

Hurra! Periodiska systemet fyller 150 år

# Kemisk tidsskrift

N<sup>o</sup>1  
2019

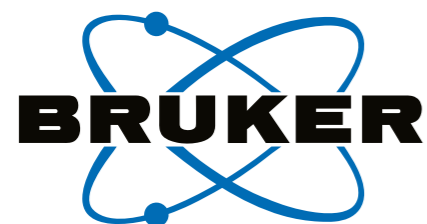
Öppna  
dörrar med kemiska  
reaktioner

## Kryptera med molekyler



+  
Astra Zenecas nya fabrik  
Origami med DNA / Plan S  
Nästa generation batterier

Thank you  
to our sponsors  
**Annual symposium 2019:  
Ion Mobility and New Ionization Methods**



**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

**Waters**  
THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™



### Signaler

- [6](#) "Periodiska systemet är en ikon." GE säljer i Uppsala.
- [7](#) Ligninolja ska förädlas till bensin.
- [8](#) Gör origami med DNA.
- [10](#) Säkrare kryptering med molekyler.
- [12](#) Kemin i Lund flyttar ut till Max IV. Berzeliusdagarna lockar kemister.

### Krönika

- [13](#) Pernilla Wittung Stafshede: "Plan S är ett livsfarligt experiment."

### Framtidens batterier

- [14](#) Fler alternativ än litium.

### Biologiska läkemedel

- [18](#) Kemisk Tidskrift har besökt Astra Zenecas nya fabrik som nu trimmas in.
- [23](#) "Sverige flåsar USA och Kina i nacken."

### Periodiska systemet

- [24](#) Periodiska systemet – en klassiker i klassrummet.
- [28](#) Störst men inte först: Periodiska systemet var inte en plötslig snilleblix av Dmitrij Mendelejev.

### Läsvärt

- [30](#) Ett styvmoderligt behandlat kulturarv.
- [31](#) Martin Ragnar: "Min dröm är att beställa en stor svag."

### Karriär

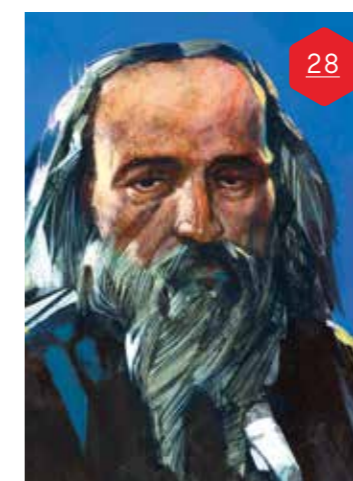
- [32](#) Johan Widheden till Världsnaturfonden.
- [33](#) Avhandlingen: Modifierad Zeolit adsorberar koldioxid bättre.

### Till sist

- [34](#) Hur många nya ämnen upptäckte egentligen Carl Gustav Mosander?

### Medlemssidan

- [35](#) Följ med till kulturarvet Ytterby gruva!





## Ledare

# Vi har flyttat, välkomna till nya Kemisk Tidskrift!

**N**io månader har det tagit. Det har varit en spännande och utmanande process, många möten i olika konstellationer, många viktiga beslut och mycket att tänka på. Inte helt olik vilken byggprocess som helst. Alla lister och krokar var inte helt på plats vid den förhandsvisning chefredaktör Siv Engelmark bjöd mig på häromdagen, men jag kände mig omedelbart hemma. Både formspråk och innehåll är tilltalande och väcker min nyfikenhet.

Sedan 2015 har vi omformulerat Kemisamfundets vision, reviderat våra stadgar, strukit två bokstäver i föreningsnamnet, bytt logga och byggt en ny hemsida. Det senaste steget i vårt strategiska arbete är ett språng från oj till wow: Kemisk Tidskrift är nu helt vår egen, med ny chefredaktör och hos nytt förlag efter att i många år varit en produkt som av förlaget kombinerats med två ytterligare utgivningsbevis.

**UNDER 2019 FIRAS** det periodiska systemet. Ett viktigt bygge som inte var färdigt när det presenterades för 150 år sedan, som hjälper oss att strukturera en mängd information och som fortfarande kan byggas på om/när fler godkända grundämnen upptäcks. Läs mer i Anders Lennartssons och Anders Lundgrens historiska återblickar, samt i Karolina Bromans artikel om periodiska systemet i utbildningen.

Under året arrangeras många aktiviteter. När detta skrivs är planeringen i en intensiv slutfas för två dagar i Vaxholm med anledning av att Ytterby gruva (nio grundämnen!) fått utmärkelsen "Historical landmark" av den europeiska paraplyorganisationen för kemisamfund. En vecka senare ger sektionen för organisk kemi endagsmötet "Base metal catalysis" i Lund. Det är bara två exempel av allt som är på gång – följ med på [iypt2019.se](http://iypt2019.se)

Grundämnen i all ära, det som gör kemi spännande och viktigt är allt man kan lära sig exempelvis om hur världen fungerar in i minsta detalj, allt man bygga (till exempel batterier), eller att en klass laboratoriebyggda organiska molekyler kan utnyttjas för textkryptering.

**TILL SIST:** Det byggs för kemisk industri i Sverige, till exempel den fabrik för biologiska läkemedel som Kemisk Tidskrift besökt. Det är en positiv utveckling som inte har föranlett några stora rubriker. Annat var det vid neddragningarna inom samma företag för några år sedan ...

Helena Grennberg är ordförande i Svenska Kemisamfundet och professor i kemi vid Uppsala universitet.



Respons:  
[helena.grennberg@kemi.uu.se](mailto:helena.grennberg@kemi.uu.se)

## Kemisk Tidskrift

ges ut av Svenska Kemisamfundet med 4 nr/år

### Adress:

Kemisk Tidskrift  
Svenska Kemisamfundet  
Wallingatan 24, 3 tr  
111 24 Stockholm  
[www.kemisamfundet.se](http://www.kemisamfundet.se)

### Chefredaktör:

Siv Engelmark,  
Vetenskapsmedia,  
[siv.engelmark@vetenskapsmedia.se](mailto:siv.engelmark@vetenskapsmedia.se),  
070-560 02 14

### Ansvarig utgivare:

Agneta Sjögren,  
Svenska Kemisamfundet,  
[agneta.sjogren@kemisamfundet.se](mailto:agneta.sjogren@kemisamfundet.se),  
070-811 52 60

### Grafisk form:

Agnes Dunder,  
Content Innovation, [ci.se](http://ci.se)

### Språkgranskning:

Lili Guggenheimer

### Annonsansvarig:

Agneta Sjögren, agneta.sjogren@kemisamfundet.se  
070-811 52 60

### Produktion:

Vetenskapsmedia i Sverige AB  
Valhallavägen 117 F  
115 31 Stockholm

[jonas@vetenskapsmedia.se](mailto:jonas@vetenskapsmedia.se)  
[www.vetenskapsmedia.se](http://www.vetenskapsmedia.se)

### Redaktionsråd:

Ordförande: Ulla Nyman, IKEM; Daniel Brandell, Uppsala universitet; Leif Jönsson, Umeå universitet; Sven Järrås, KTH; Anna Kärrman, Örebro universitet; Olle Mattsson, Uppsala universitet; Oleg Palalic, Chalmers och Perstorp; Petter Persson, Lunds universitet; Henrik Sundén, Chalmers.

**Omslag:** Amanda Berglund.

**Tryck:** Pipeline Nordic.

**Upplaga:** 3 500.

Kemisk Tidskrift är medlems-tidning för Svenska Kemisamfundet. Följ @kemisktidskrift på Facebook, Twitter och Instagram.

 Vetenskapsmedia

 SVENSKA KEMISAMFUNDET  
The Swedish Chemical Society

FOTO: PERNILLA SJÖHOLM

# Oorgan 2019

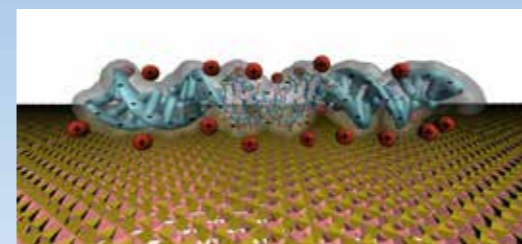


## INORGANIC DAYS in Sweden 2019

June 12-14 in Umeå

### Focus areas

- Coordination and bio-inorganic chemistry
- Materials chemistry and catalysis
- Molecular inorganic chemistry
- Technical and industrial chemistry
- Inorganic environmental (geo)chemistry
- Batteries and renewable energy
- X-ray and neutron methods
- Nanomaterials, films, surfaces & interfaces



### Invited speakers

- Heather Allen (Ohio State University, USA)
- Liane G. Benning (GZF-Potsdam, Germany)
- Ian C. Bourg (Princeton University, USA)
- William Casey (UC Davis, USA)
- Mari-Ann Einarsrud (NTNU, Norway)
- Sofi Jonsson (Stockholm University, Sweden)
- Christine McKenzie (U. South Denmark)
- Dirk Rudolph (Lund University, Sweden)
- James Rustad (US Department of Energy, USA)
- Eric Scerri (UCLA, USA)
- Ann Terry (Lund University, Sweden)
- Lars Öhrström (Chalmers, Sweden)

### 6 Keynote Lectures on

- 2019 International Year of the Periodic Table
- Inorganic processes in nature
- Views from the U.S. Department of Energy

visit us at

[www.oorgan.se](http://www.oorgan.se)

Registration Deadlines April 12 (Early Bird) May 1 (Oral submission) May 12 (Poster submission)





150  
PERIODISKA SYSTEMET 1869-2019

## ”Periodiska systemet är en ikon”

Årets jubileum ger många möjligheter att lyfta kemi.

I ÅR ÄR DET 150 ÅR sedan Dmitrij Mendelejev presenterade sitt första periodiska system. Det har fått FN att utse 2019 till periodiska systemets år.

– Det ger en möjlighet att tala om kemi. 2011 var kemins år, men detta är mer specifikt. Periodiska systemet är en ikon som människor känner igen.

Fler har periodiska systemet som hobby än kemi, säger Lars Öhrström, som är professor i oorganisk kemi vid Chalmers.

– Nu får vi möjligheter att prata om oorganisk kemi, hållbar utveckling, resursanvändning, mobiltelefoner, batterier, magneter till vindkraftverk, säger han.

Periodiska systemets betydelse är stor ännu ett och ett halvt sekel efter lanseringen, inte minst som pedagogiskt verktyg.

– Det finns omkring 90 naturliga grundämnen, som måste organiseras för att man ska få ett grepp om dem. Vi kan se liknande egenskaper och gemensamma tillämpningar för grundämnen i samma grupper. Det finns dolda egenskaper, trender, som hur atomernas storlek, elektronegativitet och så vidare ändras, säger Lars Öhrström.

Han är svensk representant i den internationella kemiunionen IUPAC, som tillsammans med några andra internationella vetenskapliga organisationer fick FN att utse 2019 till periodiska systemets år. Öppningsceremonin hölls i FN-organisationen Unescos högkvarter i Paris i januari. Och det är en pigg 150-åring som firas.

