

*Polarexpedition på norra ishavet med isbrytaren Oden - en annorlunda sommarlovsupplevelse för kemiläraren Anna Stiby. (Foto: Johan Kullberg)*

NR 1/2022



Stockholms  
universitet

KRC

Kemilärarnas Resurscentrum



# Kemilärarnas Informationsbrev nr 1 2022

| Innehållsförteckning                                                            | Sida  |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Redaktionens rader                                                              | 2     |
| Information om fortbildningsdagar                                               | 3     |
| Göra det osynliga synligt                                                       | 4-5   |
| Modeller i kemiundervisningen                                                   | 6-7   |
| På polarexpedition till Nordpolen                                               | 8-9   |
| Kommer den ändrade kursplanen i kemi påverka det nationella provet i årskurs 9? | 10-11 |
| Is och salt i köldblandning                                                     | 12    |
| Vi minns Christer                                                               | 12    |
| Massexperiment om plast 2022                                                    | 13    |
| Riskbedömning med elever                                                        | 14    |
| Erfarenhet av dragskåp med filter                                               | 15    |
| Virtual reality visar kemiska strukturer                                        | 16-17 |
| Rudbecksgymnasiets periodiska system                                            | 18    |
| Får man destillera etanol i skolan?                                             | 19    |
| Vad är fossilfri stålproduktion?                                                | 20-21 |
| Nordiska myter på teaterscenen                                                  | 22    |
| KRC-tips                                                                        | 23    |
| Kalendarium                                                                     | 24    |

Kemilärarnas resurscentrum (KRC) är ett nationellt resurscentrum lokaliserat till Stockholms Universitet och Institutionen för biokemi och biofysik (DBB).

Föreståndare: Jenny Olander

[jenny.olander@krc.su.se](mailto:jenny.olander@krc.su.se)

08-120 765 49

Projektledare:

Karin Axberg (deltid)

[karin@krc.su.se](mailto:karin@krc.su.se)

Sara Holland (deltid)

[sara.holland@krc.su.se](mailto:sara.holland@krc.su.se)

Camilla Mattson (deltid)

[camillam@krc.su.se](mailto:camillam@krc.su.se)

Nils-Erik Nylund (deltid)

[nils-erik@krc.su.se](mailto:nils-erik@krc.su.se)

Cecilia Stenberg (deltid)

[cecilia@krc.su.se](mailto:cecilia@krc.su.se)

Sofie Stenlund (deltid)

[sofie.stenlund@krc.su.se](mailto:sofie.stenlund@krc.su.se)

08-120 766 36

Hemsida: [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se)

Facebook: *Kemiresurs* (öppen sida) och KRC (sluten grupp)

Besöksadress: Svante Arrhenius väg 16 C, K-huset rum K411

Postadress: DBB, Kemilärarnas resurscentrum (KRC),  
Stockholms universitet  
106 91 Stockholm, Sverige

Redaktör: Cecilia Stenberg; [cecilia@krc.su.se](mailto:cecilia@krc.su.se)

Ansvarig utgivare: Jenny Olander; [jenny.olander@krc.su.se](mailto:jenny.olander@krc.su.se)

KRC:s informationsbrev går ut till alla Sveriges skolor med kemiundervisning och adresseras till "NO-lärarna vid" eller "Kemilärarna vid". Se till att alla kemilärare får tillgång till tidningen. Anmäl dig på vår hemsida [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se) om du vill få tidningen via e-post. Under fliken "Om oss" hittar du även alla utgivna informationsbrev i pdf-format.  
**Tryckt hos TMG Tabergs AB 2021/2022**

## Redaktionens rader

Nytt år och nya friska tag. Vi hoppas att du haft ett skönt och vilsamt juluppehåll. I det här numret kan du bland annat läsa om didaktisk forskning kopplat till modeller i kemiundervisningen. Didaktisk forskning behövs för vi hinner inte göra alla misstag själva. Nyligen fick mina elever i gymnasiekemi 1, laborera om papperskromatografi. Jag ville koppla det till kemisk bindning om hur polära ämnen löser sig bättre i polära lösningsmedel. En elev berättade att hen gjort samma laboration i åk 5 på grundskolan. Lärarens förklaring till resultatet hade varit att "vissa färger var snabbare än andra färger". Eleven reflekterade spontant om den tidigare modellen; *Nu vet jag att den förklaringen var för enkel! Den röda färgen är inte nödvändigtvis snabbare än den gula. Det handlar om färgmolekylens polaritet och valet av lösningsmedel.* Vilken (h)ärlig kommentar!

KRC kommer under januari att flyttas över till Institutionen för biokemi och biofysik här på Stockholms universitet. Det betyder att vi flyttar vårt kontor till byggnaden intill. Vi hoppas kunna fortsätta vårt goda samarbete med forskare och lärare i ämnesdidaktik men vi ser också fram mot ett närmare samarbete med kemiforskarna här på universitetet.

I december höll vi på KRC den första fysiska kursen på plats på länge. Under våren planerar vi kursdagar för lärare i grundskolans olika stadier i Lund, Stockholm, Umeå och Uppsala. Det blir en sorts "NO-biennaler light", som vi genomför tillsammans med våra systercentrum i biologi och fysik samt Skolverket. Dessutom kommer säkerhetskurser att hållas i Östersund, Göteborg, Stockholm och på ytterligare några orter, som inte är spikade när detta nummer trycks. Säkerhetskurserna kommer vi även fortsätta att ge online, minst en gång per termin och nya datum hittar du på vår hemsida.



Cecilia Stenberg, KRC  
Redaktör för Informationsbrevet

# Din Kemi i fokus på fortbildningsdagar i Umeå



De årliga fortbildningsdagarna för kemilärare på högskolan och gymnasiet, som ges av Svenska Nationalkommittén för Kemi, kommer att hållas i Umeå med temat Din kemi.

Några av forskarna som skrivit ursprungstexterna kommer att vara med och prata om kemins och fördjupa ämnesinnehållet för deltagarna. Fokus kommer att vara på de didaktiska aspekterna av läromedlet, hur man kan undervisa utifrån kontexter för att öka intresset och visa på kemins plats i vardagen. Under fortbildningen blir det både praktiska och teoretiska moment, men också tid att diskutera kemiundervisning.

Programmet startar med lätt lunch på fredagen, 1 april och avslutas på lördagen, 2 april, med lunch att ta med. Däremellan blir det ett innehållsrikt program, umgänge och middag. Konferensen är gratis, men deltagarna betalar själva resa och logi. Mer information kommer att finnas på konferensens [hemsida](#).

Kontaktperson för fortbildningsdagarna:  
Karolina Broman, Umeå Universitet  
[karolina.broman@umu.se](mailto:karolina.broman@umu.se)



[Svenska Nationalkommittén för kemi](#), är en del av den Kungliga Vetenskapsakademien (KVA), som verkar för att väcka allmänhetens och framför allt ungdomens intresse för kemi. Som en del i deras verksamhet anordnas varje år fortbildningsdagar för kemilärare. De senaste åren har Kalmar, Örebro, Lund och Uppsala varit värdar för konferensen. År 2020 hölls konferensen digitalt och det är 2021 års omgång som flyttats till april 2022.



## Kursdagar om biologi, fysik och kemi i Lgr22

Laborativa aktiviteter, ämnesdidaktik, ämnesteorier och lärares erfarenheter är utgångspunkten för kursdagar kring hur de nya kursplanerna kan tolkas i praktiken.

Under varje kursdag blir det tre olika spår med innehåll anpassat för lärare i åk 1-3, åk 4-6 och åk 7-9. Skolverket inleder alla kursdagar med att tala om progression i naturvetenskap genom hela grundskolan. Det kommer att vara överlapp med innehållet från de webinarier vi höll under VT21, men givetvis med mer laborativa inslag. Det är de nationella resurscentrumen i biologi, fysik och kemi som håller i de ämnesspecifika passen och kursdagarna ges under våren på fyra orter.

På varje ort kommer dagen avslutas med en frivillig gemensam aktivitet. I Stockholm bjuder Alasdair Skelton på en klimatvandring.



| Tid   | Åk 1-3                                      | Åk 4-6  | Åk 7-9  |
|-------|---------------------------------------------|---------|---------|
| 9     | Intro om Lgr22 med efterföljande diskussion |         |         |
| 10    | kemi                                        | fysik   | biologi |
|       | Fika                                        |         |         |
| 11.30 | fysik                                       | biologi | kemi    |
|       | Lunch                                       |         |         |
| 13    | biologi                                     | kemi    | fysik   |
|       | Fika                                        |         |         |
| 15.30 | Olika aktiviteter på de olika orterna       |         |         |



Lund 8/3  
Uppsala 15/3  
Umeå 26/4  
Stockholm 29/4  
[Mer info och anmälan](#)



# Göra det osynliga synligt

*Hur kan vi låta eleverna erfara den abstrakta gasfasen i undervisningen och att det bildas ett nytt ämne när det sker en kemisk reaktion? Hur kan vi på ett konkret sätt visa på att infångad koldioxid kan lagras och bilda kalksten?*

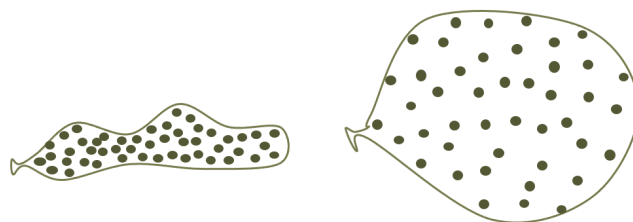
## Att synliggöra gaser

En enkel laboration vi kan genomföra är att ta en zippåse, hålla i lite vatten och lägga i en brustablett. Det kommer att börja bubbla och efter ett tag kan man se och känna att påsen "blåses upp". Det finns många kemiaspekter man skulle kunna diskutera utifrån laborationen (se bildserien ovan). I de yngre åldrarna i grundskolan kan man välja att fokusera på egenskaper hos en gas. Låt eleverna observera att det börjar bubbla i den stängda påsen och att den så småningom kommer att fyllas. Här kan eleverna både känna och se att påsen har fyllts med något som inte fanns där från början. Något vi inte hade sett om vi inte hade stängt in det i påsen. Det har bildats en gas!

Varför tar gaser större plats än fasta och flytande ämnen? Molekyler rör sig mer i gasfas, eftersom de inte längre är bundna till varandra. Trycket mot plastpåsens insida gör att volymen ökar när gasmolekyler bildas (se figur 1). Om gasen är innesluten i en behållare med hårda väggar ökar istället trycket.

## Att synliggöra en kemisk reaktion

Man skulle även kunna använda laborationen för att diskutera kemiska reaktioner i undervisningen. Istället för brustabletten, som bland annat innehåller vätekarbonat (bikarbonat) och en syra, kan vi använda oss av just vätekarbonat samt citronsyra (se länk till laborationen "Gör det osynliga synligt" på KRC:s hemsida). Detta tydliggör att vi har två ämnen från början och när de reagerar med varandra bildas det nya ämnen,



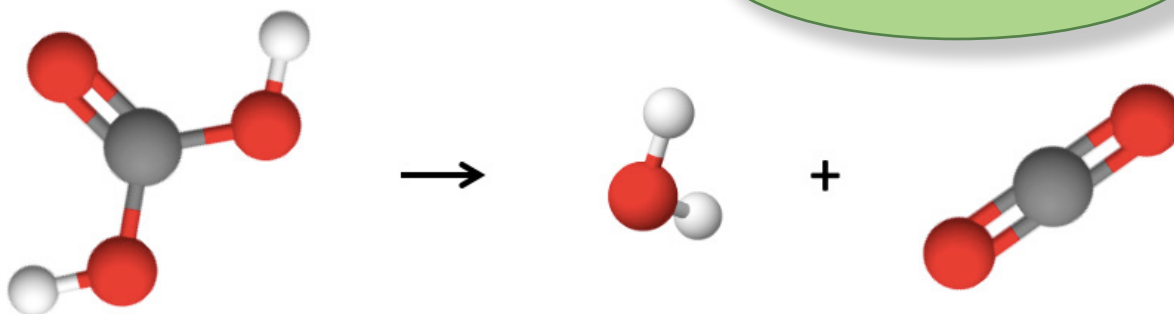
Figur 1: Enkel modell av ämnet i flytande form och som gas i påsen.

bland annat gasen koldioxid. Det blir tydligt att koldioxiden inte fanns där innan, den måste ha bildats efter det att påsen stängdes. Om man öppnar påsen litegrann och håller en brinnande tändsticka ovanför, kommer den att slockna eftersom koldioxiden tränger undan syret. Det är ett reagens på koldioxid.

**Reaktion 1:**  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$   
vätekarbonatjon och syra ger kolsyra

**Reaktion 2:**  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
Kolsyra blir vatten och koldioxid  
(Se illustration nedan)

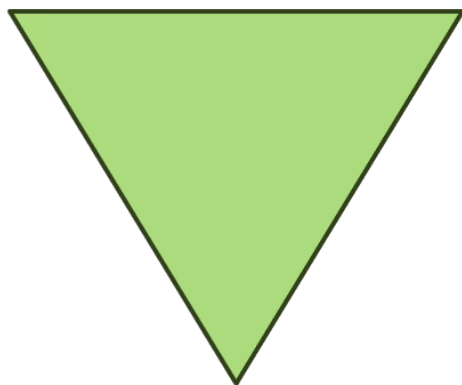
Laborationstips från KRC:  
[Gör det osynliga synligt](#)



Figur 2: Molekylmodeller kan även användas för att illustrera reaktion 2 ovan då koldioxid sönderdelas till vatten och koldioxid.

