar har ärgat*', '*Det blir så på alla kopparrör*'.

### *Transmutering*

Det är vanligt att elever uttrycker sig som om materia vid förbränning omvandlas till energi eller helt enkelt försvinner.

#### Materia transmutteras (delvis) till energi.

Följande problem har getts till 2800 svenska elever i skolår 7-9:<sup>3</sup>

En bil väger 1000 kg. Den tankas med 50 kg bensin. Bilen kör tills tanken är tom. Den väger då fortfarande 1000 kg. Hur mycket tänker du dig att avgaserna, som avgetts under färden, väger? Förklara hur du tänker.

Så här svarar några få procent av eleverna:

- *Mindre än 50 kg. Det blir mindre än 50 kg eftersom en del av bensinen har omvandlats till värme och rörelseenergi.*
- *Avgaserna väger nästan ingenting, för det går nog över till rörelseenergi i stället.*

Materia försvinner (transmuteras till ingenting)

På det nyss nämnda avgasproblemet svarar cirka 15% av eleverna så här:

- *Bensinen förbrukas i bilen och försvinner. Bara en liten del av bensinen blir avgaser.*
- *Bensinen bränns till hälften och avgaser till hälften.*

En bidragande orsak till dessa föreställningar är sannolikt människans 'gasblindhet'. Ordet har inspirerats av den svenska hydrologen Malin Falkenmark, som beklagar att människan är 'vattenblind', dvs. inte kan se vatten i gasform. Hon menar att om vi hade denna förmåga skulle vi hushålla bättre med vatten i bristområden. Man kan generalisera detta och konstatera att vi är 'gasblinda' vilket förmodligen påverkar vår omvärldsuppfattning och kanske också våra handlingar. Om vi t. ex. kunde se koldioxid och vattenånga komma ut ur avgasrör och avges från brinnande eldar skulle föreställningen att materia upphör att existera troligen vara mindre vanlig. Om vi kunde se att svaveldioxid genereras av punktkällor och sprids ut i omgivningen skulle vi bättre förstå att ämnena ifråga kan påverka mark, vatten och organismer och därför agera med större försiktighet. Förvisso har vår gasblindhet fördelar. Men nackdelarna behöver kompenseras genom att skolan hjälper eleverna att bygga upp adekvata naturvetenskapliga begrepp.

### *Modifiering*

Från vardagslivet finns det exempel på att föremål, material och ämnen ändrar sina egenskaper utan att därför förlora sin identitet:

- Haren blir vit på vintern men det är samma hare.
- Tenn smälter, men smältan är fortfarande tenn.

Modifieringsidén används av eleverna för att förklara kemiska förlopp. I en grekisk undersökning blandade elever kaliumjodid och blynitrat i form av två vita pulver.<sup>4</sup> Då uppstår en gul färg, beroende på att det bildas blyjodid. De flesta elever beskrev det inträffade med uttryck som 'de vita pulvren ändrade sin färg'. Den 'yttre agenten' kan tänkas vara människan som blandar, eller också är ämnena varandras agenter.

I ett annat exempel tillsattes vatten till vitt kopparsulfat, varvid en blå färg kan observeras. Om detta sade eleverna att 'det vita ämnet blev ljusblått'. Den yttre agenten är här troligtvis vattnet.

I båda fallen kommunicerar elevernas språk följande modell av den iakttagna transformationen:

ämne med egenskaper —> samma ämne med nya egenskaper

Franska elever i 12-årsåldern intervjuades om förbränning av alkohol och trä, som utfördes av intervjuaren.<sup>5</sup> Förbränningsprodukten vatten gjordes synlig genom kondensation. En elev säger:

- När alkohol brinner bildas alkoholånga. Det är vad man kan vänta sig, det är normalt. Det är som på strykjärnet. Man håller i vatten och får ånga. När man värmer vatten i en stekpanna får man vattenånga... När alkohol brinner ändrar sig alkoholen till alkoholånga. Man ser den, vi gjorde experimentet med att hålla en glasbit ovanpå, och när man tog bort den, så luktade den alkohol.

Denna utsaga är i och för sig korrekt, men ej en fullständig förklaring. Men utsagan är elevens enda förklaring av vad som sker vid förbränningen. Agenten är värmekällan.

### *Förflyttning*

En del förändringar i omvärlden beror på att ämnen och material har förflyttats. Den nya asfaltbeläggningen är inte ett resultat av kemisk växelverkan mellan luft och väg, utan har blivit till genom att förflyttas från kokeriet till vägen. Apelsinen pressas och saft förflyttas från frukten till ett glas.