– Det tillkommer ständigt nya aspekter, som vilka ämnen som finns på vår jord och hur vi använder dem. Det tillkommer nya grundämnen. Nu jobbar forskare med 119 och 120 men ännu finns det inga lyckade experiment, säger Lars Öhrström.

**JUST HUR MAN** ska arbeta med att syntetisera grundämnena 119 och 120 berättade den ryske forskaren Sergeij Dmitriev om under den svenska invigningen, som gjordes i samarbete med den ryska ambassaden.

Under året kommer det att hållas ett antal internationella och lokala arrangemang. IUPAC, universitet och andra organisationer har på sina webbplatser lagt ut material med anknytning till periodiska systemet. Du kan till exempel testa din allmänbildning i kemi med IUPAC Periodic Table Challenge.

Det är dock inte nog med detta jubileum. I år firar också IUPAC jämnt. Unionen bildades i Paris 1919 och det är också där som hundraårsjubileet kommer att firas i sommar. ◦

Läs mer om periodiska systemet på sidorna 24–29 och 34.

## GE Healthcare säljer i Uppsala

GE Healthcare säljer en del av sin verksamhet till amerikanska Danaher. Affären berör 1 600 anställda i Sverige. Här tillverkar företaget kromatografi-produkter som används vid rening av biologiska läkemedel. Verksamheten har funnits sedan 1950-talet men bytt ägare ett antal gånger. GE köpte den av brittiska Amersham 2004, som sju år tidigare köpte den av Pharmacia Biotech.

– Vi har haft ett antal olika ägare men har fortsatt att växa och vara ett starkt företag. De föreslagna nya ägarna fokuserar på vår bransch. Vi fortsätter som en fristående verksamhet under Danahers life science-division, säger Lotta Ljungqvist, som är vd för GE Nordic region.

Affären på totalt närmare 200 miljarder svenska kronor väntas bli klar senare i år. Lotta Ljungqvist ser inte att den innebär någon risk för verksamheten i Sverige.

– Vi är mitt i en stor investering som ska rusta oss för framtiden. GE har satsat två miljarder kronor för att under fem år bygga ut produktionen för kromatografgeler. Marknaden för biologiska läkemedel växer och vi behöver öka produktionen för att möta efterfrågan, säger hon.

# 4

MILJONER METER

Så mycket borrhärlor (från fler än 18 000 borrhål) ryms i Sveriges geologiska undersökningars nya borrhärlarkiv i Malå. Borrhärlorna gör det möjligt att studera olika geologiska objekt utan att behöva borra.

FOTO: PERNILLA SJÖHOLM

## ”Ligninoljan ska förädlas till bensin”

Hallå där Lars Stigsson, kemiingenjör och serieentreprenör, vars senaste projekt just nu testas i pilotskala i ett svenskt massabruk.

**Vad handlar det om?**

– Det är en process för att tillverka bio-bensin från svartlutslignin, en av de största restprodukterna från skogsindustrin. Jag har utvecklat processen tillsammans med två forskare vid Lunds tekniska högskola. Vi tror att den kanske kan komma upp i full skala redan nästa år.

**Hur ser era planer ut?**

– Vår idé är att av lignin tillverka ligninolja som sedan ska skeppas vidare till ett petroleumraffinaderi, där den förädlas till bensin. För fem år sedan grundade vi Sun Carbon för att kommersialisera idén.

– I fjol infördes reduktionsplikt som tvingar leverantörer av fossila bränslen att blanda in en viss kvot biobränsle. Det gäller fordonsbränslen men kan komma att gälla också för flygbränsle. Reduktionsplikten ökar efterfrågan och öppnar nya möjligheter för vår process.

**Du äger också textilfiberföretaget Tree to Textile tillsammans med HM, Ikea och Stora Enso. Vad skiljer er textilfiber från viskos?**

– Vi har utvecklat en ny process för att tillverka textilfibrer av cellulosa, som är mer miljöanpassad och kostnadseffektiv än den traditionella viskosprocessen. Vi återvinner processkemikalierna och använder inte giftigt koldisulfid.

**Stora Enso kom nyligen in i bolaget. Vad betyder det för företaget?**

– De är specialister på cellulosaaprocessen från ved till fiber och har erfarenhet

**Lars Stigsson**

Kemiingenjör och entreprenör som har startat fyra företag baserade på råvara från skogen.



FOTO: MARIA FÄLDT

av att skala upp processer, vilket är nästa steg för Tree to Textile. Nu täcker vi hela värdekedjan från träd till butik.

**Bioraffinaderiet Sunpine, som du var med och grundade 2006, omsätter i dag över en miljard. Hur stort är detta i jämförelse?**

– Det går inte att jämföra. Det är helt olika typer av business. Sunpine begränsas av tillgången på råvaran tallolja. Det kan inte bli så många fler fabriker än i dag. Marknaden för textilfiber är jättestor sett både till volym och ekonomisk potential. Vår fiber kan ersätta en del av dagens viskos och även bomull. Men ännu återstår till exempel att demonstrera processen i industriell skala.

**Vi måste också nämna Chemrec – företaget du startade redan 1988. Där var idén att omvandla svartlut – en restprodukt från massabrukens sodapanor – till dieselbränslet dimetyleter.**

– Chemrec var min baby en gång. Det växte och stannade plötsligt av. I dag ägs produktionsanläggningen i Piteå av Luleå tekniska universitet som försöker få liv i den. Skärbrännarna är farligt nära men det vore jätteroligt om tekniken kunde överleva och kommersialiseras, nu när de ekonomiska och miljöpolitiska förutsättningarna äntligen är på plats, såväl nationellt som på EU-nivå. ◦



## Gör origami med DNA

DNA-origami är ett sätt att bygga saker av DNA. Korta DNA-trådar designas så att de fäster vid en längre DNA-tråd och viker ihop den. På så sätt bildas små nanostrukturer av DNA, som kan användas för att undersöka exempelvis immunsystemets molekyler på ett helt nytt sätt.

Björn Högberg, professor vid Karolinska institutet, har tillsammans med kolleger i Oslo använt de små nanostrukturerna som en byggnadsställning för att sätta antigener (röda på bilden) på.

De har sedan undersökt hur immunförsvarets antikroppar (blå) binder till antigenerna. På så sätt har de kunnat visa att det är exakt 16 nanometer som är det bästa avståndet mellan antigenerna, för att få den starkaste bindningen till antikroppars båda armar.

Resultatet, som publicerats i den vetenskapliga tidskriften *Nature Nanotechnology*, kan komma att användas till exempel för att bättre förstå immunförsvarets svar på infektioner eller för att designa bättre antikroppar för immunterapi vid till exempel cancer.

**Prisad!**  
I mars fick Björn Högberg Göran Gustafssonpriset i kemi för sitt arbete med DNA-origami.

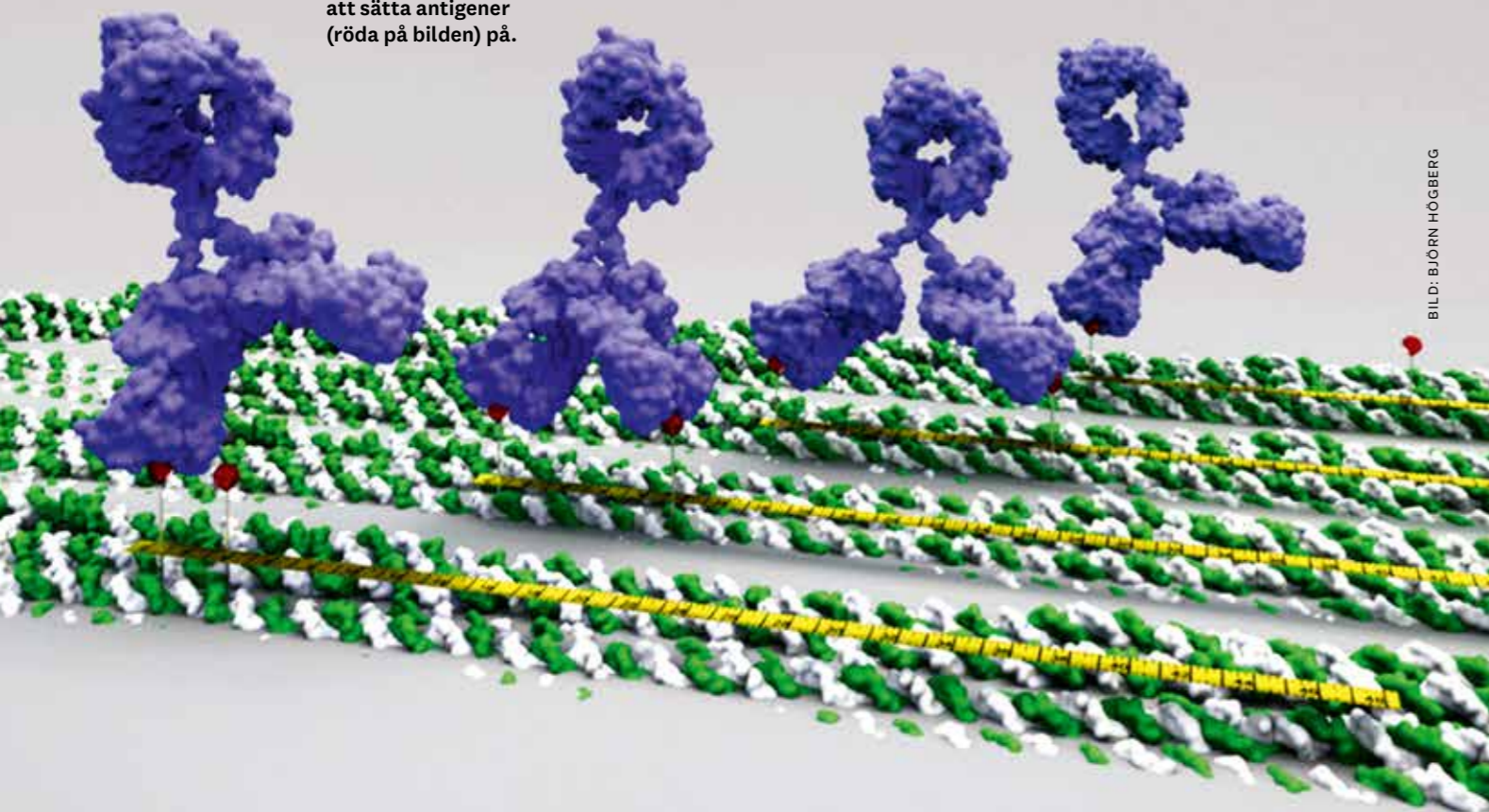


BILD: BJÖRN HÖGBERG

Kristina Edström är professor i kemi vid Ångströmlaboratoriet.



## Jättesatsning på forskning om batterier

Uppsalaforskare tar fram en guide för framtiden.

**EU GÖR EN** stor satsning på forskning för framtidens batterier. I ett första steg ska ett förslag på ett långsiktigt forskningsprogram tas fram. Satsningen kallas batteri 2030+ och leds av Kristina Edström,

som är professor i kemi vid Ångströmlaboratoriet.

– Vi ska ta fram en tydlig guide för hur man med långsiktig forskning kan skapa framtidens batterier med ultrahög kapacitet. De ska vara smarta, ha hö-

gre energiinnehåll, längre livslängd och liten miljöpåverkan, säger hon.