Erfarenhetsnivå

Makronivå



Submikronivå

Figur 3: Kemididaktisk triangel. (Taber, 2013)

#### Förklaringar på olika nivåer - kemididaktisk triangel

Kemi kan diskuteras på olika "nivåer". För yngre elever handlar det om erfarenhetsnivå och makronivå. Genom att tydliggöra relationen mellan de olika nivåerna för eleverna så underlättar vi deras lärande. När vi börjar undervisa om kemin på submikronivå är det viktigt att fortsätta koppla till det eleverna erfar. Hur skulle vi kunna diskutera just den här laborationen på erfarenhetsnivå, makronivå och submikronivå? (Se figur 3). Den beskrivna laborationen *Gör det osynliga synligt* skulle det kunna beskrivas så här:

- Erfarenhetsnivå: Det bubblar och påsen blir mer "upp-blåst".
- Makronivå: En brustablett innehåller natriumvätekarbonat och någon syra, som är fasta ämnen. När de löser sig i vatten bildas koldioxid i gasform.
- Submikronivå: En brustablett innehåller natriumvätekarbonat och (citron)syra. När brustabletten löser sig i vatten tar vätekarbonationen upp en vätejon och bildar kolsyra. En del av kolsyramolekylerna avger koldioxid i gasform. Eftersom ämnen i gasform tar större plats än i fast eller flytande form blåses ballongen upp.

Vilken nivå eller vilka nivåer skulle du fokusera på i din undervisning? När? Varför?



Det pågår mycket forskning kring att fånga in och lagra koldioxid. Under Kemins Dag i år genomfördes laborationen [Fånga koldioxid](#) i många klassrum runt om i landet! På IKEM:s hemsida för Kemins Dag hittar du instruktioner och lärarstöd kring laborationen, i form av bland annat filmer och en PowerPoint-presentation.

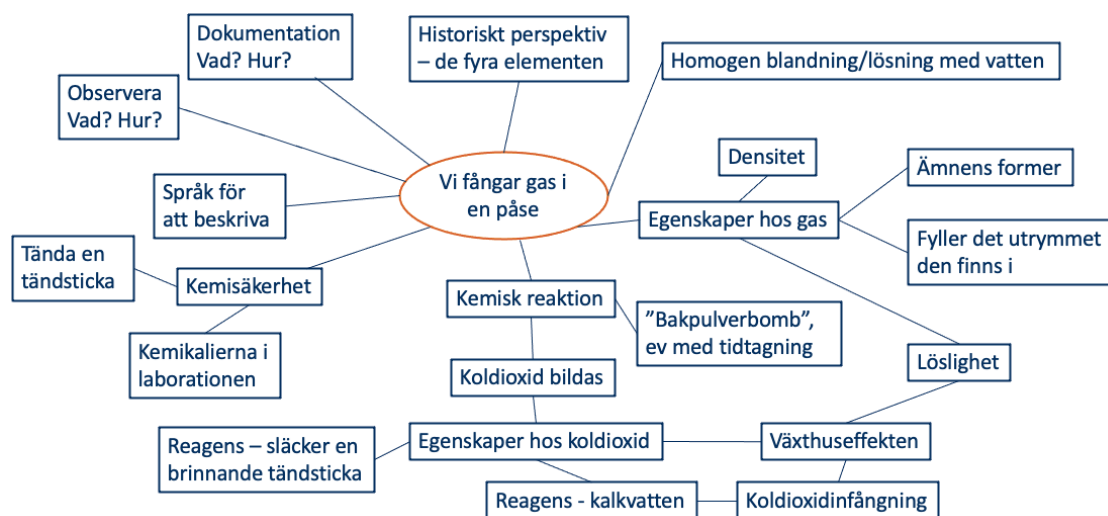
För att illustrera hur koldioxidinfångning kan gå till på ett relativt enkelt sätt har KRC tagit fram laborationen [Fånga in koldioxid med kalkvatten](#) som förslagsvis demonstreras av läraren.

Glöm inte att du i maj kan anmäla ditt intresse för att beställa det nya materialet till Kemins Dag under hösten 2022. Håll ögonen öppna på KRC:s hemsida eller på [IKEM skola](#).

#### Olika syften med laborationen i klassrummet?

I bilden nedan ser du några förslag på innehåll i undervisningen, som man skulle kunna fokusera på med hjälp av laborationen. För att koppla koldioxiden till klimatfrågor kan man gå vidare med att tala om att koldioxid är en växthusgas, som påverkar klimatet på flera olika sätt. Det pågår forskning och tester för att hitta olika sätt att fånga in koldioxid.

Av Sofie Stenlund, KRC



# Modeller i kemiundervisningen

*Modeller beskrivs ofta som en viktig del av naturvetenskapen och det är inte svårt att förstå varför, eftersom ett av målen med naturvetenskap är att konstruera modeller av verkligheten. I den här artikeln beskrivs två modeller som använts för att undervisa om papperskromatografi, dels i mellanstadiet och dels på universitetsnivå.*

I den här artikeln beskrivs ett undervisningsupplägg som har som mål att eleverna ska lära sig om hur forskare använder modeller för att bättre förstå det som de observerar. Upplägget är hämtat från [naturfag.no](http://naturfag.no) och målgruppen är elever på mellanstadiet. Vi har undersökt vad två respondentgrupper lärde sig av att genomföra delar av detta undervisningsupplägg (Saure, Bomark och Svendsen 2021). Respondenterna var elever på mellanstadiet och studenter som studerar naturvetenskap på högskolenivå.

## **Papperskromatografi och hårfönmodellen**

Huvudtema genom hela upplägget är att titta på olika typer av kromatografi, specifikt papperskromatografi. Efter att eleverna själva fått genomföra ett experiment med papperskromatografi, presenteras hårfönmodellen. Denna modell består av en hårfön och diverse föremål som ska representera molekyler av olika slag. Några föremål är väldigt lätta exempelvis frigolitbollar eller liknande. Vi har också med tejpringar med klistret på utsidan som får dem att fastna på golvet och lite överallt. Dessutom använder vi tyngre föremål som stenar. När vi blåser med hårfönen på föremålen, blåser de lätta föremålen iväg längst medan stenarna ligger kvar. Det gör också tejpringarna eftersom de klibbar fast på golvet. På så sätt illustrerar hårfönmodellen en separation av föremålen beroende på vilka egenskaper de har. Denna separation överförs till papperskromatografi där olika molekyler förflyttar sig olika långt beroende på vilka egenskaper de har.

## **Fördelar och nackdelar med hårfönmodellen**

Det som avgör hur långt en färg förflyttar sig under papperskromatografi är dels färgens löslighet i vatten och dels i vilken grad färgmolekylerna binder sig till papperet. I hårfönmodellen däremot är det i hög grad vikten på föremålen som avgör hur långt de blåser iväg. Den skillnaden gjorde att i stort sett alla våra elever, efter att i upplägget ha jämfört hårfön-

modellen med papperskromatografi, trodde att vikten också är det som skiljer mellan de molekyler som rör sig långt och de som inte rör sig så mycket i papperskromatografen. De har alltså fått en direkt felaktig förståelse av papperskromatografi. Också studenterna i naturvetenskap, som har en klart högre kunskapsnivå, fick uppfattningen att vikt är en betydelsefull förklaring till hur papperskromatografi fungerar. Därför kan vi inte göra annat än konstatera att det här upplägget måste ses över – men kan hårfönmodellen ändå vara användbar som didaktiskt verktyg?

Visuellt liknar de två fenomenen varandra, bägge illustrerar en separation av en blandning, men när vi analyserar de bakomliggande mekanismerna är de väldigt olika. I hårfönmodellen är det som sagt föremålens vikt som i stor grad avgör resultatet, i papperskromatografi är det molekylbindingar. Det finns en analog till molekylbindingar med tejpringarna i hårfönmodellen, men de verkar ha fått för lite plats för att eleverna ska kunna uppfatta den.

## **Reflektioner runt användandet av modeller**

Som vi ser har vi funnit ett exempel där en analog modell leder eleverna till en felaktig slutsats. Vårt fall illustrerar ett problem när den bakomliggande mekanismen för den effekt man vill studera är annorlunda i modellen jämfört med det man är intresserad av. I fallet med hårfönmodellen är det faktiskt ganska svårt att argumentera utifrån hårfönmodellen till varför vissa färger förflyttar sig längre upp på papperet i papperskromatografen. En annan aspekt av detta med modeller är att man innan man introducerar en modell bör tänka igenom, och gärna diskutera med eleverna, vad syftet är med denna modell. Är modellen till för att vi ska kunna räkna ut något? Är det kanske en viss aspekt av försöket vi försöker tydliggöra? I så fall vilken aspekt? Kanske modellen är till för att illustrera och förklara för någon annan hur försöket fungerar?

Utan att reflektera om syftet med modellen går det inte att prata om huruvida modellen är bra eller dålig. Forskare använder modeller av olika slag till mycket av (kanske all) sin forskning, men det finns alltid ett tydligt syfte med modellen som är konstruerad för att uppfylla syftet så bra som möjligt. I fallet med hårfönmodellen kan det verka som att syftet är att lära eleverna att det är vikten som avgör hur långt upp molekyler rör sig i papperskromatografen; i så fall kommer eleverna lära sig något som är fel. En annan tolkning är att modellen försöker visa att molekyler med olika egenskaper rör sig olika långt, men det är väldigt abstrakt och generellt, särskilt för elever på mellanstadiet. Syftet med modellen var också att skapa förståelse för att molekyler kan ha olika egenskaper. Det lyckades den i viss grad med, utifrån våra resultat.

I upplägget ingår också något som kallas nanomodeller. Här ska eleverna rita en modell som visar hur molekyler förflyttar sig på papperet under kromatografi-försöket. Detta var inte så enkelt för eleverna. Modellerna är i stort sätt avbildningar av försöket men ingen elev illustrerade moleky-



Bild 1: "Modellmolekylerna" till hårfönmodellen, olika typer av förpackningsfrigolit, småsten och tejpringar.

bindningar mellan vattenmolekyler och färgmolekyler så egentligen var det inte något "nano" för dem. Även här ser vi att syftet med modellen är oklar; ett syfte var att eleverna skulle använda modellerna till att visa och förklara för varandra vad som skedde med molekyler i kromatografiförsöket, men detta blev inte tydligt för eleverna. Molekyllbindningar får en för liten plats i upplägget för att eleverna ska ha en chans att uppfylla detta syfte. Här ser vi också ett tillkortakommande med hårfönmodellen; den har ingen analogi för vattenmolekyler vilket gör det svårt för eleverna att upptäcka att bindningar till vattenmolekyler är viktiga. En av studenterna påpekar denna svaghet med hårfönmodellen:

Student: På den hårfönmodellen, så ser du ikke på en måte vannet. Du ser liksom effekten av det, men du ser ikke hva vannet gjør på samme måten som på papiret [nanomodellen], for da kan du liksom tegne hvordan det, eller-.

Lärare: Ja, du kan konkretisere vassmolekylet.

### Tips vid användande av modeller i undervisningen

Modeller är ett populärt tema i didaktisk forskning och många undervisningsresurser använder modeller som undervisningsverktyg. Hur ska vi då veta om en det är en bra modell eller inte? För att kunna svara på det måste vi först svara på frågan; vad är syftet med den här modellen? Om vi inte först har tänkt igenom det, riskerar vi att modellen skapar mer förvirring än lärande. Det är viktigt att diskutera modellen eller analogins syfte med eleverna.

Som lärare måste vi ha klart för oss att inga analogier är perfekta, och läraren måste därför avsätta tid till att förklara svagheterna i analogin för sina eleverna. Det ökar chansen att eleverna förstår poängen i stället för att de lär sig själva analogin. Vi rekommenderar lärare att följa stegen i "Teaching with analogies"-modellen (Glynn 2007), för att försäkra sig om att eleverna får en god förståelse när man använder modeller i undervisningen.

Vår studie visar också vikten av att läraren gör en självständig utvärdering av de läresurser som hen använder i undervisningen. När det gäller analogier bör man kontrollera att de i tillräcklig grad representerar de relevanta aspekterna hos det fenomen eleverna ska förstå.

Av

Nils-Erik P. Bomark, Heidi Iren Saure och Monica Lian Svendsen  
[nils-erik.bomark@uia.no](mailto:nils-erik.bomark@uia.no) och [Heidi.Saure@NLA.no](mailto:Heidi.Saure@NLA.no)



Från vänster: Nils-Erik P. Bomark, Heidi Iren Saure, Monica Lian Svendsen,

### Referenser

1. Glynn 2007. The teaching-with-analogies model. Science and children, 44 (8), s. 52-55.
2. Naturfag.no. Modeller i kjemi. <https://www.naturfag.no/undervisningsprogram/vis.html> (25.10.21)
3. Saure, Bomark og Svendsen 2021. Modeller i kjemi-undervisning- et eksempel på hvordan de kan bidra til læring og feillæring. NorDiNa 17 (2), s.181-205

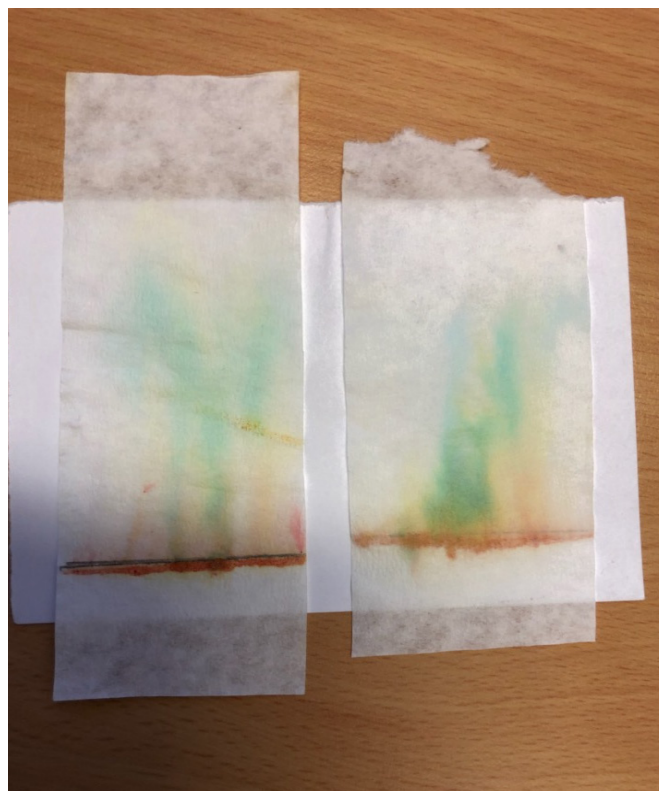


Bild 2: Papperskromatografiförsöket. Bilden visar hur färgmolekyler från en blandning av karamellfärger har separerat. (Bild 1 och 2 är hämtade från artikel av Saure, Bomark och Svendsen 2021, med tillstånd från NorDiNa.)