Förflyttningssidén används av eleverna för att förklara kemiska förlopp. I en holländsk undersökning fick elever, 14-15 år gamla, blanda blynitrat och kaliumjodid i en mortel med hjälp av en mortelstöt.<sup>6</sup> Båda ämnena förekom i pulverform. Det blir omedelbart en gul färg. Ibland förklarar eleverna den gula färgen med att de vita kornen är som ägg. Om de krossas med en mortelstöt, så kommer gulnan ut och färgar blandningen. Författarna framhåller:

- Det förefaller som om de flesta elever i 14-årsåldern håller fast vid en outtalad och underförstådd idé, nämligen att varje enskilt ämne konserveras, vad som än händer.

I den tidigare nämnda franska undersökningen om förbränning av alkohol och trä utspann sig följande dialog:<sup>7</sup>

Intervjuaren: Berätta för mig vad som händer!

Fred: – *Vattenånga ... Det finns inget vatten i alkohol. Jag förstår inte vad vattenångan gör här.*

Och lite senare:

– Det bildas vattenånga, kan du förklara varför?

– *Det är svårt att tänka sig vattenånga i trä.*

Fred använder förflyttningssidén. En viss förbränningsprodukt måste alltså, enligt honom, finnas från början för att sedan separeras ut då ämnet brinner.



## *Vad betyder vardagstänkandet om kemiska förändringar?*

Om eleven inte fått någon undervisning i kemi så kan man tycka att de olika sätten att förklara kemiska reaktioner är ganska naturliga, och måhända uppskatta att eleven faktiskt försöker förklara svårbegripliga processer och därvid använder sina vardagserfarenheter på ett kreativt sätt.

Det är emellertid inte självklart vad kunskap om detta elevernas vardagstänkande betyder för skolans kemiundervisning. Är de aktuella vardagsföreställningarna lärarens kognitiva fiender, eller rymmer de frön till idéer som kan utvecklas vidare mot ett vetenskapligt tänkande?

En intressant synpunkt på detta problem har framförts i samband med en grekisk undersökning.<sup>8</sup> I denna beskrev man det vi har kallat 'modifiering' respektive 'förflyttning' på följande sätt:

ämne med egenskaper  $\longrightarrow$  samma ämne med nya egenskaper

ämne 1 + ämne 2  $\longrightarrow$  (växelverkan)  $\longrightarrow$  nytt 'ämne' (som funnits hela tiden)

Ett bra exempel på det senare förloppet är den blandning av blynitrat och kaliumjodid som beskrevs i avsnittet 'Förflyttning'.

Förflyttningskategorin innehåller enligt de grekiska författarna två utvecklingsbara idéer. Eleverna uppmärksammar och förklarar att *ett nytt ämne* dyker upp. Några tankar om nya ämnen finns inte i modifieringskategorin, och därför är 'förflyttning' att betrakta som mer utvecklat tänkande än 'modifiering'.

Den andra idén är att något bevaras – är invariant – vid reaktionen, nämligen det ämne som visar sig efter att ha varit dolt.

Genom kemiundervisningen kan eleven lära sig att omtolka betydelsen av det nya ämne som visar sig. Det är ett tecken på att ett nytt ämne, som inte existerat tidigare, har bildats. Idén om att något är invariant vid de förändringar som inträffar omtolkas till att gälla massa och atomer (i betydelsen samma atomnummer).

### *Kemisk förklaring*

En del elever som fått undervisning i kemi avger kemiska förklaringar. Exempel på sådana, som gäller det ovan nämnda avgasproblemet, är t. ex.:<sup>9</sup>

- Bensinen förenar sig med luftens syre. Det gör att avgaserna väger mer än 50 kg.
- Mer än 50 kg. Bensinen reagerar med syre och bildar till största delen CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O.

Ett flertal undersökningar visar att vardagsförklaringar av kemiska reaktioner är vanliga också efter undervisning.

### *UPPGIFT 1*

Vi har ovan beskrivit fem olika sätt att förklara kemiska förändringar, som eleverna använder. Dessa är:

- A. Det bara blir så.
- B. Transmutering.
- C. Modifiering.
- D. Förflyttning.
- E. Kemisk förklaring

Nedan följer ett antal skriftliga elevsvar på olika uppgifter. Undersök i vilken utsträckning kategorierna A t.o.m. E kan användas för att karaktärisera dessa svar.