Konsortiet hon leder har redan identifierat några saker som måste snabbas på. Det handlar om att utveckla nya batterimaterial som är effektivare än dagens, liksom sensorer som har koll på oönskade reaktioner i batterierna. EU utlyser därför redan i juni motsvarande över en halv miljard kronor (50 miljoner euro) som ska gå till olika batteriforskningsprojekt.

– Vi kickstartar, säger Kristina Edström.

Nya batterimaterial kan exempelvis vara självhelande, vilket är intressant speciellt för gränzytor där det kan ske oönskade reaktioner. Ett annat sätt är att skydda de utsatta ytorna bättre. För att se hur det kan göras sneglar konsortiet på läkemedelsutvecklare.

– Vi ska lära av hur man inom läkemedelsformulering packar in och skyddar verk samma substanser. Men vi ska också titta på AI, robotik och maskininlärning.

**I ARBETET MEDVERKAR** universitet, forskningsinstitut och företag. Totalt är det 17 deltagare från nio olika europeiska länder. Första mars nästa år ska de ha levererat en guide. Förhoppningen är att det långsiktiga program som sedan klickar igång ska leda från Uppsala.

– EU ska utlysa möjligheter att styra tre år till. Jag kommer att söka det, säger Kristina Edström. ◦

## Plasten ska bort från haven

**Närmare 30 företag som bland annat tillverkar och återvinner plast går nu samman för att minska avfallet.**

– Alla är medvetna om att plast har blivit ett världsproblem. Som tillverkande industri vill vi ta vårt ansvar. Plast är ett bra material, som kan användas inom sjukvården eller för att förlänga hållbarheten i livsmedel. Men det ska absolut inte hamna i naturen. I världshaven får djuren i sig det, säger Lars Gustafsson, som är hållbarhetschef vid BASF i Norden och Baltikum.

Företagen bakom initiativet satsar nu tillsammans omkring nio miljarder kronor för att bland annat bygga infrastruktur för insamling och återvinning, utveckla teknik samt för att städa upp i förorenade områden.

– Mer än 80 procent av avfallet kommer från tio stora floder i Asien och Afrika. Vi måste ta reda på varför det hamnar där, få stopp på skräpflödet och börja se plastavfall som en resurs. Vi behöver också rensa upp i haven så att inte plasten bryts ned till mikroskala, säger Lars Gustafsson.



”Lighter than water, empower my phone, my car. Banish Depression”

Den brittiske författaren Mary Soon Lee har skrivit en japansk kortdikt, en haiku, för varje ämne i periodiska systemet. De publiceras i den kommande boken *Elemental Haiku*.



# Säkrare kryptering med molekyler

Molekyler kan användas för att kryptera meddelanden. Till skillnad från konventionell kryptering behövs varken komplexa matematiska algoritmer eller kraftfulla processorer. I stället utförs krypteringen av en organisk molekyl och vanliga kemikalier.

# K

ryptering är numera en naturlig del av vår vardag, inte minst sedan internetbank-användning och e-handel har blivit vardagsrutin. Uppgifter krypteras med hjälp av en algoritm och kryptonycklar, som förvandlar dem till en oläslig kryptotext. För att kryptotexten sedan ska gå att läsa måste den dekrypteras till klartext igen, vilket görs med samma nyckel.

En kryptonyckel kan utgöras av ett tal som typiskt består av 128-bitar, det vill säga 128 ettor eller nollor i rad. De kan radas upp på  $3,4 \times 10^{38}$  olika sätt, vilket betyder att det finns lika många möjliga nycklar.

De komplexa matematiska algoritmer-

na i kombination med ett oöverskådligt stort antal nycklar gör att det är praktiskt omöjligt att ta reda på hur klartext, alltså det ursprungliga meddelandet, och kryptotext hänger ihop. Det går med andra ord inte att dekryptera ett meddelande utan att känna till nyckeln. Men molekyllära system kan utföra samma kryptering helt utan matematiska algoritmer och processorkraft. Flera forskargrupper runt om i världen bedriver forskning inom detta område. Vad som krävs är en molekyl, eller en samling molekyler, som har egenskapen att det är praktiskt omöjligt att förutspå hur de uppträder då de exponeras för olika slags tillsatser.

**MOLEKYLERNAS UPPTRÄDANDE** undersöker man i detta fall nästan uteslutande med spektroskopiska metoder, såsom absorptions- och fluorescens tekniker. Då får man ett spektrum, som är unikt för varje molekyl. Detta spektrum ger i sin tur kryptonyckeln.

Det är egentligen samma fenomen som tillämpas i betydligt mer etablerade kemiska sammanhang, som vid pH-bestämning med molekylen bromtymolblått (BTB). Den ändrar färg (absorptionsspektrum) då det sätts till en syra eller bas. BTB hade däremot inte varit speciellt dugligt i krypteringssammanhang, eftersom dess absorptionsspektrum är en enkel kombination av dess gula form och dess blå form. Då molekylens syra-baseegenskaper dessutom är väl kända så är det ingen konst för en habil kemist att förutspå exakt form på dess absorptionsspektrum, beroende på hur mycket syra eller bas som tillsätts.

Molekylen m-SMS (som står för *molecular-scale messaging sensor*) gör det betydligt mer komplext. Molekylen består av tre olika fluorescerande grupper och ett antal receptorer, som bland annat protoner, metalljoner, anjoner och olika sockerarter kan bindas till. Om något av dessa tillsätts molekylens ändras dess struktur och även de fluorescerande egenskaperna. Ändringarna beror dessutom på i vilken ordning kemikalierna tillsätts och hur mycket. Till skillnad från BTB så är det därför praktiskt omöjligt att förutspå hur dess fluorescensspektrum ser ut efter tillsatserna. Det enda sättet att ta reda på det är att prova sig fram – och det är precis det som utgör grunden för dess säkerhet.

Låt oss ta ett fiktivt exempel: Alice och Bob har bägge tillgång till m-SMS och vill nu bestämma en gemensam nyckel för att

kryptera sin korrespondens. De tillsätter var för sig en bestämd mängd av den kemikalie eller de kemikalier de väljer och spelar in ett fluorescensspektrum (se figur till höger). Detta spektrum transformeras sedan enkelt till en digital kod som utgör nyckeln. Vid nästa korrespondens upprepas förfarandet, fast nu med en annan tillsatt kemikalie. På så sätt erhålls en ny nyckel för varje gång, enligt den så kallade engångsnyckelsprincipen, vilken stärker säkerheten ytterligare.

Antalet möjliga nycklar som ett molekyllärt system kan generera är avgörande för hur stark krypteringen kan bli. Det finns exempel på molekylbaserade system där antalet unika nycklar uppskattas till  $10^{25}$  (100 000) – vilket innebär att det är fullständigt omöjligt för en inkräktare att gå igenom alla dessa under en livstid.

**PROFESSOR DAVID MARGULIES** på Weizmann Institute of Science i Israel är forskaren bakom designen och funktionen av m-SMS. Tidigare i år presenterade han en vidareutveckling av molekylen som möjliggör så kallad "hemlighetsdelning" (*secret sharing*) där två eller flera personer måste vara närvarande för att få rätt nyckel. Det kan jämföras med att det krävs att två personer samtidigt låser upp med var sin nyckel för att öppna ett bankvalv.

David Margulies menar att oavsett om molekyler som m-SMS kommer att kunna få praktiska tillämpningar i termer av molekyllär informationssäkerhet, så har idén i sig själv stimulerat en mycket stor mängd forskning på molekyllära sensorer. Denna forskning skulle kunna komma till användning i många andra sammanhang, där en molekyls färgförändringar visar om ett eller flera ämnen finns i ett prov, vilket har stor betydelse inom till exempel medicinsk diagnostik.

Framtida kommersiella tillämpningar eller inte – m-SMS kan användas redan i dag, även om metoden i sin nuvarande utformning är lite tidskrävande. Att kryptera "Dear David" i en mejlkonversation med David Margulies krävde fem minuter och lite huvudräkning.

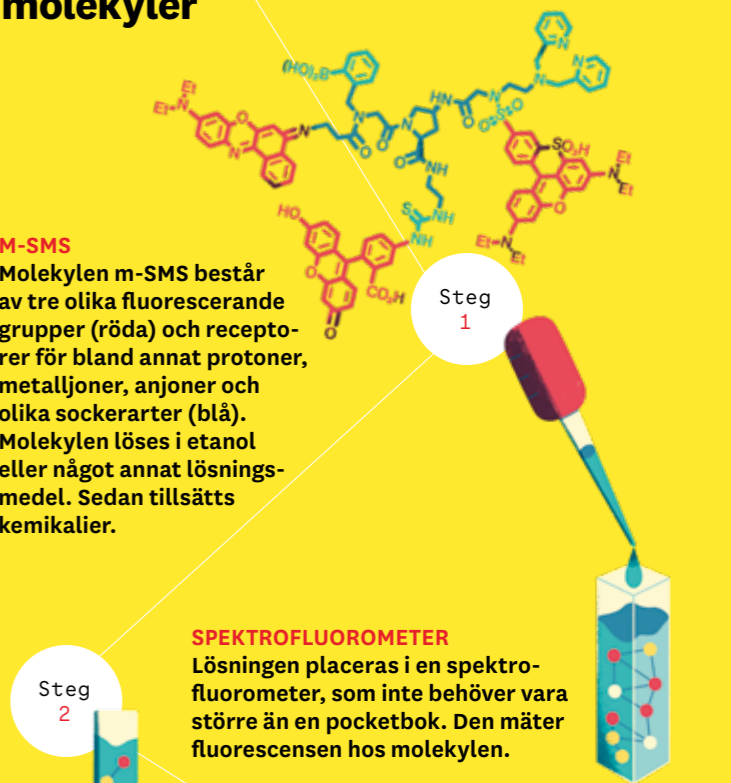
**Joakim Andréasson, professor i fysikalisk kemi vid Chalmers. Hans forskning handlar om hur fotokroma molekyler och ljus kan användas till att utföra enkla matematiska beräkningar och kontrollera biokemiska processer.**

ILLUSTRATION: AMANDA BERGLUND

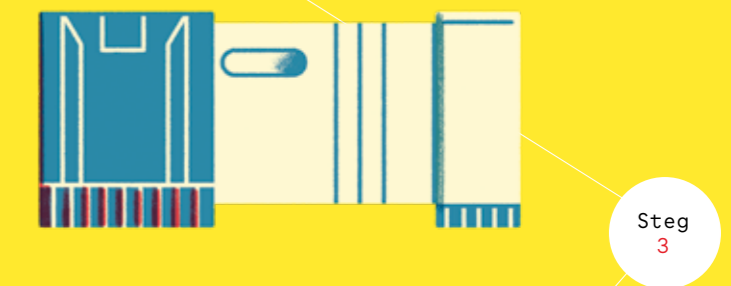
ILLUSTRATION: AMANDA BERGLUND

## Så funkar m-SMS och kryptering med molekyler

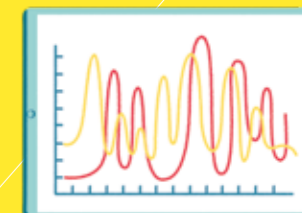
**M-SMS**  
Molekylen m-SMS består av tre olika fluorescerande grupper (röda) och receptorer för bland annat protoner, metalljoner, anjoner och olika sockerarter (blå). Molekylen löses i etanol eller något annat lösningsmedel. Sedan tillsätts kemikalier.