### Laborationer från KRC:

[Papperskromatografi med olika pennor](#)  
[Papperskromatografi med olika vätskor](#)



Naturfagcentret har en fin hemsida och tidning. Se och inspireras på <https://www.naturfagsenteret.no>



# På polarexpedition med Oden till Nordpolen och Norra ishavet

Foto: Anna Stiby

*Mitt i sommaren, när andra lärare fortfarande var på semester, för gymnasieläraren Anna Stiby med isbrytaren Oden till Nordpolen för att lära sig mer om hur polarforskning går till. Här är Annas reseberättelse om hennes upplevelser och erfarenheter hon gjort under några intensiva månader.*

Under juli till september fick jag som lärarstipendiat följa med Oden på polarexpedition till Nordpolen och Norra ishavet. Syftet med expeditionen var att undersöka den nuvarande statusen hos det arktiska marina ekosystemet. Med på expeditionen fanns 38 forskare inom biologi, kemi, geologi och meteorologi som tillsammans genomförde Synoptic Arctic Survey 2021. Lärarens uppgift är att ta reda på mer om hur polarforskning går till, bli inspirerad till sin undervisning och att sedan sprida dessa kunskaper vidare till kollegor, elever och allmänhet. Vad är då en bättre inspirationskälla än att själv få åka med isbrytaren Oden till Arktis unika och hotade miljö!

## **Effekten av klimatförändringarna syns först i Arktis**

Klimatförändringar och isar som smälter är något vi pratar mycket om i skolan och det är i Arktis som effekterna av förändringarna syns först. Hur mycket metan och koldioxid finns det i vattnet och isen? Hur sprids växthusgaserna som vi släpper ut? Är Arktiska oceanen försurad? Och hur står det egentligen till med närings- och syrehalten i havet? Det är några av de frågor som kemisterna ombord på Oden försökte besvara med sina mätningar.

Under expeditionen användes stora vattensamlarmaskiner (CTD:s) för att hämta vatten från olika djup, ibland från mer än 4500 m. På vattensamlarmaskinerna sitter det sensorer som kontinuerligt mäter syrehalt, salthalt och temperatur vilket medför att en profil över vattenmassornas skiktningar kan tas fram. Ett 15-tal isstationer genomfördes där iskäror, snö och vatten samlades in. Isens tjocklek och temperatur mättes innan iskärnorna kapades i mindre bitar och dess

näringsinnehåll samt salthalt bestämdes. Is från havsvatten skiljer sig mycket från is gjord på sötvatten genom att den är väldigt porös och innehåller saltvattenkanaler där vissa sorters växt- och djurplankton trivs.

## **Växthusgaser**

Växthusgasen metan bildas naturligt av metanogena bakterier vid nedbrytning av biologiskt material. För att bestämma halten metan i vattenproverna användes en gaskromatograf. I andra mätningar, som skedde vid iskanten, undersöktes istället hur metan flödar mellan havet och atmosfären. Metan strömmar från havets något högre koncentration till luftens lägre koncentration. Koldioxid däremot flödar från luften ner i det kalla arktiska vattnet. Kallt vatten kan absorbera mer koldioxid än varmt vatten, vilket enkelt kan undersökas i skolan i en laboration som finns beskriven på KRCs hemsida (se nedan). Vattentemperaturen strax under isen i Arktis är nära dess fryspunkt på ca -1,7°C vid en salthalt på 32 promille. Om havet värms upp kan det leda till att koldioxid istället frisätts från havet och på så sätt förstärks effekterna av uppvärmningen ännu mer vilket vore förödande för Arktis unika miljö.

## **Vattnet i den arktiska oceanen**

Den Arktiska oceanen består av många lager med vatten av olika ursprung, salthalt och temperatur och på grund av dessa skillnader blandas inte vattenmassorna med varandra. Ytvattnet absorberar koldioxid vilket gör att pH-värdet sjunker och det kan i sin tur leda till det vi kallar för havsförurning. Under expeditionen mätte kemisterna kontinuerligt

pH-värdet eftersom ett lägre pH har skadliga effekter på många former av marint liv vilket i sin tur kan skada det marina ekosystemet. Eftersom vattenmassorna inte blandas runt så väl är Arktis extra känsligt för havsförurning och dess följd effekter. Norra ishavet genomgår snabba förändringar vad gäller temperatur, mängd havsis och färskvattentillförsel. Förändringar som kan komma att påverka både det lokala och globala klimatet.

#### Åldersbestämning av vattnet

För att kunna bestämma hur gammalt vatten är, eller egentligen hur länge sedan vattnet senast var i kontakt med luft, mätte kemisterna på Oden halterna av olika kemiska markörer. Åldern på ungt vatten mäts genom att halten av till exempel freon (CFC) i vattnet bestäms. I äldre vatten finns det inga freoner utan istället mäts bland annat halten av stabila ädelgasisotoper. En av dessa stabila isotoper är argon-39 vilken inte har någon naturlig tillverkningsprocess i vatten utan har sitt ursprung i luften. När ytvatten mixas med luft kommer en viss mängd argon-39 att lösas i vattnet och sedan sjunker isotopen successivt ner i oceanen när den långsamma omblandningen av vattenmassorna sker. Hur mycket av CFC som fanns i vattenproverna bestämdes med en gas-kromatograf ombord på Oden. Halterna av de stabila ädelgasisotoperna är dock väldigt låga och de ska analyseras i en masspektrometer efter hemkomst från expeditionen.

#### Intresserad av att följa med på en polarexpedition?

Då kan jag verkligen rekommendera att du läser om polarforskningssekretariatets lärarprogram via deras hemsida där stipendier också utlyses ibland. Om du får ett stipendium kommer du, förutom att få lära dig mycket om polarforskning, även besöka platser platser du antagligen aldrig skulle fått besöka annars. Som medföljande lärare fick jag hjälpa forskare att samla vatten, sortera djurplankton och stå isbjörnsvakt på isen. Jag fick se Arktis vackra och varierande istäcke, landskapet som ständigt skiftade i gråskala och jag fick bo på isbrytaren Oden med ett härligt gäng människor jag antagligen aldrig mött annars. Förutom mängder med djurplankton såg vi även en del större djur som isbjörnar, valar, späckhuggare och en valross under resans gång. Håll utkik på Polarforskningssekretariatets hemsida där utlysningen för nya lärarstipendier sker - det väntar en spännande resa för dig som får följa med!

Av Anna Stiby

[anna.stiby@nacka.se](mailto:anna.stiby@nacka.se)

Gymnasielärare i kemi och biologi  
på Nacka Gymnasium

Laboration från KRC:  
[Växthuseffekten och koldioxid](#)  
[i världshaven](#)



En isbjörn hälsar på vid Oden. (Foto: Josef Nilsen)

# Kommer den ändrade kursplanen i kemi påverka det nationella provet i årskurs 9?

Våren 2023 genomförs det första nationella provet i kemi som utvecklats utifrån den ändrade läroplanen för grundskolan, Lgr22. I denna artikel vill vi, projektgruppen för de nationella proven i biologi, fysik och kemi vid Umeå universitet, diskutera några av förändringarna i kursplanen i kemi och vad de kan innebära för det nationella provet.

## Provutvecklingsprocessen

På uppdrag av Skolverket konstrueras de nationella proven för årskurs 9 i biologi, fysik och kemi vid Institutionen för tillämpad utbildningsvetenskap vid Umeå universitet. Processen att ta fram och kvalitetssäkra ett nationellt prov i kemi tar ca 2 år från det att uppgifterna är konstruerade till dess att provet genomförs på skolorna. Kvalitetssäkringen sker genom en systematisk process med flera kontrollpunkter, se figur nedan.

Under processen får många olika lärare möta och ha åsikter om tänkta provuppgifter, dels vid konstruktion av uppgifter och bedömningsanvisningar, dels vid utprovning av uppgifter ute på skolorna och dels vid återkommande möten med olika referensgrupper av lärare. Vid varje tillfälle granskas och diskuteras bland annat uppgifternas relevans utifrån kursplanen. I och med övergången till Lgr22 är det extra viktigt för oss att föra en dialog och lyssna in hur lärare tolkar förändringarna och hur de kan komma att påverka undervisningen och i förlängningen det nationella provet i kemi.

## Syftet med Lgr22

Syftet med Lgr22 är bl.a. att tydligare betona fakta och förståelse, att lyfta fram ämnets karaktär, att renodla och tydliggöra progressionen i det centrala innehållet samt att göra kunskapskraven mindre omfattande och detaljerade. I kommentarmaterialet i kemi går att läsa *En grundprincip för progressionen från årskurs 1 till 9 i kemi är att innehållet går från det elevnära och konkreta i de lägre åldrarna, till vidare utblickar och mer abstrakt innehåll i de högre åldrarna. Det finns också en tydlig tanke om hur vissa innehållspunkter återkommer i olika stadier med olika omfattning och abstraktionsgrad.*

## Syror och baser

En förändring i det centrala innehållet för åk 7 - 9 är att *syror, baser samt pH-värde*, som i Lgr11 står under innehållspunkten *Vatten som lösningsmedel och transportör av ämnen*, har plockats bort i Lgr22. I innehållspunkten som rör separations- och analysmetoder har däremot metoden *pH-mätning* lagts till. I årskurs 4 - 6 är skrivningen kring syror och baser däremot densamma i både Lgr11 och Lgr22, nämligen *Indelning av ämnen och material utifrån egenskaperna (...) surt eller basiskt*. Skulle detta kunna leda till att kemilärare i årskurs 4 - 6 fortsätter att behandla området surt och basiskt på ungefär samma sätt som i dag medan lärarna i årskurs 7 - 9 med tiden kan komma att minska sin undervisning om syror och baser då detta inte skrivs fram lika tydligt i Lgr22? Vi ser flera innehållspunkter som öppnar upp för att fortsätta behandla innehåll om syror och baser, exempelvis *Vatten som lösningsmedel och transportör av ämnen, till exempel i mark, växter och människokroppen* samt *Några kemiska processer i mark, luft och vatten samt deras koppling till frågor om miljö och hälsa, till exempel växthuseffekten, vattenrening och spridning av miljögifter*. Därigenom ser vi att provet även fortsättningsvis kan innehålla uppgifter som t.ex. berör försurning, men frågan är om uppgifter som i huvudsak behandlar koncentrationsmodeller för väte- och hydroxidjoner passar in i Lgr22. Det är i dagsläget inte tydligt hur tolkningen av kursplanen beträffande syror och baser ska göras och därmed är det också svårt att säga hur det kommer att påverka provets innehåll.

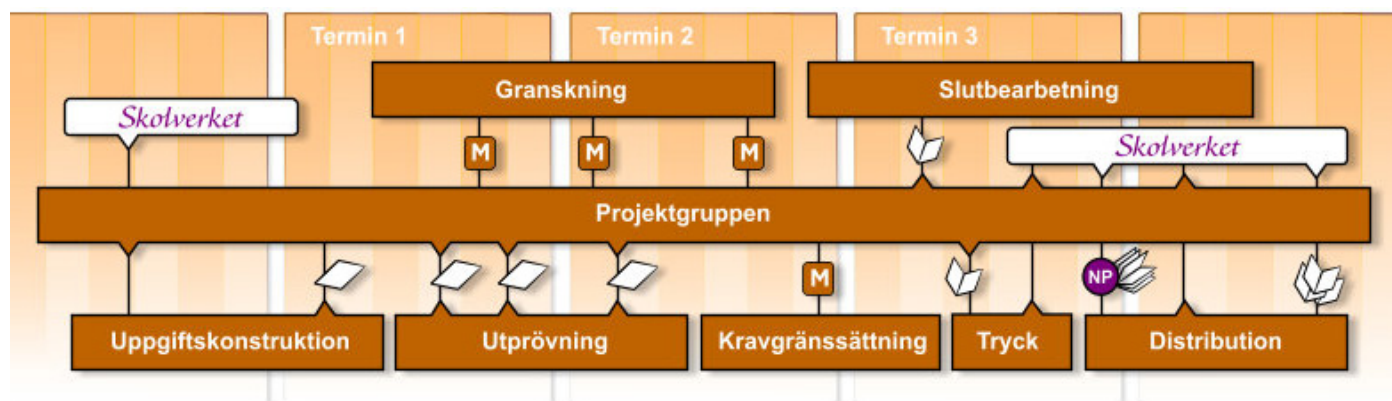


Illustration av provutvecklingsprocessen för de nationella proven i biologi, fysik och kemi. Källa: Institutionen för tillämpad utbildningsvetenskap Umeå universitet.

Vad undervisningen ska innehålla och vad som kan ingå i ett nationellt prov är inte samma sak.

### Kemin i kroppen

En annan förändring i det centrala innehållet är att den nuvarande innehållspunkten för åk 7-9 *Kemiska processer i människokroppen, t.ex. matspjälkningen* i Lgr22 ersatts med *Kolhydrater, proteiner och fetter samt deras funktion i människokroppen*. I syftet står det kvar att *Eleverna ska ha kunskap om kemin i kroppen* vilket innebär att lärarna även fortsättningsvis ska behandla kroppens olika kemiska processer, men vad undervisningen ska innehålla och vad som kan ingå i ett nationellt prov är inte samma sak. Den nya skrivningen snävar in vad uppgifterna i provet kan handla om rörande kemiska processer, t.ex. är vår tolkning att en uppgift som behandlar kroppens behov av järn för att binda syre inte längre kan ingå i ett nationellt prov efter införandet av Lgr22.