#### **Rostiga spiken**<sup>10</sup>

Vissa spikar blir rostiga om de får stå i vatten eller nära vatten. Var finns rosten innan spiken rostar? Förklara ditt svar!

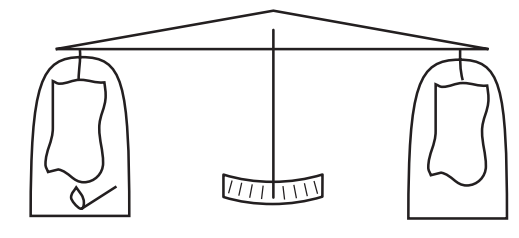
- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Den finns i luften  | <input type="checkbox"/> Den har ännu inte bildats |
| <input type="checkbox"/> Den finns i vattnet | <input type="checkbox"/> Den finns i spiken        |

1. Jag rostar inte om jag lever nära eller står i vatten, så rosten måste finnas i spiken.
2. Rosten finns i luften. Rost är egentligen salt som åker omkring i luften.
3. Luften gör inte så att alla ämnen rostar. Rosten måste alltså finnas i spiken.
4. Den finns i spiken i form av järnatomer.

5. Jag vet att rost är  $\text{FeO(OH)}$  och det är något som nybildas med hjälp av Fe,  $\text{O}_2$  och  $\text{H}_2\text{O}$ , alltså kan det inte ha funnits innan.
6. I vattnet finns lite metall, t.ex. koppar. Det förs vidare till spiken som då rostar.

### Stålullen<sup>11</sup>

Testledaren berättar inledningsvis för klassen att stålull är en form av järn. Sedan tarerar hon en stålullsbit på en balansvåg (stålull används som tara!), antänder stålullen och låter den brinna. Vågskålen med brinnande stålull sjunker då sakta ned och slår i underlaget. Små fragment ramlar ner i den vänstra vågskålen. Stålullen, från början metallglänsande, har mörknat. Eleverna ombeds att skriftligt förklara varför vågskålen med stålullen som brunnit sjunker ned.



7. Stålullen som hade brunnit hade blivit till kol. Kol väger mer.
8. Det bildar väl kol efter glöden som gör det tyngre.
9. Stålullen blir tätare.
10. Massan smälter samman och blir tyngre.
11. Det tillkom syre under förbränningen.
12. Stålullen drog åt sig syre när den brann. Därför väger stålullen mer.
13. Järnet förenades med syret i luften.

**Avgaserna**<sup>12</sup>

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

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> mycket mindre än 50 kg | <input type="checkbox"/> mer än 50 kg        |
| <input type="checkbox"/> mindre än 50 kg        | <input type="checkbox"/> mycket mer än 50 kg |
| <input type="checkbox"/> cirka 50 kg            |  |

Förklara hur du tänkte.

14. Motorn förbränner bensinen det är precis som en brasa. Materialen förbränns och omvandlas till energi i stället.
15. Bensinen blandas ju med luften samt övergår från flytande form till gasform.
16. Ämnena i bensinen förenar sig med ämnen i luften och går ut genom avgasröret.
17. Gasform är lättare än flytande form.

## *VARDAGLIGT OCH VETENSKAPLIGT TÄNKANDE OM KEMISKA PROCESSER - EN SAMMANFATTNING*

I enheterna 'Materiens bevarande', 'Materiens byggnad', 'Faser och fasövergångar' samt 'Ämnen' har olika aspekter av vardagligt tänkande om det som för naturvetaren är kemiska processer behandlats. I tabell 1 och 2 nedan sammanfattas de viktigaste resultaten

Tabell 1. Tänkande angående makro-, respektive atomär aspekt av kemiska system och processer.