**SPEKTROFLUOROMETER**  
Lösningen placeras i en spektrofluorometer, som inte behöver vara större än en pocketbok. Den mäter fluorescensen hos molekylen.



**FLUORESCENSSPEKTRUM**  
Resultatet visas som ett fluorescensspektrum på en skärm. Fluorescensens intensitet läses av vid några olika våglängder.



**KRYPTONYCKEL**  
Intensiteten översätts till en serie fyrsiffriga tal, och nyckeln är genererad.

8436 0726 1274 3918 3861 2563





Science Village Scandinavia växer fram vid Max IV och ESS.

# Kemin i Lund flyttar ut till Max IV

Men studenterna vill inte följa med.

**MINST 575 PERSONER** berörs av Lunds universitetsstyrels beslut att flytta delar av forskningen till Brunnsög, nordost om centrala Lund. Beslutet innebär att flyttplanerna nu tas vidare enligt vad universitetsledningen kallar "scenario 2", som innebär att den forskning

som kan använda de stora forskningsanläggningarna ESS och Max IV flyttas. Det gäller stora delar av fysikinstituten och upp till hälften av kemin.

Flytten är dock ingen enkel fråga. Hyran skulle bli 120 miljoner kronor mer om året om

flyttlassen gick enligt det aktuella scenariot. Och studenterna är tveksamma till idén.

– Det finns en stor oro bland studenterna som man måste ta på allvar, säger Christina Abdulahad, som är ordförande för Lunds universitets studentkårer.

– Vi står bakom att forskningen ska etableras där men är inte redo att flytta undervisningen än. Det finns många frågetecken och risker, som vi ser det, för studentsammanhållningen, schematekniska problem, kostnader för resor med mera. Det måste utredas mer om utbildningen ska flytta, säger hon.

**DET ÄR ÄNNU** inte klart vad som ska hända med utbildningen. Universitetet har nyligen tillsatt ytterligare en utredning som ska ta fram mer underlag. Den leds av Olle Söderman, professor i fysikalisk kemi.

– Vi ska ta fram bättre faktaunderlag för vad det skulle innebära om man har utbildningen förlagd på två platser, vad som behövs för lokaler, transporter, att schemalagning med mera fungerar, säger han.

Genomförs scenario 2 innebär det att hela avdelningen för kemisk fysik, samt Nationellt centrum för högupplösande elektronmikroskopi flyttas. Även delar av avdelningarna för fysikalisk kemi, teoretisk kemi och Centrum för analys och syntes ska flyttas – vilka delar det blir ska dock utredas närmare.

**BIOKEMI OCH** bioteknik påverkas däremot inte av de aktuella planerna. De blir kvar i befintliga lokaler. Det gäller också delar av andra avdelningar med kopplingar till livsvetenskap, biologi och medicin, som till stora delar finns på sjukhuset som ligger i centrala stan.

Än dröjer det dock innan flyttplanerna kan bli verklighet. En uppskattning är att det kan ta upp till tio år från att projekteringen startar till det är dags för flytt. ◻

## Berzelius-dagar lockar gymnasister

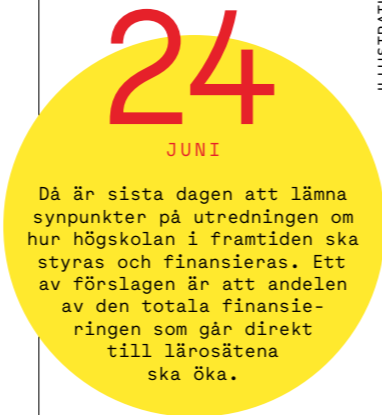
349 elever och ett 50-tal lärare från 162 gymnasieskolor samlades till årets Berzeliusdagarna på Aula Magna vid Stockholms universitet – som i år ordnades för 64:e gången. Eleverna kom från hela landet, från Furuhedsskolan i Kalix i norr till Söderslättsgymnasiet i Trelleborg. De fick bland annat lyssna till ett tiotal föreläsare från universitet och företag, som berättade om aktuella projekt.

– Dagarna har varit över förväntan. Nu fick jag en bättre bild av hur man kan läsa vidare. Kemi är brett och mitt intresse för kemi har ökat, säger Hanna Norén från Forsmarks skola.

En av föreläsarna var Michael Nordström från återvinningsföretaget Easy Mining Sweden, som bland annat utvecklar teknik för att återvinna exempelvis fosfor ur förbränt avloppsslam och gruvavfall.

– Jag vill inspirera. Det kan vara svårt för en gymnasist att skapa sig en bild av kemi. Ämnet är spännande och utvecklande men anses ofta tråkigt, säger han.

Elevernas deltagande finansieras genom stipendier från den svenska kemiindustrin.



Då är sista dagen att lämna synpunkter på utredningen om hur högskolan i framtiden ska styras och finansieras. Ett av förslagen är att andelen av den totala finansieringen som går direkt till lärosätena ska öka.

ILLUSTRATION: COBE

# ”Plan S är ett livsfarligt experiment”

Plan S vill skynda på arbetet för att göra forskningsresultat som tagits fram med stöd av offentliga finansierare tillgängliga för alla. Syftet är bra, men i detaljerna lurar stora faror. Friheten att publicera var man vill begränsas. Det skriver **PERNILLA WITTUNG STAFSHEDA**, professor vid Chalmers.

**POÄNGEN MED PLAN S**, som lanserades av något som kallas Coalition S i september 2018, är att göra Europas forskningsresultat fritt tillgängliga för alla. Syftet är mycket gott, men i detaljerna lurar stora faror. I dagsläget har finansierare i tolv europeiska länder gått med, samt en från USA. Det europeiska forskningsrådet (ERC) sägs vara med i Plan S, men dess ordförande säger att rådet inte har skrivit under. I Sverige har Forte och Formas skrivit under, liksom Riksbankens Jubileumsfond. De senare meddelade dock i mars att deras deltagande ska ses som ett stöd för öppen vetenskap och inte som ett stöd för Plan S. Vetenskapsrådet avvaktar. Kungliga Vetenskapsakademien och Sveriges unga akademi har uttalat sig kritiskt.

Enligt Plan S ska alla publikationer som baseras på forskning finansierad av dem som skrivit under Coalition S vara helt öppna, det vill säga fria att läsas av vem som helst, från januari 2020. I praktiken betyder detta att vi forskare inte kommer att få publicera i 85 procent av de tidskrifter som finns i dag. Forskare har en tendens att inte engagera sig i stora frågor: Vi fokuserar



FOTO: OSCAR MATTESSON

på vår egna lilla värld. Men i den här frågan måste vi tycka till, annars är vår framtid i fara. Särskilt viktigt är det för oss kemister.

**PLAN S-DOKUMENTET** kom som en överraskning för oss forskare då det togs fram av en EU-politiker utan diskussion. Granskar man detaljerna, vilket jag och andra fors-

kare gjort, finner man allvarliga problem. Artiklar måste göras fritt tillgängliga omedelbart efter publicering. Man får inte publicera i tidskrifter som tar ut avgifter för att göra enskilda artiklar öppna och prenumerationskostnader för övriga artiklar. Plan S förbjuder även självarkivering av artiklar och embargo-period. Dessa strikta regler kommer att begränsa publiceringsfriheten dramatiskt. De innebär att vi förbjuds att publicera i toptidskrifter, som till exempel *Nature*, *Science*, *Cell* och *Lancet*, och i tidskrifter som ges ut av ämnesorganisationer och vetenskapliga akademier. Flera av tidskrifterna som är centrala för oss kemister, till exempel de som ges ut av American Chemical Society och Royal Society of Chemistry, blir blockerade.

**PLAN S FLYTTAR** kostnaderna från läsare (prenumeration) till författare (publiceringskostnad). Detta gör det ekonomiskt svårare för forskare som inte har stora anslag, till exempel unga forskare som försöker etablera sig. Men den största farhågan är nog hur kvaliteten på artiklarna kan säkras när tidskrifterna vinner på att publicera så många som möjligt. Vi har i dag ett etablerat granskningsystem. Många av dagens tidskrifter har hög status just för att de har en välfungerande granskningsprocess. Tyvärr finns det i dag många open access-tidskrifter som publicerar vad som helst, bara man betalar.

**COALITION S VILL** att hela världens finansierare ska skriva under Plan S. Därmed hoppas man påverka dagens osunda publiceringsmarknad. Men vad händer om USA och Asien inte nappar? Tolv europeiska länder bidrar med bara en bråkdel av det totala antalet publikationer. Plan S-förespråkarna letar febrilt efter fler partner runt jordklotet, men det går trögt. Om forskare utanför Europa fortsätter att publicera i våra etablerade tidskrifter, kommer vi som blir styrda av Plan S att halka efter. Plan S kommer att försvåra internationella samarbeten, rekryteringar och vår egen meritering. Risken är att Plan S avskärmar europeiska forskare från resten av forskningsvärlden. Det är ett livsfarligt experiment där vi forskare är försökskaniner.

Så ni därute: Tyck till om Plan S. Det finns fortfarande flera finansierare i Sverige att påverka. Dagens system med stora, vinstdrivande tidskriftsförlag är inte alls bra. Men Plan S är inte lösningen. Det finns andra lösningar som både värnar om akademisk frihet och fri tillgänglighet.

**Pernilla Wittung Stafshede är professor i biologi och bioteknik vid Chalmers.**



# Laddad framtid

kräver  
nya  
batterier

Nu är nästa generation på väg – många helt utan litium.

av PATRIK JOHANSSON

FOTO: TESLA







et ständigt uppkopplade samhället med alla dess tjänster skulle inte vara möjligt utan litiumjonbatteriet. När det lanserades kommersiellt 1991 av Sony var det för att ge längre drifttid åt deras bärbara videokamera, utan att lägga till en massa vikt. Sedan dess har litiumjonbatteriet tagit över, först marknaden för mobiltelefoner och alla andra bärbara applikationer, sedan elfordonsmarknaden. Det har även börjat spela en roll för lagring av energi från förnybara variabla energikällor som sol och vind. Varför då just litiumjonbatterier? Kortfattat så kombineras en överträffad energitäthet (i både Wh/kg och Wh/l) med utmärkta möjligheter att laddas ur och upp flera tusentals gånger – och till en visserligen hög, men i sammanhanget acceptabel, inköpskostnad.

Med nästa generation batterier menas batterier som kan ersätta litiumjonbatteriet i olika applikationer. De kallas ibland post-Li- eller Gen IV-batterier – och det blir inte lättare att förstå vad som menas då en del lovande koncept fortfarande bygger på litium som en viktig komponent. Varför vill vi då ha nya batterier – räcker det inte med litiumjonbatterierna? Förutom att vi

som forskare alltid drivs av nyfikenhet och vill ta reda på om vi kan göra andra typer av batterier – så finns det stora möjligheter att förbättra nästan alla tänkbara batteriprestandamått: energi- och effekttäthet, miljöpåverkan, resursfrågor, antal upp- och urladdningscykler, med mera.