### Utveckling av provuppgifter

Kunskapskraven i Lgr22 har, som tidigare nämnts, genomgått relativt stora förändringar. En förändring i kunskapskraven som kommer att påverka det nationella provet är betoningen av fakta och förståelse. Den nya skrivningen *Eleven visar grundläggande/goda/mycket goda kunskaper om kemins begrepp och förklaringsmodeller* förklaras i kommentarmaterialet med att bedömningen ska inriktas mot hur breda och djupa kunskaper eleven har om begrepp och förklaringsmodeller. Hur uppgifter som prövar detta ska utformas är ännu i ett utvecklingsskede. Hur prövas kunskaper om begrepp och modeller på bästa sätt? Vilka begrepp anses vara relevanta? Kan en uppgift innehålla begrepp som inte förklaras utan som eleven förutsätts behärska för att korrekt kunna besvara uppgiften? Via vår kvalitetssäkringsprocess som bland annat omfattar referensgruppsmöten och utprovningar arbetar vi metodiskt med att utveckla uppgifter som prövar detta. Under våren genomförde vi dessutom ett antal seminarier i samarbete med Resurscentrum för biologi, fysik och kemi, där vi fick ta del av många lärares åsikter och tolkning av detta kunskapskrav.

Med den ändrade kursplanen blir det på många ställen upp till läsaren att själv tolka vad som ingår i det centrala innehållet vilket kan innebära en större frihet i undervisningen. Gällande det nationella provet medför detta emellertid vissa utmaningar. Risken finns att en erfaren pedagog som arbetat med Lgr11 fortsätter att läsa in en hel del av det som specificerats i den även i den reviderade kursplanen, men frågan är hur en nyutexaminerad lärare kommer att läsa och tolka kursplanen i Lgr22. Kan detta innebära större skillnader i undervisningen

ute på skolorna? Vad händer om några år då ingen längre minns vad som stod specificerat i den nuvarande kursplanen? Kan det leda till att innehållet i kemiämnet urvattnas eller att lärarna bli mer läromedelsberoende då läromedlet kanske upplevs ge ett tydligare svar på vad som förväntas ingå i kemiundervisningen? Hur påverkar det i förlängningen de nationella proven? En farhåga är att ju mindre som uttryckligen står att alla elever ska undervisas om, desto smalare blir de kemikunskaper som kan efterfrågas i ett nationellt prov då innehållet i provet måste spegla den undervisning som sker ute på skolorna.

### Framåtblick

Kommer då den ändrade kursplanen i kemi att påverka det nationella provet? Ja, vi ser förändringar i både centralt innehåll och kunskapskrav som till viss del kommer att påverka innehåll och utformning av vissa uppgifter även om provet som helhet kommer att vara sig likt. I processen att ta fram nya prov är lärarna alltid en viktig del, och med förändringar är det extra angeläget för oss att lyssna in hur lärare tolkar kursplanen för att vi ska kunna utveckla nationella prov som speglar kursplanen i Lgr22.

Av Mattias Abrahamsson, Erika Bergvall, Mathias Olsson och Patric Åström

Projektgruppen för de nationella proven för biologi, fysik och kemi vid Institutionen för tillämpad utbildningsvetenskap, Umeå universitet.

Är du intresserad av att konstruera uppgifter till kommande nationella prov? Anmäl ditt intresse [här](#)

### KRC-tips till mer på webben

- [Kommentarmaterial till kemi](#) i grundskolan
- [Kommentarsmaterial](#) till grundsärskolan
- [KRC:s jämförelse](#) av den gamla och den reviderade kursplanen i kemi.
- [Artikel i IB 2 2021](#) om det nya kommentarsmaterialet

# Is och salt i köldblandning

*Ett spännande experiment att göra under vintern då det finns gott om snö och is är att blanda till en köldblandning.*

Många elever har förmodligen gjort experimentet som går ut på att lyfta en isbit med hjälp av salt och en ulltråd. Man strör lite salt och lägger en ulltråd över isbiten. Man ser först att isen smälter. När saltet löser sig tas värme från isen och det lösta vattnet blir kallare än isbiten. Ulltråden fryser fast så att den kan bära hela isbiten när man lyfter upp tråden.

## Praktiska användningar

När man blandar salt och is får man en så kallad *köldblandning*<sup>1</sup> som har flera praktiska användningar. Med en köldblandning går det att tillverka glass utan tillgång till en frysbox. När man sprider vägsalt på vägarna under vintern minskar isbildningen på vägen. När temperaturen blir för låg gör dock vägsaltet ingen nytta.

## Varför sjunker temperaturen när man blandar is och salt?

När is och salt blandas, börjar saltet lösas upp i vattenskiktet som finns runt isbiten. När saltet löser sig smälter även isen till vatten. För att lösa salt behövs värme (en spontan endoterm process) som tas från isen! Trots att isen är kall innehåller den värme. (Det gäller all materia över absoluta nollpunkten,  $-273^{\circ}\text{C}$ ). Det bildas därför en lösning av salt och vatten vars temperatur sjunker under  $0^{\circ}\text{C}$ , enså kallad *underkyld vätska*.

Hur lågt temperaturen sjunker beror på antal partiklar (joner/formelenhet) i saltet. Kalciumklorid ( $\text{CaCl}_2$ ) med tre partiklar per formelenhet kyler bättre än natriumklorid

<sup>1</sup> Riskbedömning: Inslag på [YouTube](#) visar hur ungdomar utmanar varandra i "The salt and ice challenge" då de strör salt på en isbit och lägger på huden. Köldblandningen kan ge skador på huden.



Hämtat från pixabay.com

( $\text{NaCl}$ ) som har två partiklar per formelenhet. Maximal nedkylning med natriumklorid är  $-22^{\circ}\text{C}$  och bästa proportionen är 3 delar krossad is och en del salt. Med  $\text{CaCl}_2$  kan köldblandningens temperatur sjunka med hela  $37^{\circ}\text{C}$  när blandningens proportion är 2/3 is och 1/3 salt.

## Teoretisk beräkning på fryspunktsänkning?

En mättad natriumkloridlösning har koncentrationen  $6,12 \text{ mol/dm}^3$  (vid  $25^{\circ}\text{C}$ ). Den molala fryspunktnedsättningen för vatten är  $1,867^{\circ}\text{C/mol}$  löst ämne i  $1000 \text{ g}$  vatten. Följande beräkning visar hur mycket köldblandningens temperatur teoretiskt kan minska.

$$\Delta t = 6,12 \cdot 2 (\text{antal partiklar}) \cdot (-1,867^{\circ}\text{C}) = -22,85^{\circ}\text{C}$$

Motsvarande beräkning för en mättad  $\text{CaCl}_2$ -lösning, som har koncentrationen  $6,7 \text{ mol/dm}^3$  ger den maximala fryspunktsänkningen:

$$\Delta t = 6,7 \cdot 3 \cdot (-1,867) = -37,59^{\circ}\text{C}$$

## Frysar och frysfack i hemmet

Mat saltas ofta med natriumklorid (koksalt). När vi fryser in maten kommer inte saltvattnet i maten att frysa helt förrän vi når köldblandningens fryspunkt. På frysförpackningen kan man därför läsa att maten ska förvaras under  $-18^{\circ}\text{C}$ .

*Av Karin Axberg (KRC)*

## Vi minns Christer

*Christer Ekdahl, som var en mycket uppskattad NO-lärare, läromedelsförfattare och KRC-medarbetare, gick bort i juli efter en tids sjukdom.*

Christer var kemilärare ut i fingerspetsarna, som brann för att illustrera kemi med hjälp av pedagogiska kemiexperiment. Han arbetade deltid på KRC under åren 2005-2013 med fokus på högstadiets kemiundervisning. Vi var många som uppskattade Christers humor, aldrig sinande idéer och tips på NO-biennaler och lärarkurser, bland annat internatkursen "Experimentell kemi" som Christer medverkade på så sent som 2019. Han deltog i framtagandet av KRC-kompendiet "[Om världen-barn undersöker sin omvärld](#)" för skolans yngre åldrar. Titeln som föreslogs av Christer är ett exempel på hans underfundighet.

*I samband med mitt arbete som samordnare av Kemi-säkerhet i Stockholms stad lärde jag känna Christer då han medverkade i Tuben, en serie [videoinspelningar](#) med främst högstadieexperiment för Pedagog Stockholm. Christer var en stor personlighet och en mycket kunnig och hängiven kemilärare, vilket framgår av filmerna. (Anders Ödval)*



Christer Ekdahl (Foto: KRC)

*Många var de gånger då han kom till jobbet och utbrast "I morse när jag gick ut med hunden, kom jag att tänka på ett trevligt experiment..." innan han försvann till labbet. Han var bra på att samarbeta och diskuterade gärna hur olika experiment kunde passa in i aktuella kursplaner. Christer fortsatte sin lärargärning långt efter pensioneringen, och jag vågar säga "aus Liebe zur Kunst". Hans bortgång är en förlust både för den svenska skolans kemiundervisning och för oss som kände honom som medarbetare och vän.*

*(Vivi-Ann Långvik, f.d. föreståndare, KRC)*

# Delta i massexperiment om plast 2022!

Under veckorna 17-18 (i samband med Skräpplockardagarna) och 37-38 (i samband med ForskarFredag) kan du och dina elever vara med i Plastexperimentet och bidra till att ta fram ny kunskap och ovärderliga forskningsresultat om plastföroreningar i svensk natur.

## Upplägg

Plastexperimentet är ett massexperiment där forskare och skolelever forskar tillsammans. Projektet baseras på ett experiment som redan genomförts i Danmark och består av två steg:

**Steg 1** (för åk 4-9 samt gymnasiet). En obligatorisk del som innebär att eleverna kartlägger allt plastskräp på ett uppmätt område som ni själva väljer utifrån förbestämda typer av miljöer, exempelvis parkområde, naturområde eller badplats. Efter insamling av plastskräpet vägs, sorteras och kategoriseras plasten. Resultaten rapporteras sedan in via webben eller en app.

**Steg 2** (för åk 7-9 samt gymnasiet). En frivillig del där eleverna får undersöka oidentifierbara plastbitar som hittas i steg 1. Vilka polymerer består plastavfallet av? Till hjälp får eleverna en plastidentifieringsnyckel som innehåller bland annat flyttest i vatten och olja samt analys av förbränningshastighet och lågfärg. Genom att identifiera polymerinnehållet i de här små plastbitarna kan vi säga något om vilken typ av plast som de små plastbitarna härstammar ifrån. Läs mer om det danska massexperimentet [här](#).

## Varför ett plastexperiment?

Syftet med Plastexperimentet är att få ökad kunskap om det plastskräp som förekommer på olika platser runt om i Sverige. Hur mycket är det? Hur varierar det mellan olika miljöer? Vilken typ av plast är det? Genom att ge elever möjlighet att bidra till riktigt forskning tillsammans med Bethanie Carney Almroth, professor och forskare på Göteborgs universitet får

Syftet med forskningsprojektet är dels att generera ny kunskap om plastavfall i svensk natur, men även att ge medverkande en inblick hur vetenskapliga studier genomförs och att uppmärksamma frågan om plasters miljöpåverkan. Vi vill även förstå hur deltagare i den här typen av projekt påverkas i miljömedvetenhet och engagemang, för att bättre kunna förstå hur medborgarforskning kan användas som ett verktyg för att driva fram hållbar utveckling.

/Bethanie Carney Almroth



Bild: Bethanie Carney Almroth, professor och forskare i ekotoxikologi och zoofysiologi på Göteborgs universitet (Foto av Johan Wingborg)



(Foto: Jenny Brandt)

eleverna även inblick i vad forskning är och hur den bedrivs. Regeringen<sup>1</sup> har precis beslutat att nedskräpningen av engångsplastförpackningar ska minska med 50 % till 2030 och en årlig medborgarforskningsinsats med stora mängder data skulle kunna bidra starkt till uppföljningen av målet. Det är även av stort intresse att utvärdera resultaten av skräpmätningar med traditionella metoder för datainsamling och medborgarforskning sida vid sida. Det stärker legitimiteten för båda metoderna.

Eleverna som går i samma klass och skola kan också använda sin insamlade data för att visa hur mycket plastskräp det finns lokalt, och utifrån vilken typ av plast det är ta fram rekommendationer till kommuner, företag och allmänhet om vad som behövs göras för att minska mängden plastskräp i naturen.

Uppdaterat material på svenska är under utveckling och alla som anmäler intresse får ett mejl så snart det är klart.

1 <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/11/engangsplastens-miljoeffekter-ska-minska/>

Anmäl intresse för att delta i plastexperimentet redan idag. Länk till intresseanmälan [www.hsr.se/plastexperimentet-2022](http://www.hsr.se/plastexperimentet-2022)



Vilka som står bakom Plastexperimentet?

Håll Sverige Rent ([www.hsr.se](http://www.hsr.se))

Vetenskap & Allmänhet ([www.v-a.se](http://www.v-a.se))

Professor Bethanie Carney Almroth, Göteborgs universitet

# Riskbedömning med elever

Att vi ska riskbedöma arbete med kemikalier är ett krav från Arbetsmiljöverket. Alla arbetstagare som hanterar kemikalier ska känna till eventuella faror och bidra till att minimera riskerna på sin arbetsplats. Även elever räknas som arbetstagare och hur får vi dem delaktiga i riskbedömningsprocessen? KRC har intervjuat gymnasieläraren Henrik Engström på Bladins gymnasium i Malmö, om hur han involverar eleverna.