ASPEKT	TÄNKANDE INFLUERAT AV VARDAGSFÖRESTÄLLNINGAR	SKOLANS KEMI
M A K R O	<p>Gränsen mellan materia och energi är oklar (gaser är viktlösa, värme kan ha vikt).</p> <p>Materiemängd (massa) bevaras ej alltid.</p> <p>Fasövergångar förklaras med modellerna <i>förflyttning</i>, <i>transmutering</i> och <i>kemisk reaktion</i>.</p> <p>Kemiska förlopp förklaras med modellerna <i>förflyttning</i>, <i>modifiering</i> och <i>transmutering</i>.</p> <p>Fokus på handling, t. ex. vad man kan och får göra med ämnen för att få ett visst resultat.</p> <p>Fokus på utgångsämnen.</p>	<p>Klar gräns mellan materia och energi (gaser har massa och tyngd, värme är energi).</p> <p>Materien är oförstörbar. Massa bevaras.</p> <p>Fasövergångar förklaras med att ett ämne behåller sin identitet men <i>modifieras</i>.</p> <p>Kemiska förlopp förklaras med att ursprungssämen försvinner och nya bildas p. g. a. <i>kemisk reaktion</i>.</p> <p>Reflekterat betraktande för att förstå.</p> <p>Ett system följs under hela processen från 'före' till 'efter'.</p>
A T O M Ä R	<p>Atomer tilldelas egenskaper som de inte har, t. ex. färg och lukt.</p> <p>Atomer och molekyler kan uppfattas som viktlösa (de är inte materia eftersom de inte kan vägas).</p> <p>Molekyler kan uppfattas som en addition av atomer/molekyler.</p> <p>Atomer/molekyler sitter i kontinuerlig materia som russin i en kaka eller är tätt packade utan något emellan.</p> <p>Atomer/molekyler kan röra sig men har ingen 'inneboende' rörelse</p>	<p>Atomer/molekyler har massa, tyngd, volym, rörelse, laddning.</p> <p>En molekyl har andra egenskaper än de atomer/molekyler som reagerade då den bildades.</p> <p>Atomerna/molekylerna är materien och materien är atomerna/molekylerna. Mellan dem är det vakuum.</p> <p>Atomer/molekyler har 'inneboende' rörelse (translation, vibration, rotation)</p>

Tabell 2. Tänkande angående relationer mellan makro- och atomär aspekt av kemiska system och processer.

RELATION	TÄNKANDE INFLUERAT AV VARDAGSFÖRESTÄLLNINGAR	SKOLANS KEMI
MAKRO- och ATOMÄR ASPEKT	Makroprocesser projiceras på atomer/molekyler, t. ex.: ved brinner - vedmolekyler brinner järn rostar - järnatomer rostar is smälter - ismolekyler smälter	Att nya ämnen bildas vid kemiska reaktioner förklaras med att atomer arrangeras om.  Ett ämnes egenskaper förklaras med egenskaper hos ett system av många atomer/molekyler.  Fasövergångar förklaras med att i ett system av många atomer/molekyler ändrar dessa rörelse och sin grad av bindning till varandra.

## MÖJLIGHETER

Mot bakgrund av tabell 1 och 2 framstår följande inbördes sammanvävda aspekter som viktiga när det gäller undervisning och lärande av kemi på nybörjarnivå:

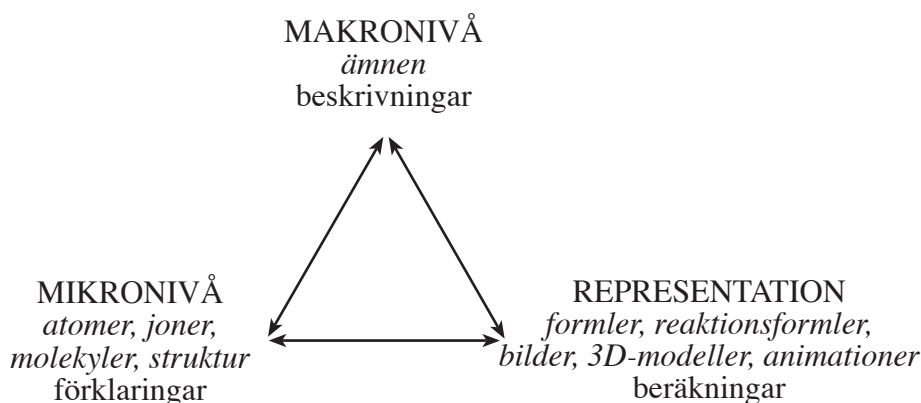
1. Insikten, att materien bevaras vid en kemisk reaktion, men att den struktureras om och att det finns nya ämnen efter reaktionen. Som visats i workshopen 'materiens bevarande' kan denna insikt inte tas för given utan behöver diskuteras i många olika sammanhang för att bli en generell kunskap hos eleven.
2. Insikten att atomerna är materien och materien är atomerna. Eleverna tenderar att förlägga kontinuerlig materia mellan atomer/molekyler, vilket rimligtvis bidrar till att göra skolans undervisning om kemiska reaktioner svårbegriplig.
3. Insikten att atomer/molekyler är i ständig rörelse. Partiklar på atomnivå har translationsrörelse, vibrerar och roterar. Här kan en koppling till massans tröghet (Newtons första lag) behöva göras. Läromedel tenderar att ge en statisk bild av kemiska reaktioner, vilket delvis beror på begränsningar hos det tryckta mediet.
4. Insikten att makroegenskaper förklaras med de egenskaper som system av partiklar på atomär nivå har (exempelvis tar vatten form efter sin behållare eftersom molekyler rör sig om varandra).
5. Kunskap om vad ett ämne är och hur ett ämne kan identifieras. Till ett ämnes 'fingeravtryck' hör exempelvis dess kokpunkt och smältpunkt. Detta förutsätter i sin tur kunskaper om materians uppbyggnad och egenskaper.