Många av dessa möjligheter bottenar i vilka kemiska föreningar och element man utgår ifrån när man gör sina elektrokemiska celler. Man ska dock komma ihåg att förbättringar inte alltid kan föras vidare från material- till cellnivå, eller till ett komplett batteripack. Ett tydligt exempel är hur energitätheten alltid reduceras genom att man lägger till extra komponenter som inte lagrar energi. Men hur detta sker på olika sätt för olika typer av batterier är viktig kunskap – för att kunna se igenom olika löften om ”superbatterier” i nyhetsflödet. Typexemplet är när ett nytt material presenteras som ett nytt batteri, vilket skapar orealistiska förväntningar. Ofta presenteras dessutom endast högst teoretiskt möjliga lösningar och prestanda.

**KEMI, FYSIK OCH** materialvetenskap sätter tillsammans de fundamentala gränserna för vad som går att åstadkomma. Ett enkelt sätt att visualisera hur stora förbättringar som i teorin är möjliga för en komponent, är att jämföra den negativa elektroden för ett antal tänkbara nya elektrodmaterial med den som används i dagens litiumjonbatterier (se artikel på nästa sida).

Men energiinnehåll i den negativa elektroden är långtifrån allt – det finns många andra incitament för att ta fram nya batterier. Ett incitament är att för en hållbar utveckling välja metaller som det både finns mera av och som är billigare än litium. Natrium, kalcium, magnesium och aluminium finns det avsevärt mera av och de är dessutom spridda geografiskt på ett helt annat sätt – vilket gör den sociopolitiska risken mindre och råvarukostnaden lägre. Det finns andra hållbarhetsaspekter som är mindre uppenbara. Om vi till exempel använder natrium i stället för litium behöver vi inte strömmuppsamlare av dyr koppar, utan kan använda billigare aluminium. I litiumjonbatterierna använder vi dessutom naturlig grafit – syntetisk är sämre ur prestandasynpunkt – som det finns mest av i Kina och som är en begränsad tillgänglig råvara. Kobolt används i många av dagens litiumjonbatterier i den positiva elektroden, men kobolt är toxiskt och utvinns bland annat i gruvor i Kongo

där det förekommer barnarbete. Det är därför önskvärt att undvika eller i alla fall reducera mängden kobolt vi använder.

**BATTERIKONCEPTEN SOM** kan tänkas ersätta litiumjonbatteriet är mycket olika mogna. Det är extremt många egenskaper som måste optimeras, i flera dimensioner. Inget av nästa generations batterier kommer vara det bästa för alla applikationer. Natriumjonbatterier, som på många sätt är mest lika dagens litiumjonbatterier i både kapacitet och spänning, närmar sig storskalig kommersialisering. Det finns ett flertal nya företag och även större aktörer som skalar upp och bygger vad man kan kalla pre-kommersiella celler. Min forskargrupp på Chalmers har tillsammans med bland annat franska CEA tagit fram ett mindre batteripack med natriumjonceller, som placerats ut som en backup-lösning i en telestation i Pyrenéerna. Arbetet gjordes 2018 inom EU-projektet Naiades (naiades.eu). Större aktörer i Europa inom natriumjonbatterier är brittiska Faradion och franska Tiamat.

Även Li-S-batterier finns att tillgå i praktiken. Dessa bygger på att man kopplar ihop en litiummetallelektrod med en svavelelektrod. Således får man ett batterikoncept helt utan kobolt och nickel, men som ger en avsevärt lägre cellspänning än litiumjonbatteriet – cirka 2,1 volt. Svavel är ett oerhört billigt material och ger mycket kapacitet i reaktionerna med litium, men är tyvärr en isolator. För att få en acceptabel elektrisk ledningsförmåga blandas svavlet upp med kol – ofta i något slags nanoporös form. Även grafen används som kol i Li-S-batterier. Brittiska Oxis Energy erbjuder celler med en imponerande energitäthet på cirka 400 Wh/kg (dagens bästa litiumjonbatterier ligger på omkring 320 Wh/kg). De tänkta användningsområdena är främst inom obemannat flyg, drönare och i rymdtillämpningar.

**UTVECKLINGEN AV ALUMINIUM-** och kalciumbatterier är däremot i sin linda. Där finns i dag inte några praktiska fungerande celler alls. Men koncepten är fundamentalt lovande och till exempel EU satsar på forskning inom området. Forskningsprojektet Carbat (projects.icmab.es/carbat) har som mål att utveckla kalciumbaserade uppladdningsbara batterier. Chalmers roll i projektet är att utveckla nya kalciumjonledande elektrolyter och förstå ursprunget till de i dag mycket begränsade möjligheterna att ladda upp och ur cellerna. Carbat är ett FET-Open-projekt, det vill säga en högrisksatsning inom riktad grundforskning.

Vad behöver vi då forska på? För alla nästa generations batterier gäller det att dels bli ett bättre alternativ än litiumjonbatteriet – för i alla fall någon applikationsnisch – och dels att bli så mycket bättre att det lönar sig att diversifiera produktionen. Ett övergripande problem för alla nya batterikoncept som bygger på andra laddningsbärare än litium är att medan litiumjonen (Li<sup>+</sup>) är lätt att reversibelt interkalera i till exempel en metalloxid,

## ”Inget av nästa generations batterier kommer vara det bästa för alla applikationer”

är detta betydligt svårare för multivalenta joner, som magnesium (Mg<sup>2+</sup>), kalcium (Ca<sup>2+</sup>), och aluminium (Al<sup>3+</sup>). Därför bedrivs precis som inom traditionell litiumjonbatteriforskning extremt mycket forskning för att skapa nya oorganiska material som kan agera elektroder.

Även organiska elektroder har börjat användas i allt större utsträckning – främst eftersom multivalenta joner då inte behöver interkaleras, utan i stället kan koordinera till aktiva grupper på organiska molekyler, vilket ökar dynamiken och därmed upp- och urladdningsförmågan.

Utöver detta finns det några tydliga konkreta mål för nästan alla nya batterier.

- Hitta billigare elektrodmaterial, framför allt genom att reducera mängden kobolt och även nickel, som båda ökar kostnaden.
- Hitta elektrolyter som är lagom reaktiva – för reversibel elektroplätning på metall-elektroder – och som effektivt kan leda multivalenta joner.

- Reducera mängden inaktiva material i varje elektrokemisk cell.

- Se till att alla nya koncept fungerar i alla led – från konstruktion via användarfasen till återanvändning för att skapa cirkulära flöden.

Brasklappen när det gäller forskning som i mångt och mycket gränsar till grundforskning: Vi kan och bör inte veta vilka nya batterikoncept som slutligen kommer fungera och bli vinnare även som teknik. Det är svårt att sja, speciellt om framtiden.

**Patrik Johansson är professor i fysik vid Chalmers tekniska högskola. Hans forskning handlar främst om nästa generation batterier. Han leder också det europeiska nätverket ”Alistore – European Research Institute” som är specialiserat på batteriforskning.**

## Den negativa elektroden

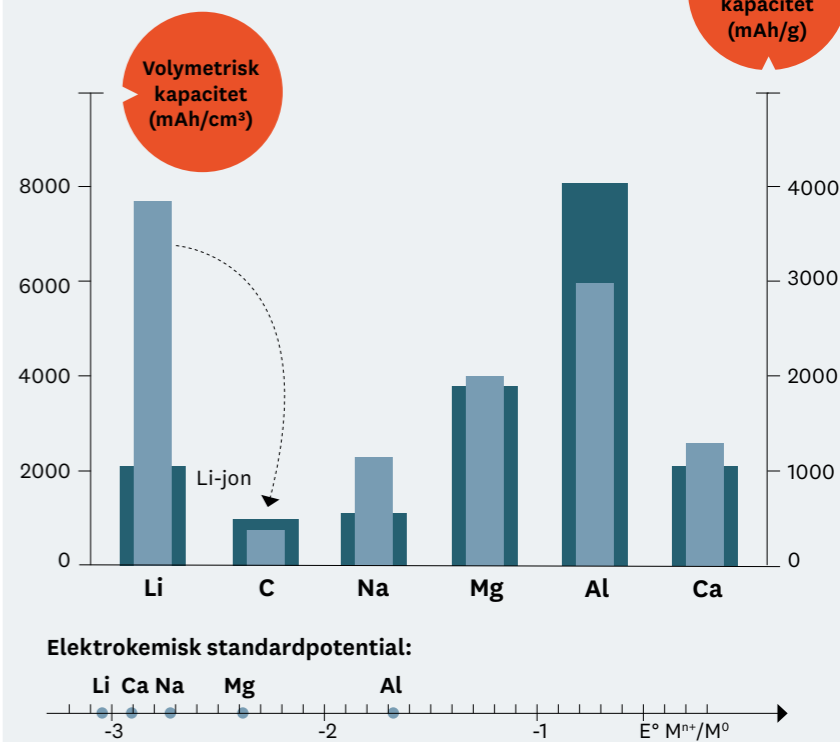
Standardpotentialen är lägst för litium och ungefär densamma för litium interkalerat i grafit (C), som i litiumjonbatterier. Bägge dessa material är därför relativt lätta att använda som elektroder för att konstruera battericeller med hög spänning. I dag har vi litiumjonbattericeller på 4 V, vilket är extra viktigt för elfordon, där batteripacket behöver leverera 300–600 V till elmotorn.

Energiinnehållet för elektroden, och därmed även batteriet, kan lite förenklat ses som produkten av kapaciteten och standardpotentialen. Att använda litium i metallisk form och inte interkalerat i grafit vore därför önskvärt, men svårigheten är att bemästra den reaktiva metallen, för att åstadkomma säkra batterier med stabila upp- och urladdningscykler. Ojämn elektroplätning leder till ytpåväxter

som ibland benämns dendritter, men som lika ofta har mera av en ”mossliknande” struktur. Många forskningsprojekt syftar till att försöka stabilisera ytan med hjälp av tillsatser i elektrolyten, ytbläggningar, polymera elektrolyter, med mera.

Men andra metaller kan vara lika bra som litium, eller till och med bättre, med avseende på volumetrisk kapacitet – och alla är bättre än grafit. Det är delvis därför som det finns ett stort intresse för batterier baserade på andra metaller. Om hänsyn också tas till standardpotentialen, så är det dock bara kalcium och natrium som är nära litium (och grafit). På samma sätt som för litium är alla metaller (ännu) inte praktiska att använda som elektroder som de är, och på samma sätt som för litiumjonbatterier används en kolmatris för att interkalera natrium i natriumjonbatterier (men det går inte att interkalera natrium i just grafit).

Diagrammet visar kapacitet för olika negativa elektrodmaterial. Den streckade pilen visar hur kapaciteten minskar när man går från metalliskt litium till litium interkalerat i grafit (C) som i litiumjonbatteriet.





Allt fler nya läkemedel är biologiska.  
I dag tillhör hälften av läkemedlen  
i Astra Zenecas forskningsportfölj den gruppen.  
Två av företagets senaste bioläkemedel  
ska sluttillverkas i Södertälje.  
Kemisk Tidskrift har besökt den nya  
fabriken som just nu trimmas in.