## Bakgrund

När jag läste in en master i kemi var jag redan utbildad lärare. Som kemistudent var det en självklarhet att göra en riskbedömning och att fylla i ett protokoll inför varje laborativt moment vi gjorde under utbildningen. Jag tänkte att detta var något jag ville ta med tillbaka till skolan och mina elever. Sedan jobbade jag också i industrin några år och där var riskbedömning ett nödvändigt arbetsmoment. Det är så vanligt i samhället med riskanalyser och att rutinmässigt fylla i protokoll så det vill jag att eleverna ska få med sig ut i livet.

## Enkel riskbedömning som läxa

Inför varje laboration, får eleverna ut en labbinstruktion om vad de ska arbeta med. Sen får de i läxa göra en enkel riskbedömning. De använder samma [riskbedömningsunderlag](#) som jag själv använder (Det underlag som fanns i AV:s bok "Kemikalier i skolan") och eleverna får sen leta efter nödvändig information om kemikalierna. Jag visar i början av kursen hur man kan hitta information, exempelvis från de vanligaste kemikalieleverantörerna (som VWR, Merck) eller ibland från Wikipedia, och hur man kan läsa ett säkerhetsdatablad.

Jag har ingen färdig kemikalieförteckning som eleverna kan hämta data från. De skulle naturligtvis kunna hämta information om kemikalierna från KRC:s kemikalieförteckning eftersom den finns fritt tillgänglig att ladda ner. Det viktigaste för mig är inte att det blir helt rätt utan att de faktiskt gör något, men jag kontrollerar inte heller att alla har gjort läxan.

## Genomgång av riskbedömningarna

Vi går igenom riskerna i början av laborationen eller på lektionen innan så att de får korrekt information från mig. Ofta handlar eventuella felaktigheter om att eleverna har hittat säkerhetsdatablad för fasta ämnen där vi ska använda utspädda lösningar. Ibland har de funderingar när det står att de ska använda en surgjord lösning. Hur sur är den då? Är den frätande? Då får vi en diskussion om skillnaden mellan en koncentrerad syra jämfört med en utspädd syra. Eller så

blir det en diskussion om hur stor mängd vi använder och att det är skillnad på att använda 1 mg eller 1 ton.

## Kemikaliernas farlighet styr undervisningsformen

Jag har anpassat mina laborationer så att eleverna inte kommer i kontakt med särskilt farliga kemikalier. Då väljer jag att göra en demonstration på lektionen istället och berättar för eleverna varför de inte själva får genomföra experimentet. Till exempel om jag vill visa på skillnader mellan mättade och omättade kolväten som kan vara hälsofarliga.

Det är lätt att förstå vilka elever som har gjort sin hemläxa med riskbedömningen. De är bättre förberedda inför laborationen än andra. Det tar inte så mycket mer tid av lektionen att arbeta på det här sättet och eleverna får en chans att aktivt vara mer involverade.

Av Cecilia Stenberg, KRC

**Riskbedömningsblankett<sup>1</sup>**

Laboration/experiment: .....

Kemikalie/formel: A: .....

B: .....

C: .....

D: .....

|                                    | A | B | C | D |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| Aggregationstillstånd <sup>2</sup> |   |   |   |   |
| Koncentration/mängd                |   |   |   |   |
| Typ av fara <sup>3</sup>           |   |   |   |   |
| Informationskälla <sup>4</sup>     |   |   |   |   |
| Avfall <sup>5</sup>                |   |   |   |   |

**Bedömning och skyddsåtgärder**

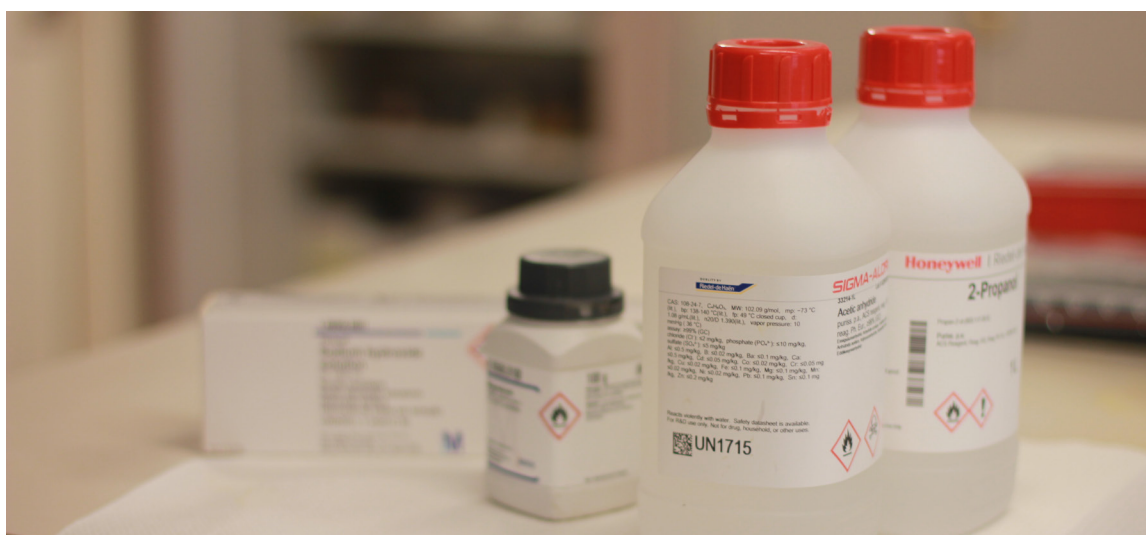
Materiel: Bedöm risker och ange skyddsåtgärder

.....

.....

Utförande: Bedöm risker och ange skyddsåtgärder vid

Bild: Riskbedömningsunderlag som Henrik använder.



(Foto:KRC)

# Erfarenheter av dragskåp med filter

*Som ensam kemilärare på en friskola har Christian Killiner tagit itu med många saker för att få en väl fungerande kemisal att undervisa i. Vi på KRC tycker det är svårt att ge råd om specifik utrustning på undervisningslabbet, eftersom det finns så mycket på marknaden. Därför är vi väldigt glada att Christian i den här artikeln delar med sig av sina erfarenheter, som kan vara till nytta för fler.*

## **Bullriga dragskåp**

När jag började på NTI-gymnasiet vid Odenplan i Stockholm hade skolan bara tre flyttbara dragskåp med filter. De bullrade väldigt mycket, även bara med ett dragskåp i drift. Jag testade att köra igång alla tre samtidigt och då hörde man knappt vad man sa. Jag tänkte att det här kommer jag inte att stå ut med. En tekniker kom från LabRums som levererat dragskåpen. Hen konstaterade att de lät mycket, och kollade räkneverket som finns på varje dragskåp. De var knappt använda alls, någon timme bara. Dragskåpen var inte utnötta men ingen hade uppmärksammat bullernivån. Ärendet lämnades där.

## **Vilka olika typer av stationära dragskåp finns?**

Jag började undersöka möjligheten till stationära dragskåp anslutna till skolans ventilation, men det visade sig att dragskåp måste ha egen separat ventilation enligt Arbetsmiljöverkets regler. Jag undersökte vad detta skulle innebära för min skola som är belägen mitt i Stockholm med bostäder över skolan. Det skulle bli väldigt svårt och dyrt. Jag undersökte då andra möjligheter.

Det visade sig finnas stationära dragskåp med filter. Jag fick en bra kontakt med firman Chemical Instruments AB (CiAB). Vi fick ge en kravspecifikation på dragskåpen - vilka kemikalier vi använde oss av, om de skulle utrustas med elanslutning och vattenho etc. Firman fick efter offertförfarande en order och de levererade och monterade dragskåpen samt gjorde en funktionskontroll.

## **Erfarenheter av stationära dragskåp med filter**

Det jag uppskattar med de nya dragskåpen är att de varnar om det är dåligt drag (det har inte hänt än) samt att underlaget är av lättrengörig hårdplast istället för plåt som kan rosta eller få korrosionsfläckar. De är också betydligt tystare än de vi hade tidigare. Senaste kontakten med leverantören gällde eventuellt filterbyte men på grund av pandemin hade vi inte använt dragskåpen så mycket.

Det har visat sig att LabRums flyttbara dragskåp filtrerar luften i dragskåpet snabbare. Jag märkte det under ett experiment där det snabbt bildades mycket rök. Jag kände lite rökdoft i skåpen från CiAB men inte från LabRums skåp. Jag nämnde detta för CiAB som ska komma och justera upp fläkthastigheten.

Det går inte att ha vanlig lektion under tiden fläkten går i dragskåpen. Eleverna får en bensträckare efter att jag gjort demonstrationer i dragskåpet tills det svalnat eller slutat ryka. Lektionssal och kemiprepp ligger vägg i vägg, så jag kan enkelt bära bort resterna efter demon till dragskåpet i kemipreppen. Man bör se filterskåp som en nödlösning även om de funkar bra. De stationära dragskåpen med filter (från CiAB) används främst av eleverna. De är väldigt rymliga och har hål om man vill dra in en skarvsladd för elbrännare (Vi valde skåp utan elanslutning.). De äldre bullriga skåpen använder jag mest som demoskåp. Jag kan rulla runt dem i klassrummet så att eleverna ser. De har mindre arbetsutrymme, jag upplever ibland att de är lite trånga, samt att luckan som



Bild 1: Stationärt dragskåp från CiAB (Foto: Christian Killiner)



Bild 2: Flyttbart dragskåp från LabRum (Foto: Christian Killiner)

man faller upp eller viker upp har en förmåga att falla ner på händerna när man jobbar. Jag är rätt lång (196 cm) och får huka mig lätt i båda skåpmodellerna. Ett skåp med hål i där man stoppar in händerna skulle jag inte välja.

## **Om jag skulle bygga helt nytt**

Om jag skulle bygga ett nytt kemilabb skulle jag välja stationära dragskåp anslutna till egen ventilation, av flera anledningar. Dessa dragskåp har ju kontinuerligt drag så låter jag något stå kvar i skåpet så är ventilationen fortfarande igång, som kan vara bra om man vill låta något svalna eller avdunsta. Har man ett skåp för kemikalier som ska skickas i väg för destruktion vill man ha ventilation igång löpande, utan att behöva tänka på att aktivera dragskåpets filtrering och egen ventilation ger mindre buller.

Om separat ventilation inte är möjlig tycker jag att de fasta dragskåpen med filter (från CiAB) fatt bättre för att de är tystare och företaget ger bra service. Jag har värmt jod som sublimerat till gasform utan problem med lukt och reaktion med koncentrerad salpetersyra och koppar som ger nitrösa gaser. Det klarar de nya dragskåpen. Dock är ett dragskåp på hjul bra vid demonstration, det kan jag placera där det passar.

Av Christian Killiner

[christian.killiner@ntig.se](mailto:christian.killiner@ntig.se)

NTI-gymnasiet i Stockholm

NTI-gymnasiernas webbsida

[NTI-transformers/Kemi](https://www.nti-transformers.se/Kemi)



(Foto: Chris Bohlin)

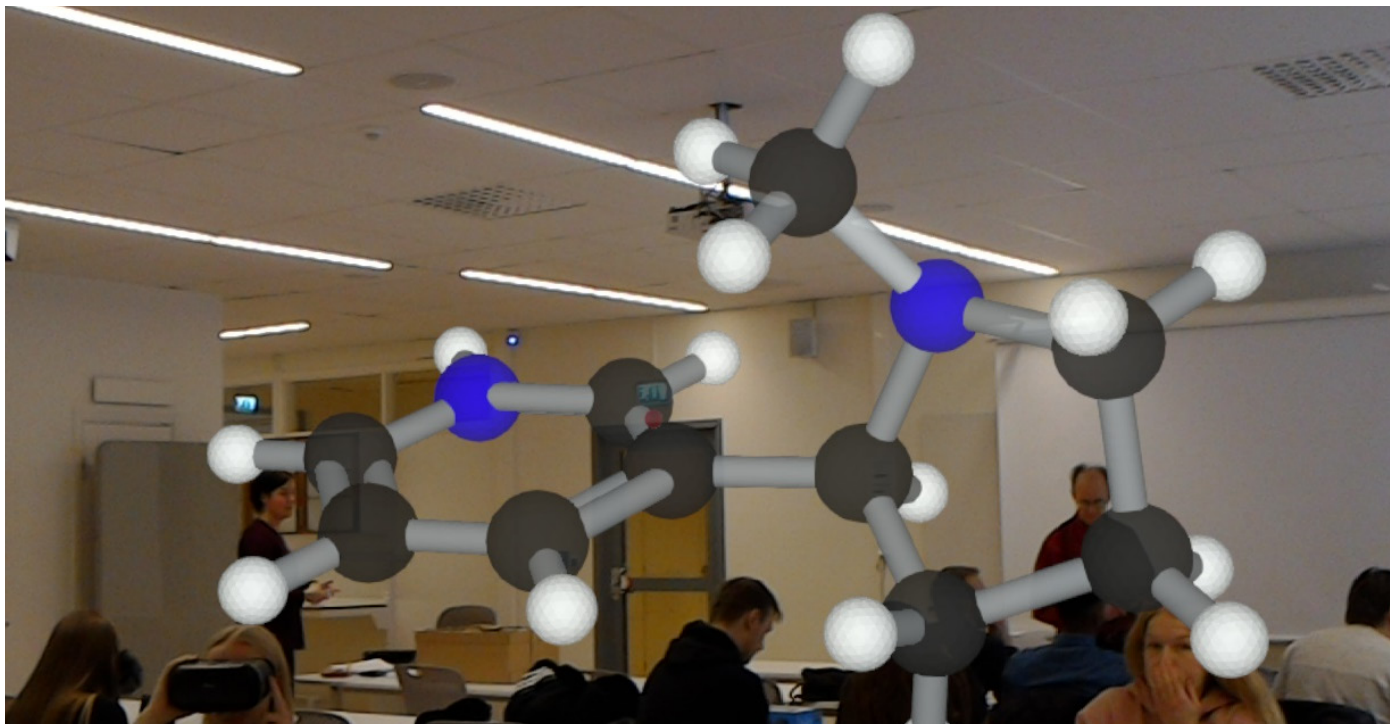


Bild 1: Visualiserad bild av nikotinmolekyl med AR-teknik (en skärmdump av Eva Mårell-Olsson inifrån AR-glasögonen som heter HoloLens).