6. Insikten att val av system är viktigt. Det är nödvändigt att veta vad som ingår i det ursprungliga systemet för att kunna följa det. Här finns svårigheter i synnerhet vad gäller öppna system, där t. ex. luftens syre ibland ingår i reaktionen men ibland inte.
7. Insikten att det gäller att följa vad som händer vid den kemiska reaktionen och vara medveten om tidsaspekten, d.v.s. man måste kunna beskriva systemet *före* reaktionen, *under* reaktionens gång och *efter* reaktionen.
8. Växelspelet mellan den observerbara makronivån och den förklarande atomära nivån, dvs. enstaka partikelnivå eller mångpartikelnivå. Ibland benämnes den atomära nivån 'mikronivå'. Denna förklaringsnivå handlar om atomteorin och dynamiska partikelteorin. Objekt och processer på denna nivå representeras av kemiska symboler och överenskommelser om hur man hanterar dessa, olika typer av molekylmodeller m. m. Läraren rör sig obehindrat mellan de olika beskrivningsnivåerna, men eleverna kan ha svårt att följa skiftningarna mellan nivåerna. I läroböckerna blandas ibland de olika nivåerna med varandra utan att det klargörs vilken nivå, som avses (t. ex. vattenmolekyler som 'simmar' i ett glas vatten).
9. Att skilja mellan en kemisk reaktion och andra slags förändringar.

## *ETT ANALYSSCHEMA*

### *Schemats struktur*

Kemiska förlopp är komplexa. De observeras och mäts på makronivå. De förstås på atomär nivå (enstaka partikelnivå eller mångpartikelnivå). De kommuniceras på en representationsnivå med hjälp av olika symboler, t. ex. kemiska formler, bilder, tredimensionella modeller, animationer.



Figur 1. Tre dimensioner för beskrivning och förklaring av kemiska processer.<sup>13</sup>

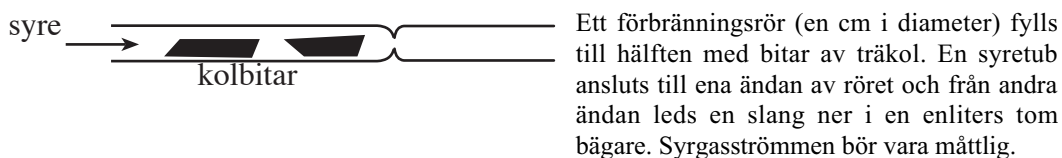
Mot bakgrund av denna komplexitet har ett analyschema tagits fram.<sup>14</sup> Syftet är att underlätta beskrivning och strukturering av ett kemiskt skeende och bringa ordning vad gäller tidsaspekt och beskrivningsnivå. I schemat integreras mikronivån (atomära nivå) med representationen medelst kemiska symboler.

Tabell 3. Schema för analys av kemiska reaktioner.

	SYSTEM FÖRE REAKTION	SYSTEM UNDER REAKTION	SYSTEM EFTER REAKTION
Makronivå (observerbar nivå)	(1)	(4)	(7)
Atomär nivå, enstaka partiklar (atom, jon, molekyl)	(2)	(5)	(8)
Atomär nivå, många partiklar (system av atomer, joner, molekyler)	(3)	(6)	(9)

### *Ett exempel på schemats användning*

Antag att du som lärare vill genomföra en demonstration av förbränning av kol i syre. Du ordnar försöksanordningen enligt nedan.



För att få struktur på demonstrationen väljer du att använda dig av analyschemat. Du ställer frågor till eleverna (siffrorna syftar på rutorna i analyschemat) och med deras hjälp fylls schemat i successivt.