Text Ulla Karlsson-Ottosson  
Foto Joel Nilsson

för

Klart

start





Rummet där läkemedlet ska fyllas i sprutor eller flaskor har en hermetiskt tillsluten utrustning. Här råder högsta renrumsklassen.

**V**

erksamheten i lokalerna är febril. Utrustningen rengörs minutiöst, processoperatörerna lär sig maskinerna och man förbereder testkörning med buljong.

Astra Zenecas nya fabrik för biologiska läkemedel i Södertälje ska trimmas in.

Det har gått drygt tre år sedan nyheten slog ner som en bomb: Astra Zeneca hade valt Sverige för mångmiljardsatsningen på en produktionsanläggning för biologiska läkemedel. I hård konkurrens med sajter i flera andra länder – USA, Storbritannien, Singapore och Irland – kammade Gärtuna utanför Södertälje hem projektet. Ett framgångsrikt kvalitetsarbete och tillgång till hög kompetens inom bioteknikområde bidrog till beslutet.

Här i Gärtuna har Astra Zeneca sedan tidigare en av världens största produktions-

anläggningar för traditionella kemiska läkemedel. Nu har den kompletterats med fabriken SBC, Sweden biomanufacturing center.

– Den är vår lanseringsfabrik för en ny generation av biologiska läkemedel och den är oerhört viktig för framtiden. Här kommer nya biologiska läkemedel att sättas i produktion, säger produktionschefen Robert Malmberg.

Biologiska läkemedel består av proteiner som odlas i levande celler, till exempel hamsterceller eller bakterier. Oftast handlar det om antikroppar som skräddarsyts för att märka sjuka celler så att kroppens immunförsvaret kan hitta och oskadliggöra dem. Läkemedlen har visat sig vara väldigt effektiva mot cancer och autoimmuna sjukdomar som reumatism.

Astra Zeneca är ett av många läkemedelsbolag som satsar stort inom området. Hälften av alla läkemedel som bolaget har i sin forskningsportfölj är biologiska. Till skillnad från traditionella kemiska läkemedel som oftast tas i tablettform består de biologiska av stora molekyler, som måste ges intravenöst eller med sprutor. Annars bryts de ner i magtarmkanalen och når inte ut i kroppen.

Eftersom läkemedlen sprutas direkt in i blodet kan minsta förorening få förödande konsekvenser. Miljön vid tillverkningen måste därför vara extremt ren.

**JU NÄRMARE SJÄLVA** produkten, desto högre blir reningsklassen, berättar Robert Malmberg när vi närmar oss hjärtat i fabriken – fyllningsutrustningen.

– Där vi fyller sprutor och flaskor med läkemedlen släpps aldrig några människor in. Allt sker automatiskt, säger han och pekar.

Genom glasrutan syns produktionslinjen där fyllningen ska ske. Här råder renrumsklass A, den tuffaste av alla. Den tillåter inga mikrobiologiska partiklar i luften över huvud taget. För andra partiklar gäller att varje kubikmeter luft får innehålla högst 3 520 partiklar som är större än 0,5 mikrometer och 20 som är större än fem mikrometer. Vi människor släpper normalt från oss runt en miljon partiklar per minut när vi går runt i våra vanliga kläder.

– Händer någonting inne i den slutna fyllningsdelen måste vi rätta till det via handskarna på utsidan.

**LÄKEMEDLEN SOM SNART** ska produceras här heter Imfinzi och Fasentra. Det första är mot lungcancer som inte går att operera, det senare är mot svår astma. Båda läkemedlen har nyligen kommit ut på den europeiska marknaden och är på väg att lanseras i stora delar av världen. Just nu tillverkas de av kontraktstillverkare.

– De verksamma substanserna, (durvalumab i Imfinzi samt benralizumab i Fasentra), tillverkas vid Astra Zenecas anläggning i Fredericks utanför Washington i USA och de kommer att skickas till oss i kyld form, säger Robert Malmberg.

Efter att ha blandats upp med ultrarent vatten och andra substanser kommer läkemedlen att fyllas i sprutor eller flaskor. Efter fyllningen sker en manuell kontroll där varje enhet synas i uppförstorad form av en operatör. Vid minsta lilla prick plockas de av bandet.

De godkända enheterna sätts samman till kompletta sprutor eller flaskor, paketeras

**”Den är vår lanseringsfabrik för en ny generation av biologiska läkemedel och den är oerhört viktig för framtiden”**

Robert Malmberg, produktionschef Astra Zenica.



Robert Malmberg, ansvarar för uppstarten av fabriken.

## Tre generationer biologiska läkemedel

Biologiska läkemedel är läkemedel där den verksamma substansen tillverkas i levande celler eller renas fram ur vävnader. De är till skillnad från vanliga kemiska läkemedel stora molekyler, exempelvis antikroppar.

Första generationen av biologiska läkemedel tillför kroppen proteiner som den saknar eller lider brist på. De mest kända är insulin och tillväxthormon.

Andra generationen består av proteiner i form av antikroppar. De används ofta för att känna igen och blockera proteiner som gör oss sjuka. Därför kallas de blockerare. Dit hör läkemedel mot reumatism och psoriasis, där kroppen har ett överskott av inflammatoriska proteiner. Nästan alla storsäljande läkemedel tillhör i dag den gruppen.

Tredje generationen biologiska läkemedel är proteiner som har mer än en funktion – de är bispecifika. Det är komplexa molekyler där en målsökande och blockerande funktion kombineras med någonting annat, till exempel ett toxin. Det kan även handla om antikroppar som känner igen två olika sorters proteiner på tumörceller. Nästan inga av dessa har nått marknaden.



I sprutsyningsmaskinen kontrolleras att de fyllda sprutorna är felfria.





Kyltornen förser den nya anläggningen med kyla.

## Mellan 30 och 40% av världsproduktionen sker i Södertälje

Astra Zeneca har 61 000 anställda i över 100 länder, varav cirka 7 000 i Sverige. Cancer, hjärt-kärlsjukdomar och metabola sjukdomar samt sjukdomar i andningsvägarna utgör huvudfokus. Bolaget forskar även på autoimmunitet, infektion samt neurovetenskap.

Företagets största pillerfabrik finns i Södertälje. Där tillverkas runt elva miljarder tabletter om året, bland annat fyra av företagets storsäljande produkter: magsårsmedicinen Nexium, astma-medicinerna Pulmicort och Symbicort samt Brilinta/Brilique, som är en medicin mot hjärtinfarkt och stroke vid akut kranskärlssjukdom.

Nästa år startar produktionen av de biologiska läkemedlen Imfinzi mot lungcancer och Fasenna mot svår astma. Mellan 30 och 40 procent av Astra Zenecas globala produktion (mätt i försäljningsvärde) sker i Södertälje.

och placeras i ett kylt förråd. Leveransen till distributionscentralerna sker sedan i kylbilar.

Men dit dröjer det minst ett år. Först måste alla tester som visar att tillverkningen är helt säker klaras av. Det är ett måste för att få den certifiering som krävs. Testkörningar med buljong är nästa milstolpe på vägen.

– Vi köper in buljong och späder ut den med vatten. Sedan fyller vi den i sprutor och flaskor och kontrollerar att det inte börja växa något i dem. Det är en process man gör överallt för att visa att en anläggning kan fylla produkter aseptiskt.

Går buljongtesterna som de ska väntar nästa steg, där sprutor och flaskor fylls med det riktiga biologiska materialet, så kallade valideringsbatcher. Produkterna förvaras sedan vid olika temperaturer för att man ska kunna se att läkemedlen är stabila över tid. Det är ett måste för att få tillstånd att sälja läkemedlen på olika marknader.

**Vad är det som skiljer produktion av biologiska läkemedel från traditionella kemiska läkemedel?**

– Biologiska läkemedel måste ha en kylkedja där temperaturen hålls mellan +2 och +8 grader. Det finns ett max antal timmar som de får hanteras i rumstemperatur och det ska man kunna bevisa med förda protokoll.

**NÄR KEMISK TIDSKRIFT** är på besök har Läkemedelsverket nyligen inspekterat laboratoriedelen. Nu inväntar man licensen som visar att labbdelen uppfyller kraven i GMP (Good Manufacturing Practise), det regelverk som styr testning och packning av läkemedel. Allt för att garantera att de håller hög klass och är säkra för patienten. När utrustningen är igång och valideringsbatcherna med det riktiga biologiska materialet har gjorts är det dags för en ny inspektion.

Går allt som planerat kommer den kommersiella produktionen i gång under andra kvartalet nästa år.

– Vi som jobbar här är stolta. De här läkemedlen räddar verkligen liv. Det är viktigt för mig, säger Robert Malmberg. ◊

# ”Sverige flåsar USA och Kina i nacken”

I fjol börsnoterades 36 nya läkemedels- och bioteknikbolag. Det går bra för Sverige, konstaterar **MATHIAS UHLÉN**.



Biologiska läkemedel toppar listan över läkemedel som drar in mest pengar i världen. Inget av dem kommer från Sverige. Men det kan det bli ändring på framöver.

– Lilla Sverige ligger och flåsar USA och Kina i nacken, säger Mathias Uhlén, professor vid KTH och chef för Wallenberg center for protein research.

De biologiska läkemedlen har visat sig vara extremt effektiva mot sjukdomar som reumatism och olika former av cancer. De har snabbt blivit enormt framgångsrika och lönsamma.

Åtta av de tio läkemedel som år 2017 drog in mest pengar i världen är biologiska. I topp ligger Humira, ett läkemedel mot reumatism från amerikanska Abbvie, som sålde för 18 miljarder dollar. Det motsvarar nästan en halv miljard kronor om dagen.

På topplistan lyser svenska företag ännu med sin frånvaro, men Astra Zeneca tillhör dem som nu rullar ut biologiska läkemedel på marknaden (se artikel intill). Under fjolåret börsnoterades också så många som 36 svenska läkemedels- och bioteknikbolag.

– I absoluta tal är det den tredje högsta siffran efter USA och Kina, och långt före Tyskland och Storbritannien. Det går fantastiskt bra för Sverige, säger Mathias Uhlén.

Som exempel nämner han Sobi som värderas till mer än 50 miljarder kronor och Bio Arctic som nu genomför kliniska studier för proteinläkemedel mot Parkinson och Alzheimer. Bolaget värderas i dag till närmare tio miljarder kronor. Han har själv varit med och grundat Affibody som snart avslutar en fas två-studie av ett biologiskt läkemedel mot psoriasis.

– Det har hänt mycket under de senaste åren. Det finns en massa nya bolag som nu har biologiska läkemedel i kliniska prövningar, konstaterar han.

Som entreprenör och professor vid KTH och Science for Life Lab håller Mathias Uhlén stenhård koll på utvecklingen inom bioteknikområdet. Han ansvarar numera även för verksamheten vid Wallenberg center for protein research. Centret är en del i den miljardsatsning som år 2015 gjordes för att Sverige skulle hamna i frontlinjen

när det gäller att utveckla och producera proteinläkemedel.