## Virtual Reality visualiserar kemiska strukturer

För att synliggöra kemiska strukturer i 3D används ofta plastmodeller som eleverna får bygga med, speciellt inom området organisk kemi. I förra informationsbrevet beskrevs detta ”kemi-Lego” och även bakgrunden till varför atomslagen representeras med sina specifika färger. Att elever själva får bygga ihop molekylmodeller för att träna sin spatiala (rumsliga) förmåga, är ett viktigt arbetssätt för att ”lära genom att göra” (eng: *learning by doing*). Utmaningar med plastmodellerna finns förstås, speciellt när större kemiska föreningar som proteiner, DNA eller stora kristallstrukturer ska visualiseras.

Med hjälp av digitala tekniker och verktyg som Virtual Reality (VR) och Augmented Reality (AR), har lärare och forskare vid Umeå universitet under några år arbetat med att hjälpa studenter att se kemi i 3D och även utveckla sin förmåga att växla mellan 2D- och 3D-representationer. I läroböcker presenteras tvådimensionella strukturmodeller, exempelvis Lewisstrukturer eller Fisherprojektioner, vilka kan vara utmanande att tolka. Sedan 2018 har studenter som läst kemi på universitetet därför fått testa digitala metoder som VR och AR, i kombination med de analoga plastmodellerna, för att synliggöra kemien.

VR är en digital teknik där specialglasögon visar projicerade tredimensionella bilder av det som ska studeras. Bara det som visualiseras är synligt för användaren, inget av rummet runtomkring syns. Med AR, som är en mer avancerad teknik, syns även det omgivande rummet tillsammans men den visualiserade bilden, se bild 1. Eftersom AR än så länge är en relativt dyr teknik, har fokus i projektet varit att använda VR, som än så länge är mer lättillgängligt. Till skillnad från det analoga kemi-Legot, finns ingen begränsning i hur stora molekyler som kan visualiseras med hjälp av de digitala teknikerna VR och AR. Strukturer som proteiner kan enkelt synliggöras, även på atomnivå.

I projektet vid Kemiska institutionen på Umeå universitet har bland annat enkla och billiga VR-glasögon använts (till en kostnad av ca 100 kr per glasögon) där en mobiltelefon sätts fast i glasögonen. Via mobiltelefonen visualiseras sedan de tredimensionella molekylmodellerna, se bild 2. Dessa enkla VR-glasögon är dessutom möjliga att desinficera och

har varit användbara under den rådande pandemin utan att riskera smittspridning. Specifika appar för VR-glasögonen kan användas, flera gratisversioner finns där appar till mobiltelefoner kan laddas ned (exempelvis Molecule VR, VR Classroom). Men för att slippa den reklam som gratisappar alltid innehåller, har ett samarbete genomförts med ett svenskt företag, EduChemVR, som programmerat visualiseringar av de strukturer som används i kemikurserna. Visualiseringar av orbitaler, stereokemi och reaktionsmekanismer har varit möjliga att skapa på detta sätt, och framför allt styra så att exakt det som lärarna vill visa kan visualiseras. Med de enkla VR-glasögonen har studenterna styrt visualiseringarna genom att vrida och vända på huvudet och styra en markör för att

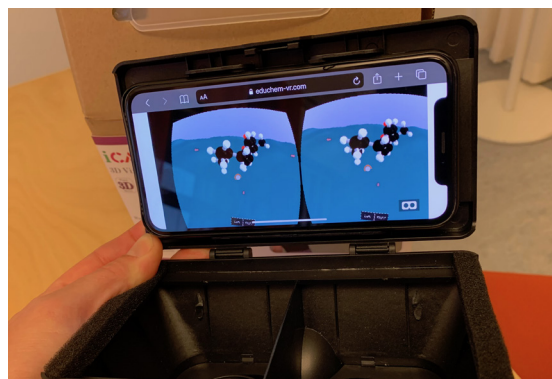


Bild 2: Mobiltelefonen kan användas kopplat till enkla VR-glasögon. (Foto: Karolina Broman)

kunna rotera de kemiska molekylstrukturerna. Men i och med att teknikutvecklingen hela tiden pågår, har nya och mer avancerade VR-glasögon med tiden blivit mer tillgängliga och mer prisvärda. De senaste åren har därför nyare VR-teknik använts i projektet där glasögonen i sig har en dator inbyggd och medföljande handkontroller, vilket gjort att huvudrörelser inte behöver användas för att styra visualiseringen, utan all rörelse styrs med kontroller liknande de som används till spelkonsoler som PlayStation och Xbox. Dessutom har programvaror utvecklats där kemiska strukturer både kan studeras, men också bearbetas och förändras. Med hjälp av VR-glasögonen Oculus Quest och programvaran Nanome (<https://nanome.ai>), går det idag att visualisera många kemiska strukturer på ett enkelt sätt, se bild 3.

Eftersom de mer avancerade VR-glasögonen både är dyrare, men också svårare att använda i och med att vi behövt undvika smittspridning under pandemin, har visualiseringarna hittills hanterats genom att läraren använt de avancerade glasögonen Oculus Quest och sedan streamat den tredimensionella bilden via Zoom (den digitala undervisningsplattform som används av universiteten) till studenternas mobiltelefoner som de, i sin tur, placerat i de enkla VR-glasögonen, se bild 2. På så sätt har studenterna kunnat se kemi i 3D, men tyvärr inte kunnat påverka aktiviteten själva. När studenterna åter är på plats ska de själva få använda de mer avancerade VR-glasögonen och styra över visualiseringarna.

I Nanome-programvaran kan både organiska och oorganiska strukturer visas, atomer kan bytas ut, bindningar kan byggas in eller tas bort, och på så vis kan förändringen av den tredimensionella strukturen studeras. Dessutom kan flera personer samtidigt arbeta med samma molekyl genom att använda Oculus-glasögonen. Antingen kan personer i samma fysiska rum, som i bild 4, visualisera och bearbeta samma



Bild 3: VR-glasögonen Oculus Quest med programvaran Nanome. (Foto: Mattias Pettersson)

molekyl, eller så kan dessa personer befinna sig på olika platser i världen och ändå interagera utifrån samma digitala rum. Detta har medfört att även kemiforskare kan samarbeta globalt och visualisera och arbeta med samma molekylmodell i realtid med hjälp av denna digitala teknik.

Studenterna i projektet har beforskats både med hjälp av enkäter och intervjuer. Resultaten visar att studenterna uppskattar att arbeta med nya tekniker, att de tycker att det är användbart att se kemi i 3D, att det är ett bra sätt att lära sig kemi, samt att kemin på detta sätt uppfattas estetiskt tilltalande.

Av Karolina Broman

För mer information om projektet, se [länk](#) eller kontakta Karolina Broman [karolina.broman@umu.se](mailto:karolina.broman@umu.se)



Bild 4: Flera personer i samma rum använder tekniken. (Foto: Karolina Broman)

# Rudbecksgymnasiets periodiska system

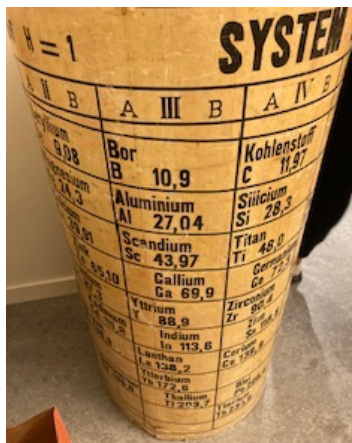


Bild 1: Skolans gamla periodiska system  
(Foto: UlrikaWedding)

På Rudbecksgymnasiet i Örebro finns sedan mycket länge ett gammalt periodiskt system. Den här uppgiften går ut på att jämföra vad man visste om olika grundämnen och deras egenskaper vid olika tidpunkter i historien och utifrån det ta reda på vilket år detta periodiska system är konstruerat.

Allt eftersom nya grundämnen upptäcktes på 1700-talet och framåt och dess atommassor bestämdes uppkom ett behov att systematisera grundämnena. Man upptäckte att vissa hade likartade egenskaper och att det förekom en periodicitet. Därför var det flera personer som försökte ordna grundämnena med olika framgång.

## Uppgift

Studera vilka grundämnen som finns med i Rudbecksgymnasiets periodiska system jämfört med ett modernt periodiskt system. Undersök när grundämnena som saknas upptäcktes. Finns alla ämnesgrupper med? Om inte vad kan det vara för metod som inte fanns tillgänglig när detta periodiska system skapades?

TABELL 1: Innehållet i Rudbecksgymnasiets periodiska system i tabellform.

| Wasserstoff  | H= 1        |             |             |             |             |             |                                |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| A I B        | A II B      | A III B     | A IV B      | A V B       | A VI B      | A VII B     | VIII                           |
| Li<br>7,01   | Be<br>9,08  | B<br>10,9   | C<br>11,97  | N<br>14,01  | O<br>15,96  | F<br>19,06  |                                |
| Na<br>23,00  | Mg<br>24,3  | Al<br>27,04 | Si<br>28,3  | P<br>30,98  | S<br>31,98  | Cl<br>35,37 |                                |
| K<br>39,03   | Ca<br>39,91 | Sc<br>43,97 | Ti<br>48,0  | V<br>51,1   | Cr<br>52,0  | Mn<br>58,4  |                                |
| Cu<br>83,18  | Zn<br>65,10 | Ga<br>69,9  | Ge<br>72,3  | As<br>74,9  | Se<br>78,87 | Br<br>79,76 | Fe Co Ni<br>55,88 58,6 58,6    |
| Rb<br>85,2   | Sr<br>87,3  | Y<br>88,9   | Zr<br>90,4  | Nb<br>93,7  | Mo<br>95,9  |             |                                |
| Ag<br>107,66 | Cd<br>111,8 | In<br>113,6 | Sn<br>118,8 | Sb<br>119,6 | Te<br>125,0 | I<br>126,54 | Ru Rh Pd<br>101,4 102,7 106,35 |
| Cs<br>132,7  | Ba<br>136,9 | La<br>138,2 | Ce<br>139,9 |             |             |             |                                |
|              |             | Yb<br>172,6 |             | Ta<br>182   | W<br>183,6  |             |                                |
| Au<br>196,7  | Hg<br>199,8 | Tl<br>203,7 | Pb<br>206,4 | Bi<br>208,9 |             |             | Os Ir Pt<br>190,3 192,5 194,3  |
|              |             |             | Th<br>231,9 |             | U<br>238,8  |             |                                |



Bild 2: John Daltons periodiska system. (wikimedia commons)

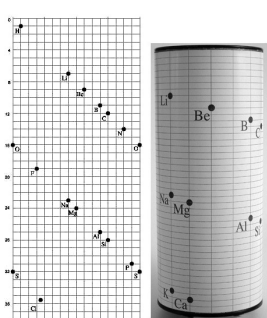


Bild 3: Chancourtois "tellurskriv" (dataphys.org/)

|             | 4 werthig      | 3 werthig     | 2 werthig  | 1 werthig  | 1 werthig     | 2 werthig   |
|-------------|----------------|---------------|------------|------------|---------------|-------------|
| Differenz = | -              | -             | -          | -          | Li = 7,03     | (Be = 9,37) |
|             |                |               |            |            | 16,02         | (14,7)      |
|             | C = 12,0       | N = 14,04     | O = 16,00  | Fl = 19,0  | Na = 23,05    | Mg = 24,0   |
| Differenz = | 16,5           | 16,96         | 16,07      | 16,46      | 16,08         | 16,0        |
|             | Si = 28,5      | P = 31,0      | S = 32,07  | Cl = 35,46 | K = 39,13     | Ca = 40,0   |
| Differenz = | 89,1/2 = 44,55 | 44,0          | 46,7       | 44,51      | 46,3          | 47,6        |
|             |                | As = 75,0     | Se = 78,8  | Br = 79,97 | Rb = 85,4     | Sr = 87,6   |
| Differenz = | 89,1/2 = 44,55 | 45,6          | 49,5       | 46,8       | 47,6          | 49,5        |
|             | Sn = 117,6     | Sb = 120,6    | Te = 128,3 | J = 126,8  | Cs = 133,0    | Ba = 137,1  |
| Differenz = | 89,4 = 2*44,7  | 87,4 = 2*43,7 | -          | -          | (71 = 2*35,5) | -           |
|             | Pb = 207,0     | Bi = 208,0    | -          | -          | (TI = 204?)   | -           |

Bild 4: Lothar Meyers periodiska system. (commons.wikimedia.org)

## Bakgrundsinformation

År 1700 kände man till 15 st grundämnen Fe, Cu, Zn, Ag, Au, Pt, Hg, P, Sn, Pb, As, Sb, S, C. I Mercks periodiska system <https://pse.merckgroup.com/periodic-table> kan du välja "discovery" och få reda på vilka grundämnen som upptäckts vid ett visst årtal.

1803: John Dalton som presenterade en atommodell i början av 1800-talet gjorde ett första försök till periodiskt system (bild 2). Som du ser hade man mätt atommassor, men det innehåller gammaldags symboler för grundämnena.

1862: Alexandre Emile Beguyer de Chancourtois (1820-1886) presenterade en tellurskriv (bild 3). Han utgick från syre med atommassan 16, och ordnade grundämnena i 16 enheter.

1864: Kemisten Lothar Meyer (1830-1895) publicerade också ett periodiskt system (bild 4).

1865: John Newlands ordnade grundämnena i oktaver, som i musiken. Han var den förste som använde begreppet perioder. Det fanns luckor i hans oktaver.