1. Hur beskriver du utgångsämnen? Vilka egenskaper har de?
2. Vilka partiklar bygger upp utgångsämnen?
3. Hur är partiklarna bundna till varandra? Hur rör de sig i förhållande till varandra?
4. Vad kommer att hända då jag släpper in syret i röret? Hypotes? Varför tror du det blir så?
7. Vad kommer resultatet att bli? Hypotes? Varför tror du det blir så?



Efter denna inledande omgång kanske schemat ser ut som tabell 4. De hypoteser som skrivits in i tabellen har visat sig vara vanliga.

Tabell 4. Analys av reaktion mellan kol och syre, del A

	<b>SYSTEM FÖRE REAKTION</b>	<b>SYSTEM UNDER REAKTION</b>	<b>SYSTEM EFTER REAKTION</b>
Makronivå (observerbar nivå)	(1) <u>System före</u> Svarta lätta bitar av kol.  Osynlig gas, som tänder glödande trästicka: syre	(4) <u>Hypotes:</u> Det kommer att brinna	(7) <u>Hypotes:</u> Det bildas gas
Atomär nivå, enstaka partiklar (atom, jon, molekyl)	(2) Kol i atomform, C  Syre i molekylform, O <sub>2</sub>	(5)	(8)
Atomär nivå, många partiklar (system av atomer, joner, molekyler)	(3) Kolatomerna är bundna till varandra i träkolet, C(s)  Syremolekylerna rör sig fritt i gasfas, O <sub>2</sub> (g)	(6)	(9)

4. Demonstrationen genomförs. Vad händer? Stämmer det med hypotesen? Ev. Varför inte? Hur förklarar du på makronivån?

7. Vad blev det för resultat? Hur ser systemet ut efteråt? Stämmer det med hypotesen? Eventuellt varför inte? Vad kan man dra för slutsatser av det? Hur förklarar du på makronivån?

Efter behandling av dessa frågor kanske schemat ser ut som tabell 5 (se nästa sida):

Tabell 5. Analys av reaktion mellan kol och syre, del B

	SYSTEM FÖRE REAKTION	SYSTEM UNDER REAKTION	SYSTEM EFTER REAKTION
Makronivå (observerbar nivå)	(1) <u>System före</u> Svarta lätta bitar av kol.  Osynlig gas, som tänder glödande trästicka: syre	(4) <u>Hypotes:</u> Det kommer att brinna  <u>Experiment:</u> Inget händer med kolbiten.  <u>Ny hypotes:</u> Man måste värma för att antända	(7) <u>Hypotes:</u> Det bildas gas  <u>Experiment:</u> Utströmmande gas tänder glödande trästicka: syre
Atomär nivå, enstaka partiklar (atom, jon, molekyl)	(2) Kol i atomform, C  Syre i molekylform, O <sub>2</sub>	(5)	(8)
Atomär nivå, många partiklar (system av atomer, joner, molekyler)	(3) Kolatomerna är bundna till varandra i träkolet, C(s)  Syremolekylerna rör sig fritt i gasfas, O <sub>2</sub> (g)	(6)	(9)

Om resultatet av demonstrationen stämmer med den nya hypotesen ber du eleverna förklara utfallet på makronivå och på partikelnivå.

4. Vad hände? Stämmer det med hypotesen? Hur förklarar du på makronivån?
7. Vad blev det för resultat? Hur ser systemet ut efteråt? Stämmer det med hypotesen? Vad kan man dra för slutsatser av det? Hur förklarar du på makronivån?
- 2 & 8. Vilka partiklar fanns före reaktionen? Vilka partiklar finns nu?
5. Vad har skett under reaktionen?. Hur kan det uttryckas med modeller? symboler?
- 3 & 9. Hur var partiklarna bundna för reaktionen? Efter? Hur rörde sig partiklarna före reaktionen? Efter? Hur förhöll sig antalet partiklar till varandra före och efter reaktionen?
6. Vad har skett under reaktionen? Hur förändrades rörelse och avstånd mellan partiklarna? Hur förändrades bindningarna mellan partiklarna? Hur kan det uttryckas med symboler?

I tabell 6 visas hur schemat kan se ut efter ifyllnad.