– Just nu ligger vårt huvudfokus på att få mänskliga celler att fungera som storskaliga proteinfabriker. I dag använder alla läkemedelsbolag sig av hamsterceller, säger Mathias Uhlén.

Mest lovande är en human embryonal njurcellslinje, HEK293. Den är snabbväxande och lätt att använda i labb såväl som i fabrik, men producerar inte mycket protein. Forskarna vill därför modifiera cellen så att produktionen ökar.

– Intresset från läkemedelsindustrin är väldigt stort. Hamsterceller är inte optimala för mänskliga proteiner och för vissa produkter fungerar de inte alls. Det gäller exempelvis viruspartiklar tänkta att användas vid genterapi, säger Mathias Uhlén.

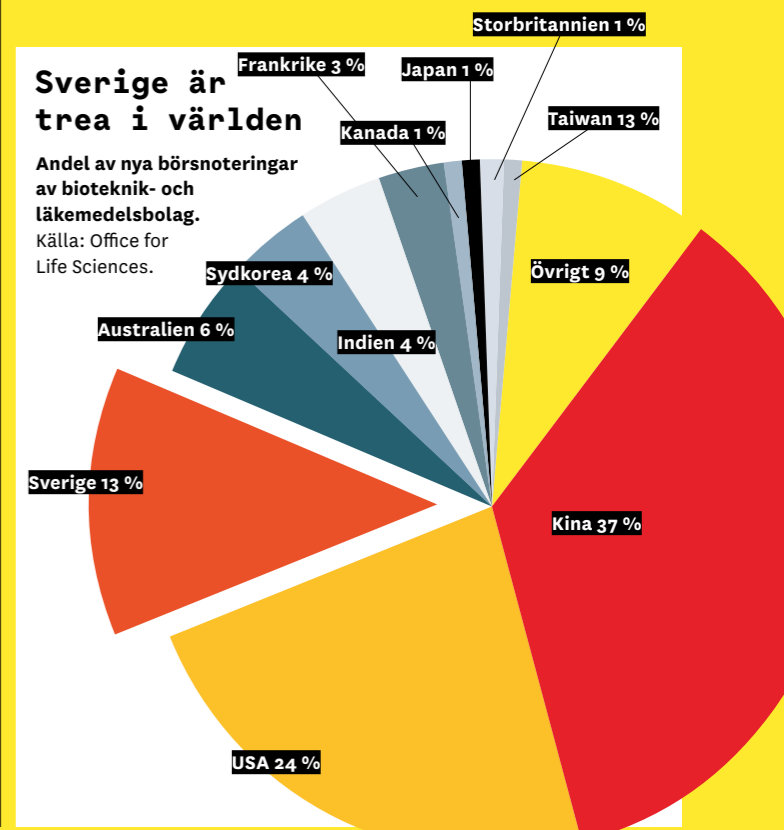
Nästa steg är att använda den mänskliga cellfabriken för att producera alla proteiner som susar runt i vårt blod. De är runt 650 till antalet och har kartlagts i en ny del av grundforskningsprojektet Human Protein Atlas.

– Vi håller på att bygga en verktyglåda där alla mänskliga blodproteiner ska finnas i en katalog och användas för forskning. De här proteinererna är viktiga, inte bara för diagnostik, utan också som mål för läkemedel.

Men alla framsteg till trots har biologiska läkemedel begränsningar. De kommer inte åt proteiner inuti cellen. De är helt enkelt för stora för att ta sig in genom cellmembranen.

– Men det som är intressant, och som inte alla är medvetna om, är att i princip alla läkemedel, inte bara biologiska, verkar genom att binda till ett specifikt protein i kroppen och därmed inaktivera eller aktivera det.

– Ulla Karlsson-Ottosson





EN KLASSIKER I KLASSRUMMET

Så kan ny teknik hjälpa eleverna att använda och förstå periodiska systemet.

Text Karolina Broman Foto Pernilla Sjöholm

150  
ÅR  
PERIODISKA SYSTEMET  
1869-2019

# 150-åring i nytt format







Emma Johansson projicerar periodiska systemet på väggen. Hon är också expert i *Grunden till allt*, P1-programmet som berättar om grundämnena i det periodiska systemet.

**I**nästan alla kemisalar, både i skolor och på universitet, används det periodiska systemet. Det innehåller mycket information, men det är viktigt att fundera över hur elever och studenter använder det för att få fram önskad information. Att utantill lära sig vilka atomslag som hör till vilka grupper eller perioder är kanske inte den mest relevanta kunskapen. Däremot är det viktigt att förstå hur det periodiska systemet är uppbyggt och hur systematiken kan användas för att förstå hur ämnen reagerar, men också för att förutsäga vilka egenskaper framtida grundämnen kommer att ha.

Den grundläggande strukturen, att atomslagets atomnummer hänger ihop med antal protoner och därmed elektroner, är utgångspunkten redan tidigt i kemiundervisningen. Att Dmitrij Mendelejev, som lanserade det periodiska systemet 1869, sedan

insåg att det fanns upprepande egenskaper, som exempelvis elektronernas placering eller grundämnenas egenskaper, gjorde att olika grupper och perioder skapades. Med hjälp av det periodiska systemet kan man alltså förutsäga egenskaper hos grundämnen eller hur olika atomslag reagerar med varandra. De kemiska beteckningarna är också internationella, vilket gör att elever och studenter från hela världen kan prata kemi med varandra.

**TILL ÅRETS 150-ÅRSFIRANDE** av periodiska systemet har en rad organisationer tagit fram materiel som kan användas i undervisningen. På den svenska webbplatsen för det internationella periodiska systemets år ([iyp2019.se](http://iyp2019.se)) finns både information och tips om föredrag, appar, böcker, kurser och tävlingar. Den europeiska organisationen European Chemical Society ([euchs.eu](http://euchs.eu)) har också en webbplats för firandet. Där finns till exempel ett periodiskt system som beskriver de 90 naturliga grundämnena,

hur vanliga de är, vilka som är bristämnen, vilka grundämnen det finns politiska konflikter kring samt vilka som ingår i mobiltelefoner. Detta lite annorlunda sätt att presentera hur grundämnen finns i naturen ger möjligheter att diskutera kemi mer tvärvetenskapligt tillsammans med elever och studenter. Om vi exempelvis utgår från grundämnet tantal (Ta) och ser att det ingår i mobiltelefoner, förutsägs vara brist på i framtiden samt att det produceras i konfliktområden – vad kan det innebära för oss och för produktionen av mobiler?

**PERIODISKA SYSTEMET FINNS** i både analog och digital form. Format som mobilappar har förenklat användandet. I dag finns både gratisappar med klickbara periodiska system och appar som man betalar för. De senare innehåller ofta mer ingående och spännande information, både i text och bild.

För att kunna se atomslagens tredimensionella struktur kan också digital teknik som virtuell verklighet (VR) eller förstärkt

(*augmented*) verklighet (AR) användas. Med enkla VR-glasögon och en mobiltelefon kan man studera tredimensionella strukturer. I och med att VR-glasögon stänger ute övriga synintryck hamnar fokus enbart på det man vill undersöka. På så sätt kan atomslagen i periodiska systemet undersökas tredimensionellt med hjälp av VR.

AR-glasögon är ett betydligt mer avancerat men också mycket dyrare digitalt verktyg. De kostar många tusenlappar medan VR-glasögon kan köpas för nästan ingenting. Finessen är att tekniken kombinerar den digitala och analoga världen. Genom AR-glasögon uppfattas både det verkliga rummet och något som projiceras digitalt. Med hjälp av AR-glasögon kan man vrida och vända på det man studerar och röra sig runt objektet.

**ETT ANVÄNDBART EXEMPEL** på ett periodiskt system där både VR och AR kan användas är gratisappen "Periodic Table ARVR". Där klickar man enkelt på atom-

FOTO: ISTOCKPHOTO, MYLAB

Med VR- och AR-glasögon och en app kan man studera periodiska systemet på nya sätt. Man klickar på en atom och den presenteras med exempelvis orbitalmodeller.



## Hur använder du periodiska systemet i din undervisning?

**Sven-Arne Björåker, Sunnerbrogymnasiet, Ljungby:**

– Jag använder det mycket i undervisningen. Det handlar bland annat om historik om konstruktionen av systemet, hur det är uppbyggt, vilken information det ger om olika ämnen, kemisk bindning mellan atomer/molekyler, kemiska beräkningar, elektronkonfiguration, samt isotoper och sönderfall.



**Magnus Ehinger, gymnasieskolan Spyken, Lund:**

– Mina elever ska arbeta med en uppgift där de slumpvis tilldelas ett grundämne och sedan med hjälp av Kemisamfundets app Fickfakta får hitta argument för varför just det grundämnet är intressant. Syftet är både att introducera det periodiska systemet och att



visa andra faktakunskaper om våra grundämnen. Fokus är inte på utantillkunskap, utan på att öva på att hitta viktig information och värdera den. Periodiska systemet är en fantastisk "upppfinning" som hjälper oss att sortera de kända grundämnena, att förstå vad de har för egenskaper, och varför.



Emma Johansson, lektor, Rosendalsgymnasiet, Uppsala: – Jag använder periodiska systemet väldigt ofta, till exempel när jag pratar om reaktivitet, elektronegativitet eller valenselektroner.

slagen som presenteras antingen med hjälp av Bohrs atommodell eller med hjälp av orbitalmodeller. I dag pågår en snabb utveckling för att digitala verktyg ska bli mer användarvänliga. Tyvärr innehåller många gratisversioner reklam som kan vara störande när apparna ska användas i utbildningssyfte. Här är det viktigt att understryka att det är önskvärt att det inte enbart är de teknikföretag som skapar apparna som utvecklar dessa, utan att kemikunniga användare ser till att ämnesinnehållet är korrekt, relevant och användbart.

**Karolina Broman, universitetslektor i kemididaktik vid Umeå universitet, ledamot i Kemisamfundets utbildningsnämnd.**



# Störst, men inte först

Periodiska systemet var inte en plötslig snilleblyxt av **DMITRIJ MENDELEJEV**. Flera andra forskare hade före honom presenterat liknande system.



# M

endelejevs första periodiska system som han publicerade år 1869 fick med tiden stort genomslag. Skälet brukar anses vara att Mendelejev inte bara lämnade luckor för upptäckta grundämnen, utan att han även förutsade dessa grundämnen egenskaper. Då gallium och skandium upptäcktes 1875 respektive 1879 och egenskaperna visade sig stämma överens med förutsägelsearna blev det en fjäder i hatten för Mendelejev.

Ytterligare en viktig faktor som bidrog till intresset för periodiska systemet var att den tyske kemisten Lothar Meyer år 1870 visat en graf över atomvolymen (atomvikt delat med densitet) som funktion av atomvikten som visade på en tydlig periodisk trend. Under 1880-talet började periodiska system bli mer vanliga i våra läroböcker.

Mendelejev var dock inte först. Det första steget mot det periodiska systemet togs av tysken Wolfgang Döbereiner. Han noterade 1817 att atomvikten för strontium är unge-

fär lika med medelvärdet av atomvikterna för kalcium och barium, samtidigt som strontiums kemiska egenskaper hamnar någonstans mitt emellan egenskaperna hos kalcium och barium. År 1829 presenterade han ytterligare fyra sådana grupper, som han kallade triader: (Li, Na, K), (Cl, Br, I), (S, Se, Te) samt (Fe, Co, Ni).