1869 och 1871: Dmitri Mendelejev (1834-1907) lyckades förutse tre grundämnen som ännu var oupptäckta. Han gav dessa hypotetiska grundämnen atommassorna 44, 68 och 72 u. Hans förut-sägelser överensstämde med de verkliga atommassorna 45, 70 och 72 u och därmed fick hans periodiska system ett stort genomslag. De hypotetiska grundämnena heter numera Sc, Ga, Ge.

Ulrika Wedding från Rudbecksgymnasiet i Örebro, har författat övningen inspirerad av de föreläsningar som Mats Johnsson och Gunnar Svensson gav under distanskursen "Grundämnenas upptäckt", på Stockholms universitet 2021.

[Länk till övningen](#) på KRC:s hemsida

# Får man destillera etanol i skolan?

Ganska ofta får vi på KRC frågor från lärare som handlar om etanoltillverkning i skolan. Det korta svaret är nej och detta finns motiverat av nedanstående svar från Folkhälsomyndigheten (3/11-21) och Skatteverket (7/12-21).

## Svar från Folkhälsomyndigheten

Det finns ingen möjlighet att bevilja dispens eller ge tillstånd för en skola att tillverka sprit med stöd av alkohollagen. Att rena sprit betraktas också som tillverkning. Skolan har enbart möjlighet att tillverka sprit med rätt godkännande från Skatteverket. Skolan behöver alltså bli *upplagshavare* eller *skattebefriad förbrukare*. Skolans verksamhet verkar inte passa i de ändamål man kan bli skattebefriad förbrukare för, men det är en fråga som Skatteverket kan besvara. Rent krasst är svaret att skolan inte kan tillverka sprit i ett undervisningssyfte och att det lagligen är svårt att ordna så att skolan får denna möjlighet. Man måste ta kontakt med Skatteverket för att få svar på frågorna om skolan kan bli upplagshavare eller skattebefriad förbrukare för det ändamålet de vill använda spriten till.

## Svar från Skatteverket

Den som är godkänd som *skattebefriad förbrukare* eller som *upplagshavare* har rätt att tillverka sprit enligt alkohollagen. Alkoholskatt ska betalas för sprit som tillverkas. Skattesatsen är för närvarande 516,59 kronor per liter ren alkohol.

Vi anser att tillverkning av sprit i undervisningssyfte, inte är ett sådant ändamål som man kan godkännas som skattebefriad förbrukare för. Mer information om skattebefriade förbrukare på vår webbplats<sup>1</sup>.

Enligt vår bedömning uppfyller en gymnasieskola normalt sett inte förutsättningarna för att kunna godkännas som upplagshavare. Ni hittar mer information om upplagshavare på vår webbplats<sup>2</sup>.



Bild: www.solveco.se

1 <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/edition/2021.16/322046.html>

2 <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/edition/2021.16/322042.html>

**En skattebefriad förbrukare:** är en person (fysisk eller juridisk) som fått ett godkännande av oss att ta emot alkoholvaror utan alkoholskatt från en upplagshavare i Sverige, för att använda till ett skattebefriat ändamål. Ett godkännande förutsätter att den sökande:

1. använder alkoholvaror för de skattebefriade ändamål som anges i 32 § första stycket 4 LAS, och
2. är lämplig som skattebefriad förbrukare med hänsyn till sina ekonomiska förhållanden och omständigheterna i övrigt, 31 e § lagen om alkoholskatt (LAS).

**En upplagshavare:** är en person (fysisk eller juridisk) som fått ett godkännande av oss att yrkesmässigt tillverka, bearbeta, lagra, ta emot eller avsända alkoholvaror enligt ett uppskovsförfarande i ett skatteupplag. Ett godkännande förutsätter att den sökande:

1. bedriver eller avser att bedriva yrkesmässig verksamhet av viss art,
2. är lämplig som upplagshavare med hänsyn till sina ekonomiska förhållanden och omständigheterna i övrigt, och
3. disponerar över ett utrymme i Sverige som kan godkännas som skatteupplag, 9 § LAS.

## Vill du hålla koll på det senaste inom kemi?

Missa inte att man kan teckna en skolprenumeration av [Kemisk Tidskrift](#)\*, som kommer ut med 4 nummer per år. Pris: 450 kr/år. Skolan får den tryckta tidningen skickad till sig och lärare får en PDF-version av tidningen att använda i utbildningen.

\*Tidningen ingår dessutom i medlemskapet i Svenska Kemisamfundet



# Vad är fossilfri stålproduktion?

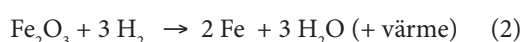
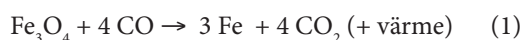


Figur 1: Stålets kretslopp (källa: Jernkontoret)

Att minska utsläppen av växthusgaser är en av vår tids viktigaste utmaningar. Huvuddelen av CO<sub>2</sub>-utsläppen från stålproduktion kommer från den malmbaserade tillverkningen där järnmalm från gruvor omvandlas till järn och vidare till stål. För att minska utsläppen av växthusgaser från stålindustrin till rimliga kostnader behövs nya tekniska lösningar. Sverige ligger i framkanten av denna utveckling, som inbegriper högre andel återvunnen råvara, skrot, och vätgas eller elburen energi. Ett exempel på detta är samarbetsprojektet HYBRIT.

## Ståltillverkning

Stål är en legering som huvudsakligen består av järn och det vanligaste legeringsämnet är kol, men olika metaller är också vanliga. För att tillverka stål behövs därför mycket järn, som finns tillgängligt i form av järnmalm i jordskorpan. När råvaran vid ståltillverkningen är järnmalm, kallas produktionen därför malmbaserad. Det finns flera olika naturligt förekommande järnoxider, exempelvis hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) eller magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). För att kunna producera stål behöver järnoxiden reduceras, alltså att syret behöver avlägsnas från järnoxiden. Det vanligaste är att använda kol eller kolmonoxid, men även vätgas kan användas. Exempel på (redox-)reaktioner:



Eftersom järn är en relativt oädel metall kräver dessa reaktioner mycket energi, även om de är exoterma.

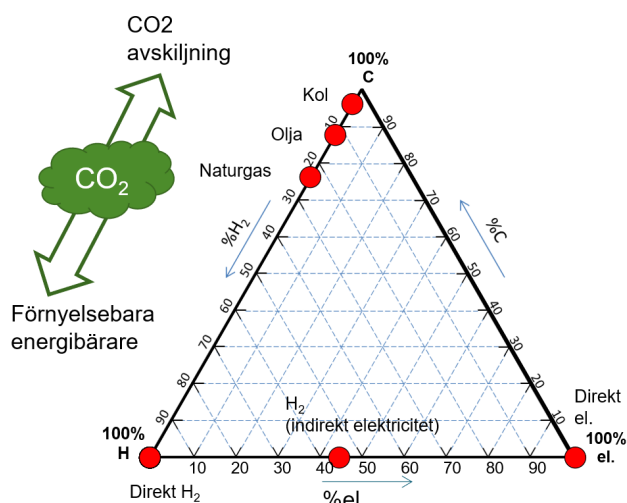
Idag produceras 70 % av allt stål i världen genom masugnsprocessen, med användning av kol och koks (stenkol) för att reducera järnmalmen. Det reducerade och smälta järnet omvandlas till stål genom att inlöst kol i råjärnet renas med hjälp av syrgas (s.k. färsugning). Reduktionen av järnmalmen och färsugning av det inlösta kolet ger upphov till CO<sub>2</sub>-utsläpp. Ett annat exempel på process för ståltillverkning är direktreduktion, där järnmalmen istället reduceras till fast fas. Produkten kan sedan smältas i en s.k. ljusbågsugn.

## Fossilfri stålproduktion

När fossilfri stålproduktion diskuteras handlar det om hur reduktionsprocessen kan göras fossilneutral, hur man kan minska utsläppen av CO<sub>2</sub> trots att man fortsätter använda järnmalm som järnkälla. Det handlar om att hitta andra reduktionsmedel och energibärare än kol. I de fall kolet inte kan ersättas finns möjlighet med förnyelsebara kolbärare alternativt CO<sub>2</sub>-infångning. I figur 2 visas ett trefasdiagram som illustrerar hur olika energibärare kan nyttjas i klimatomställningen.

Historiskt har ett antal förslag utarbetats för att försöka minska CO<sub>2</sub>-utsläppen från malmbaserad ståltillverkning. År 2016 lanserade SSAB, LKAB och Vattenfall ett gemensamt initiativ, HYBRIT, som syftar till att utveckla en direktreduktionsprocess på vätgas i stället för kol (se reaktion 2). Fördelen är att vattenånga bildas i stället för CO<sub>2</sub> från reduktionen. Det reducerade järnet smälts sedan i en ljusbågsugn. För att åstadkomma detta krävs stora mängder el både för produktion av vätgas och för smältning av järnbäraren i ljusbågsugn. Arbetet som bedrivs genom Hybrit development har visat på stor potential för att möjliggöra en framtida fossilfri stålproduktion. Sverige ligger i framkant i denna utveckling där världens första fossilfria stål har producerats och levererat det till kund.

Det finns fler liknande initiativ för att åstadkomma fossilfrihet. I oktober 2020 annonserade ArcelorMittal att man avser producera vätgasbaserad DRI från ett av sina stålverk i Europa. I maj 2021 annonserade H2 green steel (H2GS) planer



Figur 2: Möjligheter att minska CO<sub>2</sub>-emissionerna från industriella processer. För att åstadkomma CO<sub>2</sub>-neutralitet behöver energibärare med hög andel kol (%C) ersättas med energibärare med högre andel väte (%H<sub>2</sub>) eller genom elektrifiering. (källa: artikelförfattaren)

på att bygga ett helt nytt stålverk i Boden i norra Sverige som också ska producera stål med vätgas.

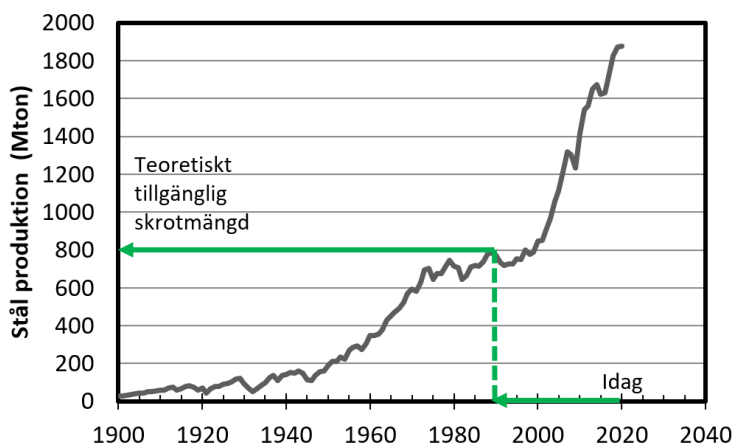
### Järnmalm eller skrot som råvara?

Vid stålframställning används idag två huvudsakliga råvaror, järnmalm och skrot (se figur 3). De största utsläppen av CO<sub>2</sub> kommer från den malmbaserade tillverkningen. Vid elbaserad ståltillverkning med skrot som järnbärare kommer utsläppen huvudsakligen från elproduktionen. I Sverige och Norden är utsläppen från elproduktionen jämförelsevis låga tack vare en stor del förnybar el i form av vatten- och vindkraft. Att övergå till skrotbaserad ståltillverkning skulle alltså ha stora effekter på koldioxidutsläppen i Sverige.

Stålskrot skapas när använda produkter av stål återvinns och recirkuleras. Stål har, liksom de flesta metaller, den positiva egenskapen att det kan återvinnas ett obegränsat antal gånger utan att förlora sina egenskaper. Men eftersom stål används i många olika typer av produkter, alltifrån ståldetaljer i möbler till konstruktionsstål i broar och höghus, varierar tiden innan metallen kommer tillbaka till stålproduktionen. Medeltiden för stålets cirkulation är ca 35 år. En förutsättning för recirkulation är dock att återvinningen kan ske utan att s.k. legerings- och föroreningselement ackumuleras alltför mycket och detta ställer krav på råvarorna som används i stålproduktionen.

Stålproduktion har ökat enormt under de senaste hundra åren (se figur 4). Genom att göra antaganden om stålets livslängd kan man få en fingervisning om den teoretiska tillgången på skrot. År 2020 var ståltillverkningen i världen nära 1878 Mton. Med ett antagande om 30 års medellivslängd på stål (motsvarande 1990 års produktion) skulle tillgänglig skrotmängd för stålproduktion uppgå till ca 800 Mton. Maximal skrotmängd som råvara är således ca 40 %, och år 2020 uppgick ljusbågsugnsbaserad ståltillverkning till cirka 30 %.

Den kraftiga tillväxttakten från 2000 kan kopplas samman med den ökade efterfrågan som uppstått i Asien. Denna utbyggnad har i huvudsak varit masugnsbaserad. Andelen skrot- och malmbaserad ståltillverkning är därför begränsad



Figur 4: Historisk stålproduktion (källa: world steel in figures 2021, World steel association)

av bland annat tillgänglighet på råvaror men också installerad produktionskapacitet.

### Framåtblickar

Ända sedan människan lyckades reducera den första malmen och tillverka jordbruksredskap i järn har järnet varit en viktig resurs för utvecklingen av vårt samhälle. Med utvecklingen av ståltillverkning, nya legeringar och nya innovationer har branschen utvecklats. Stål är ett material som är viktigt för vårt samhälle, som vi behöver för utveckling och som vi alla använder dagligen. Det finns knappt någon produkt som inte innehåller stål eller är tillverkat av ett verktyg som innehåller stål och därför kommer det fortsätta vara ett viktigt material för utvecklingen av vårt samhälle. Detta kräver dock att vi bemästrar de utmaningar som är förknippade med ståltillverkning. För att möta dagens klimatproblematiken behöver industrin övergå till mer hållbar produktion som storskalig reduktion av järnmalm med vätgas eller att skilja av CO<sub>2</sub> från processerna. Industrin är i allra högsta grad involverad i att hitta lösningar för framtiden.