Tabell 6. Analys av reaktion mellan kol och syre, del C

	SYSTEM FÖRE REAKTION	SYSTEM UNDER REAKTION	SYSTEM EFTER REAKTION
Makronivå (observerbar nivå)	<p><u>System före</u> Svarta lätta bitar av kol.</p> <p>Osynlig gas, som tänder glödande trästicka: syre</p>	<p><u>Hypotes:</u> Det kommer att brinna</p> <p><u>Experiment:</u> Inget händer med kolbiten.</p> <p><u>Ny hypotes:</u> Man måste värma för att antända.</p> <p><u>Nytt exp.:</u> Efter kort värmning antänds kolet. Kolet brinner med intensivt gulaktigt sken. Kolbitarna minskar i storlek. Då nästan inget kol återstår stängs syrgastillförseln av.</p> <p>kol + syre → koldioxid</p>	<p><u>Hypotes:</u> Det bildas gas</p> <p><u>Experiment:</u> Utströmmande gas tänder glödande trästicka: syre</p> <p><u>Nytt exp.:</u> Gasen, som samlas i bägarens botten släcker en låga. Bägaren blir efterhand nästan full med denna gas.</p> <p><u>System efter:</u> Inget syre har kommit ut. Det finns nästan inget kvar av kolbitarna. I stället finns koldioxid, ett helt <u>nytt ämne</u>. En <u>kemisk reaktion</u> har skett.</p>
Atomär nivå, enstaka partiklar (atom, jon, molekyl)	<p>Kol i atomform, C</p> <p>Syre i molekylform, O<sub>2</sub></p>	<p>En kolatom binds ihop med två syreatomer från en syremolekyl till en koldioxidmolekyl.</p> <p><math>C + O_2 \rightarrow CO_2</math></p>	<p>Ny molekyl uppbyggd av en kolatom och två syreatomer, koldioxid, CO<sub>2</sub></p>
Atomär nivå, många partiklar (system av atomer, joner, molekyler)	<p>Kolatomerna är bundna till varandra i träkolet, C(s)</p> <p>Syremolekylerna rör sig fritt i gasfas. O<sub>2</sub>(g)</p> <p>Eftersom det finns kol kvar är det överskott av kolatomer.</p> <p>Hög energinivå</p>	<p>Efter antändning leder kollision av syremolekyler med kolatomer till bildning av koldioxidmolekyler. Kolatomerna frigörs från varandra. Syremolekylerna delas upp i atomer och förenas med kolatomerna. Antalet kolatomer och syremolekyler minskar i samma grad som koldioxidmolekyler bildas.</p> <p><math>C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)</math></p> <p>Energi avges av systemet under förbränningen</p>	<p>De bildade koldioxidmolekylerna rör sig fritt i gasfas, CO<sub>2</sub>(g)</p> <p>Antalet koldioxidmolekyler är samma som det antal syremolekyler, som reagerade. En del kolatomer finns i överskott.</p> <p>Låg energinivå</p>

### *Principer för analyschemat*

Av det nu genomgångna exemplet torde ha framgått att analyschemat fylls i enligt de principer som framgår av tabell 7.

Tabell 7. Schema för analys av kemiska reaktioner. Principer för ifyllnad

	<b>SYSTEM FÖRE REAKTION</b>	<b>SYSTEM UNDER REAKTION</b>	<b>SYSTEM EFTER REAKTION</b>
Makronivå (observerbar nivå)	Avgränsning av systemet och beskrivning av ämnen i systemet före reaktion	Ev. hypoteser  Beskrivning av tecken på växelverkan/energiöverföring  Ev. ordformel	Ev. hypoteser  Beskrivning av ämnen i systemet efter reaktion  Tolkning av resultat
Atomär nivå, enstaka partiklar (atom, jon, molekyl)	Vilka partiklar finns i systemet?	Vad sker med dessa partiklar?  Kemisk reaktionsformel (modellformel, symbolformel)	Vilka partiklar finns i systemet efter reaktion?
Atomär nivå, många partiklar (system av atomer, joner, molekyler)	<u>Fysikaliskt:</u> Hur rör sig partiklarna? På vilket avstånd?  <u>Kemiskt:</u> Hur förhåller sig antalet partiklar till varandra? Hur är de bundna?  På vilken energinivå bebefinner sig partiklarna?	Hur förändras rörelse och avstånd mellan partiklarna?  Hur förändras antalet partiklar? Hur förändras bindningarna?  Kemisk reaktionsformel.  Vilka energiförändringar sker?	Hur rör sig partiklarna? Vad är avståndet mellan dem?  Hur förhåller sig antalet partiklar till varandra efter reaktion? Hur är partiklarna bundna?  På vilken energinivå befinner sig partiklarna?

*UPPGIFT 2*

Tillämpa analys-schemat på de tidigare i denna workshop beskrivna problemen 'Rostiga spiken' och 'Avgaser'. Jämför och diskutera med kollegor/kurs-kamrater!

*UPPGIFT 3*

Fotosyntesen är en av världens viktigaste kemiska reaktioner. Tillämpa schemat på fotosyntesen. Jämför och diskutera med kollegor/kurskamrater!

*UPPGIFT 4*

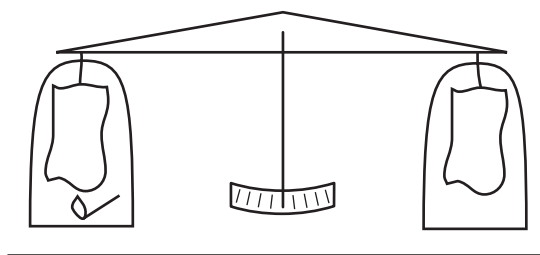
Vilka för- respektive nackdelar innebär det att använda schemat?

Hur skulle elever kunna använda schemat?

### UPPGIFT 5

Om du har praktiska möjligheter så genomför som en demonstration det s. k. stålullsexperimentet tillsammans med en grupp elever och tillämpa analyschemat.

#### Ett experiment med stålull



Diskutera med eleverna vad stålull är (ska vara rent järn fritt från tvål) och hur en balansvåg fungerar. Häng upp två stora stålullstussar överst på stålågarna nära vågarmen (en tuss på vardera sidan av vågarmen) och se till att de väger lika.

Be eleverna beskriva systemet!

Fråga eleverna om det kommer att hända något om man för en tänd tändsticka längs nederkanten av ena stålullstussen? I så fall vad? Skriv upp hypoteserna på tavlan.

Utför sedan demonstrationen d.v.s. använd ena stålullstussen genom att föra en tändsticka längs nederkanten. (alternativt kan stålullen användas genom att låta båda polerna av ett 4,5 volts ficklampsbatteri komma i kontakt med nederkanten av stålullen). Fyll successivt i analyschemat.

## *NOTER*

1. Dessa kategorier har formulerats av Andersson (1990).
2. Andersson och Renström, 1983a.
3. Andersson och Renström, 1983b.
4. Solomonidou och Stavridou, 2000.
5. Méheut, Saltiel och Tiberghien, 1985.
6. de Vos och Verdonk, 1985.
7. Méheut, Saltiel och Tiberghien, 1985.
8. Solomonidou och Stavridou, 2000.
9. Jansson, 1994.
10. Uppgiften och elevsvaren är från Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist (1993) och Jansson (1994).
11. Uppgiften och elevsvaren är från Andersson och Renström (1981).
12. Uppgiften och elevsvaren är från Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist (1993) och Jansson (1994).
13. Figuren bygger i stor utsträckning på Ringnes och Hannisdal (2000, s 38)
14. Analysschemat har utvecklats av Jansson (1995).

## *REFERENSER*

- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- 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.
- Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Materia: Oxidation av stålull*. (EKNA-rapport Nr 7). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för praktisk pedagogik.
- Andersson, B., & Renström, L. (1983a). *How Swedish pupils, age 12-15, explain the 'copper-pipe' problem*. (Kan erhållas från Enheten för ämnesdidaktik, Inst för pedagogik och didaktik, Göteborgs universitet, Box 300, S-405 30 Göteborg.)
- Andersson, B., & Renström, L. (1983b). *How Swedish pupils, age 12-15, explain the 'exhaust' problem*. (Kan erhållas från Enheten för ämnesdidaktik, Inst för pedagogik och didaktik, Göteborgs universitet, Box 300, S-405 30 Göteborg.)
- Jansson, I. (1994). *Gymnasieelevers kunskaper om materia . En pilotstudie angående de teoretiska linjerna i ljuset av nationella resultat från årskurs 9*. (Rapport NA-SPEKTRUM Nr 11 ). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Jansson, I. (1995). *Begreppsförståelse i gymnasiets kemi – Svenska resultat och internationella rön. En pilotstudie angående de teoretiska linjerna.* (Rapport NA-SPEKTRUM Nr 13 ). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Méheut, M., Saltiel, E., & Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12 years old) conceptions on combustion. *European Journal of Science Education*, 7, 83-93.

Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2000). *Kjemi i skolen – undervisning og læring.* Kristiansand: Højskoleforlaget.

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.

de Vos, W., & Verdonk, A. H. (1985). A new road to reactions, part 1. *Journal of Chemical Education*, 62, 238-240.





*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>