Av Mikael Larsson

[mikael.larsson@swerim.se](mailto:mikael.larsson@swerim.se)

Adjungerad professor,

Affärsområdeschef Metallurgi

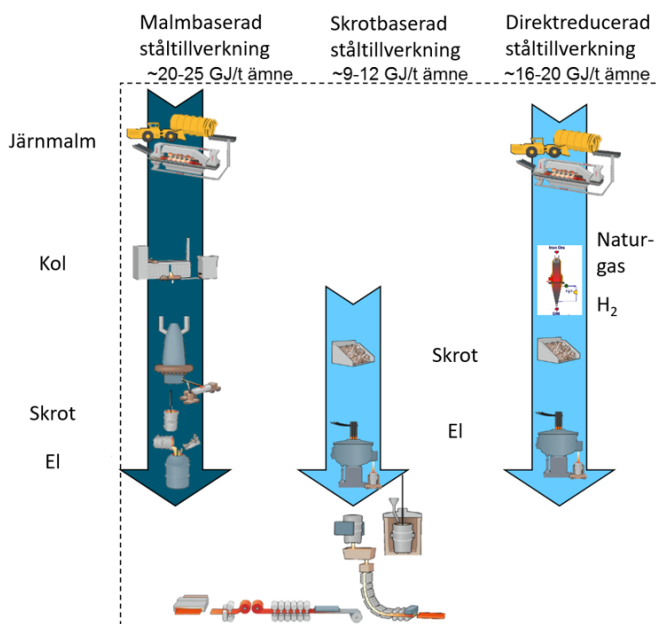


(Foto: privat)

### Mer information

- [www.hybritdevelopment.se](http://www.hybritdevelopment.se)
- [Din Kemi](#): (Samhälle/Malm och mineraler)
- <https://www.volvogroup.com/se/news-and-media/news/2021/oct/news-4088343.html>

Den 8 februari kommer Mikael ge ett webinarium på temat fossilfritt stål. [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se)



Figur 3: Processvägar för stålproduktion (källa: artikelförfattaren)

# Nordiska myter på teaterscenen

*I teaterföreställningen "Kväden, väsen, völvor och vidunder" som bygger på historier från den isländska "Eddan" vill Cirkus Tigerbrand visa hur kulturen och naturvetenskapen kan mötas. Danny Eriksson som är en av medlemmarna i teatergruppen berättar om varför kemin är en viktig del av deras föreställning.*

Att söka förklaringar kan ses som ett tema oavsett om man levde på vikingatiden eller är en modern forskare. I den nordiska mytologin liksom i den grekiska mytologin var myterna ett sätt att försöka förstå och personifiera naturen och olika naturfenomen. Vi försöker fortfarande förstå världen omkring oss. Kemin som vetenskap har gett människan mycket kunskap.

I den nordiska mytologin var också magin viktig och det vill vi lyfta fram i vår pjäs, berättar Danny Eriksson. Vi använder kemin och utnyttjar våra kemikunskaper, bland annat med *nikt* som vi antänder under föreställningen. Hur kan lite sporpulver plötsligt bli ett hotande moln av eld? Det kan upplevas som magiskt fast en kemist vet vad som sker. Brännbart material antänds och brinner snabbare ju mer finfördelat det är.

Humor, konst och teater kan främja det naturvetenskapliga lärandet. Det kanske kan få oss att bli mer kreativa att tänka



Frigg söker efter Tökks tårar (Foto: Lars Eriksson)

Teatergruppens hemsida: [www.tigerbrand.se](http://www.tigerbrand.se)  
eller kontakta: [cirkustigerbrand@telia.com](mailto:cirkustigerbrand@telia.com)

Mer spännande och magiskt från KRC:

[Kemihistoriska tablåer](#)  
[Harry Potter-kemi](#)  
[Pulver som brinner](#)



Nikt används under föreställningen (Foto: Lars Eriksson)

mer "utanför lådan". Danny Eriksson tycker att kulturen och vetenskapen behöver mötas. Musik och matematik är ett bra exempel på detta. Många Nobelpristagare har berättat hur insikten av deras upptäckter ibland har kommit oväntat i helt andra sammanhang än på forskningslabbet.

Människan har i alla tider skapat myter och utmärkte sig i ett mycket tidigt skede genom att tänka tankar som sträckte sig bortom vardagens erfarenheter.

*Vi är meningssökande varelser och har förmågan att tänka och uppleva sådant som vi inte kan förklara rationellt. Vi äger fantasi, som gör att vi kan föreställa oss saker och händelser. Ofta avfärdar vi idag det mytiska tänkandet som något irrationellt och oseriöst. Men fantasin är också den förmåga som får vetenskapsmännen att finna ny kunskap och teknik.* (hämtat från föreställningens turnéblad)

Elevernas förmåga att engagera sig för historien förstärks av kemiexperimenten. De kan få en känsla av att magin, trolldomen och sökandet efter sanningen sker just här och nu med kemins hjälp. Föreställningen riktar sig till åldrarna 7-12 år och Cirkus Tigerbrand kommer att turnera i hela landet med föreställningen som kan anpassas så att den får plats i ett klassrum eller mindre scenutrymme.

Av Cecilia Stenberg



Loke lurar Höder skjuta giftig mistel (Foto: Lars Eriksson)

# Teknikåttan förnyar sig

Teknikåttan är en tävling i NO, teknik och matematik som riktar sig till skolor i hela landet. Tävligen som har funnits sedan 1993 förnyar sig nu genom att frågorna i årets kvaltävling presenteras i en film som läraren visar för klassen under lektionen. Filmen tar med eleverna på en visuell resa, där de ställs inför olika problem. Genom att visa upp frågorna i en verklig miljö vill Teknikåttan visa på hur kemi, biologi, fysik, teknik och matematik finns runtomkring oss hela tiden.

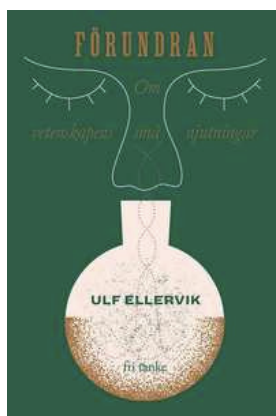
Eleverna svarar som vanligt individuellt genom en inloggning på dator. Efter att rätt svar publicerats följer en film med rätt svar på frågorna som läraren kan titta

på med klassen. De bästa klasserna går vidare till regiontävling på närmaste högskola eller universitet. Där tävlar klassen om en plats i rikstävlingen på Linnéuniversitetet i Växjö.

Teknikåttan bjuder finalisterna på resa, boende och lunch. Segrande klass i riksfinalen vinner sammanlagt 30 000 kronor. Alla delar av tävlingen i Teknikåttan kopplar mot läroplanen och frågorna samt klassuppgiften är konstruerade av forskare och lärare från svenska lärosäten.

Sista dag för anmälan till tävlingen är den 25/1. Det görs på [www.teknikattan.se](http://www.teknikattan.se), eller scanna QR-koden nedan.

Är du nyfiken och vill testa din klass finns quizfrågor på Teknikåttans hemsida. I december publiceras Luciafrågor som har lite extrafokus på kemiämnet! <https://www.teknikattan.se/tidigare-tavlingsfragor/>



## Bokrecension

**Förundran** av Ulf Ellervik, Fri Tanke förlag, 2021

Formatet på den här boken är mycket mer anspråkslöst än Ellerviks tidigare böcker. Det är en sorts dagbok om Ellerviks väg till att bli forskare i bioorganisk kemi och hur det är att vara forskare. Han zoomar in på specifika delar av sitt arbete, som att formulera en hypotes, att kristallisera, destillera och tillfredsställelsen i att lyckas tolka ett NMR-spektrum för att kunna namnge en ny substans. Om att vänta, misslyckas och försöka igen. Vi får en inblick i olika akademiska milstolpar; att studera, doktorera, delta i forskningskonferenser, promoveras och undervisa. Som en röd tråd i berättelsen finns Ellerviks relation till sin handledare, med ett akademiskt stamträd som går att härleda ända till Berzelius. Förutom ett intressant och fint formulerat innehåll är boken snyggt förpackad.

Av Jenny Olander

## Webbtidningen Extrakt populärvetenskap med fokus på hållbarhetsfrågor

*Tidigare har man trott att PFAS som hamnar i havet stannar där, men nu visar forskning från Stockholms universitet att det inte stämmer. Och hur är det med hormonstörande ämnen, kan det öka risken för havandeskapsförgiftning? Det har forskare vid Lunds universitet nu tagit reda på.*

Det här är exempel på nyheter, som du kan läsa mer om i webbtidningen Extrakt, som ges ut av forskningsrådet Formas. Det är en tidning för den som vill ha mer kunskap om vad som händer inom hållbarhetsforskningen. Extrakt vill med populärvetenskaplig journalistik lyfta fram hur forskning kan bidra till att lösa samhällsutmaningar. Alla artiklar hittar du på [extrakt.se](http://extrakt.se). Det går också att prenumerera på Extrakts nyhetsbrev, helt gratis!

extrakt

Ämnen Nyhetsbrev Om Extrakt



### Nya upptäckter om miljögifters spridning

Tidigare har man trott att en viss typ av kemikalier, PFAS, som hamnar i havet stannar där men nu visar forskning från Stockholms universitet att det inte stämmer. Experiment i labb avslöjar att de kemiska ämnena kan spridas vidare från vatten till luft.



### Inga tydliga samband mellan miljögifter och havandeskapsförgiftning

För nästan fyra år sedan rapporterade Extrakt att forskare skulle ta reda på om hormonstörande ämnen kunde öka risken för havandeskapsförgiftning. Men hur gick det sen? Gladjanke nog fann forskarna inga samband mellan miljögifter och havandeskapsförgiftning.



KRC-tipset



Returadress: KRC, MND, Stockholms Universitet, 10691 Stockholm

# Kalendarium

| När?      | Vad?                                                                                                                                                                        |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25/1      | Sista dagen för att anmäla sig till "Zooma med en doktorand"                                                                                                                |
| 8/2       | Webbinarium om fossilfri stålproduktion*                                                                                                                                    |
| 9/2       | Kemiolympiaden – prov omgång II Anmäl på <a href="http://www.kemiolympiaden.se">www.kemiolympiaden.se</a>                                                                   |
| 15/2      | NO-kursdag i Stockholm, s. 3                                                                                                                                                |
| 17/2      | NO-kursdag i Umeå, s. 3                                                                                                                                                     |
| 22/2      | Säkerhetskurs med KRC i Östersund*                                                                                                                                          |
| 7/3       | Säkerhetskurs med KRC i Lund*                                                                                                                                               |
| 8/3       | NO-kursdag i Lund, s. 3                                                                                                                                                     |
| 15/3      | NO-kursdag i Uppsala, s. 3                                                                                                                                                  |
| 10-12/3   | SciFest – digital vetenskapsfestival anordnad av forskare i Uppsala, delvis digital, <a href="http://scifest.se">scifest.se</a>                                             |
| 17/3      | Webbinarium med KRC om ansvarsfördelning kring kemisäkerheten i skolan*                                                                                                     |
| 25/3      | Säkerhetskurs med KRC på Universeum i Göteborg, *                                                                                                                           |
| 1-2/4     | Fortbildningsdagar för kemilärare i Umeå, <a href="http://natkomkemi.se/fortbildningsdagar-for-kemilarare-2/">http://natkomkemi.se/fortbildningsdagar-for-kemilarare-2/</a> |
| 26/4      | Webbinarium om plaståtervinning*                                                                                                                                            |
| ?         | Digital säkerhetskurs med KRC, datum är inte fastställt än.*                                                                                                                |
| 2-13/5    | Vetenskapsfestivalen i Göteborg, <a href="http://vetenskapsfestivalen.se">vetenskapsfestivalen.se</a>                                                                       |
| maj       | Anmälan för att få årets Kemins Dag-paket, <a href="http://ikem.se/ikem-skola/kemins-dag/">ikem.se/ikem-skola/kemins-dag/</a>                                               |
| augusti   | Anmälan för deltagande i EOES-provet, <a href="http://eoes.se">eoes.se</a>                                                                                                  |
| september | Forskarfredag över hela Sverige, <a href="http://forskarfredag.se">forskarfredag.se</a>                                                                                     |

\*Mer information hittar du på [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se)

## Hur går det till att zooma med en doktorand?

Under vårterminen 2022 erbjuder sig doktorander från lärosäten i Umeå, Stockholm, Lund, Luleå och Göteborg att zooma in till gymnasieklasser. Nytt för i vår är att vi har bett alla doktorander att göra en "rundtur" på sin arbetsplats.

Doktoranden zoomar in till ditt klassrum, presenterar sin forskning och gör en digital rundtur på sitt eget labb eller vid sin egen dator för att ge en bild av hur forskningen går till i praktiken. Hen berättar om möjliga utbildningsvägar på sitt lärosäte samt svarar på dina elevers frågor. Besöken görs av forskarstuderande från hela världen och därför sker de flesta av dem på engelska.

När anmälan har stängts (sista dag 25/1) fördelas besöken och senast 15 februari får du en bekräftelse. Därefter kontaktas du av den forskarstuderande (doktoranden) för att planera besöket som ska ske under vårterminen. Doktoranderna tycker att projektet är roligt men utmanande, eftersom de flesta är ovana att presentera sin forskning för elever. Ett tips är att boka ett möte med doktoranden för att prata om elevernas förkunskaper, komma överens om vilka begrepp du kan ta upp i klassrummet i förväg och vilka begrepp doktoranden tar upp. Inför mötet får du, efter överenskommelse med doktoranden, en Zoom-länk till det digitala mötesrummet. Anmälan görs senast 25/1 på KRC:s hemsida under [evenemang](#).