Fransmannen Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois var antagligen den som var först med att demonstrera ett periodiskt system. Han presenterade den så kallade telluriska helixen år 1862, där han hade ordnat grundämnena i en serie efter stigande atomvikt. Serien bildade en helix där till exempel alkalimetallerna hamnar under varandra, en i varje varv. Artikeln där han presenterade helixen innehåller dock ingen illustration och hans idé fick inget genomslag.

Engelsmannen John Newlands arbetade efter liknande banor och utarbetade ett system år 1863. Newlands ordnade grundämnena efter stigande atomvikt och fann att han kunde dela in dem i oktaver. Vart åttonde grundämne hade liknande egenskaper (observera att gruppen av ädelgaser ännu var okänd). Trots Newlands obetydliga position som kemist vid ett sockerbruk, fick han möjlighet att presentera sin idé för Chemical Society i London. Åhörarna i London lät sig dock inte imponeras. En av deltagarna tyckte att idén var så dum att han frågade om Newlands försökt ordna grundämnena i alfabetisk ordning i stället för efter atomvikt. Newlands system har dock överlevt eftersom han skrev en artikel om det som publicerades i *Chemical News* 1864 och han har i efterhand erkänts som en av periodiska systemets upphovsmän.

**HUVUDPROBLEMEN FÖR DE** som försökte konstruera de första periodiska systemen var i huvudsak två. Dels var övergångsmetallerna ett bekymmer eftersom indelningen i grupper inte var lika uppenbar som hos huvudgruppselementen. Ett annat problem var att många grundämnena fortfarande var upptäckta. Man hade på 1860-talet en handfull lantanoider och två aktinoider som var svåra att placera in. Var skulle man till exempel placera uran och cerium?

Ett stort steg framåt i utvecklingen var det periodiska system som publicerades av engelsmannen William Odling 1864. Det har visserligen vissa brister, som exempelvis att litium och natrium inte återfinns i samma grupp, men Odling har till exempel lämnat luckor för grundämnena som han ansåg vara upptäckta. Hans system fick dock inte särskilt stor uppmärksamhet.

I stället är det två personer, Dmitrij Mendelejev och Lothar Meyer, som brukar

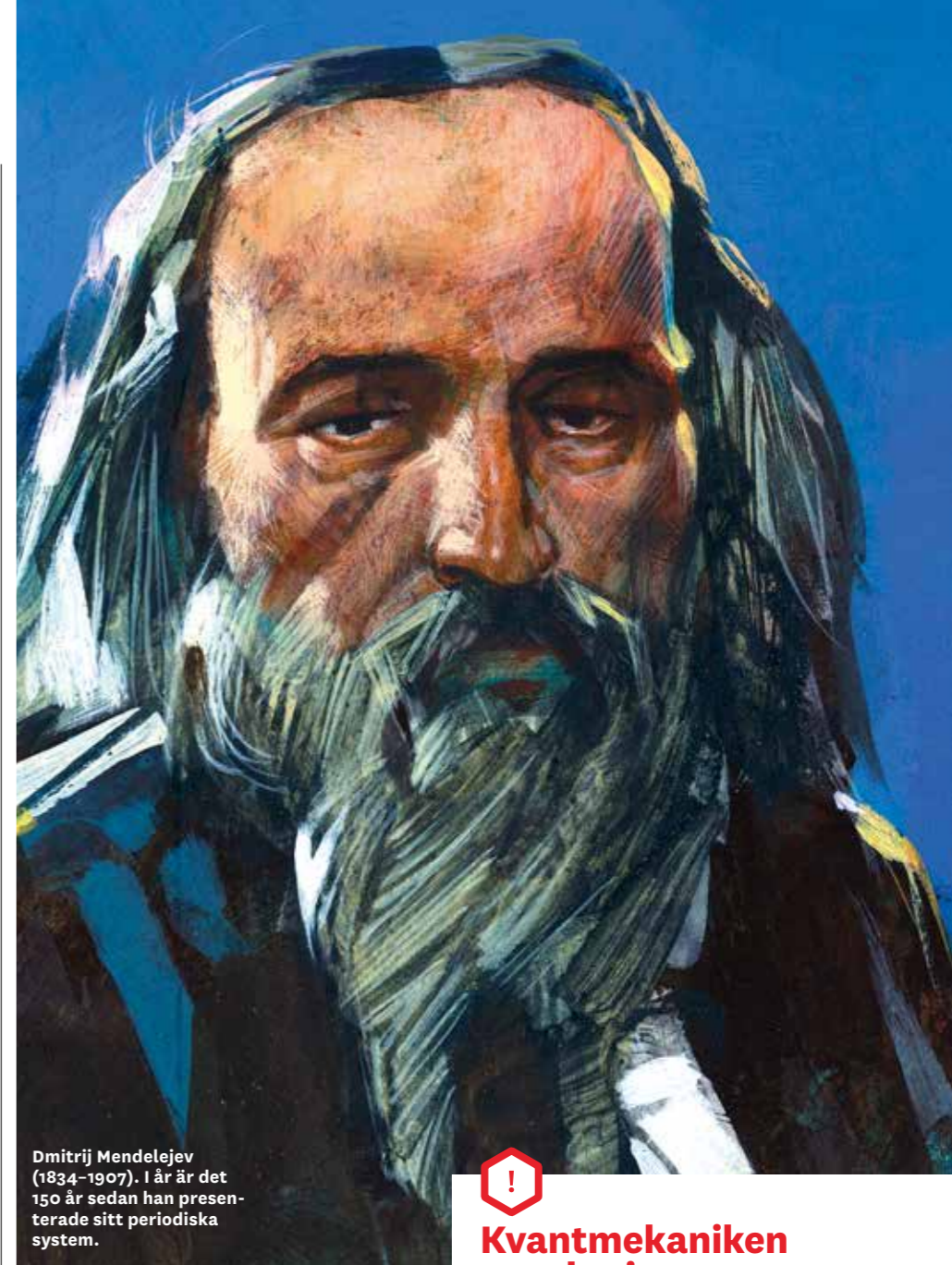
få dela äran av att ha uppfunnit periodiska systemet. Av dessa båda var Lothar Meyer först ut. I sin bok *Die modernen Theorien der Chemie* från 1864 lade han fram ett periodiskt system med 28 grundämnen och luckor för några upptäckta. Ett utvidgat periodiskt system såg dagens ljus 1868, men blev dock inte publicerat.

**DET VAR TVÅ SEPARATA** faktorer som möjliggjorde utvecklingen av periodiska systemet under 1800-talet. På 1810-talet kunde kemisterna, med Jacob Berzelius i spetsen, med allt större noggrannhet bestämma atomvikter. På 1820-talet hade vi en hjälpmedel för korrekt atomviktstabell. Samtidigt hade framstegen inom analytisk kemi under 1700-talet gett resultat. På 1840-talet hade man i princip upptäckt de grundämnen som man kunde förväntas upptäcka med de metoder som fanns. En ny våg av grundämnen dök upp från 1860-talet och framåt när den nya analysmetoden spektralanalys tillkom. I mitten av 1800-talet fanns det alltså både tillförlitliga atomvikter och ett tillräckligt stort antal grundämnen för att periodiska systemet skulle kunna ta form. En trolig förklaring till att det ändå skulle dröja till 1860-talet innan periodiska systemet såg dagens ljus var att många kemister under 1830- till 1850-talet övergav atomvikterna till förmån för ekvivalensvikter (atomvikt dividerat med valenstal), vilket effektivt dolde principen bakom periodiska systemet.

De periodiska systemen från 1800-talet skiljer sig utseendemässigt betydligt från de periodiska system vi är vana att se. Den blivande schweiziske Nobelpristagaren Alfred Werner är sannolikt fader till formen på vårt moderna periodiska system, även om Mendelejevs design där till exempel alkalimetallerna och myntmetallerna återfinns i samma kolumn, var vanlig till mitten av 1900-talet. Werners system finns som en utvikbar plansch i hans bok *Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie* från 1905.

**NÅGOT SOM ÄR FASCINERANDE** med Werners periodiska system är att atomens struktur framgår så tydligt, trots att den var fullständigt okänd 1905. Det skulle ta många år innan vi förstod varför periodiska systemet har den form det har. Man hade till exempel tvingats byta plats på vissa grundämnen (kobolt har till exempel högre atomvikt än nickel, men för en kemist är det uppenbart att de måste byta plats). Periodiska systemet var alltså egentligen inte baserat på atomvikt utan någon form av "atomnummer". Först 1913 kunde den brittiske fysikern Henry Moseley experi-

ILLUSTRATION: GETTY IMAGES



Dmitrij Mendelejev (1834-1907). I år är det 150 år sedan han presenterade sitt periodiska system.



## Kvantmekaniken gav de sista pusselbitarna

mentellt visa att atomnumret är en fysikalisk verklighet och är proportionellt mot kärnladdningen.

Det var först på 1930-talet och kvantmekanikens genombrott som man slutligen kunde förklara varför periodiska systemet ser ut som det gör och varför det till exempel är just sex grupper i p-blocket och varför d-blocket är insprängt mellan s- och p-blocken.

Det är alltså inte helt uppenbart att det periodiska systemet ska firas just i år, men å andra sidan är det verkligen på tiden att en sådan fantastisk skapelse blir grundligt firad.

**Anders Lennartson, doktor i kemi och författare. Han har skrivit två böcker om Carl Wilhelm Scheele.**

Niels Bohr lade 1913 fram sin atommodell där han hävdade att elektronernas rörelsemängdsmoment är kvantiserat, och elektronerna är fördelade i elektronskal. Med Arnold Sommerfelds arbeten 1915-1920 fick vi ytterligare två kvanttal, vilket förklarar uppdelningen i s-, p-, d- och f-block. Den sista pusselbiten, uteslutningsprincipen, introducerades av Wolfgang Pauli 1925. Först 1936 beskrev Erwin Madelung klart och tydligt att atomorbitalerna fylls efter stigande värde på  $n+l$ , där  $n$  är huvudkvanttalet och  $l$  är biquanttalet (Aufbauprincipen).



Industrimatens glassiga förpackningar skönmålar verkligheten.



## Styvmoderligt behandlat kulturarv

Mat, myter och maskiner  
Andreas Håkansson  
[Förlag: Fri tanke 2019]

Det är dags att uppskatta livsmedelsindustrin.

**FORSKAREN OCH** författaren Andreas Håkansson, till vardags docent i livsmedelsteknik vid Lunds universitet, har utkommit med en spännande bok om industrimatens ärorika historia – *Mat, myter och maskiner*. I förordet berättar han lyriskt om sitt livs bästa måltid, inmundigad på Ängavallens

gård i Vellinge, där precis allt är genomtänkt ut i minsta detalj och gjort på den egna gården. Så är också Ängavallens gård en föregångare i nytvecklingen av en modern småskalig livsmedelsproduktion och förädling. Men till vardags äter Andreas Håkansson så klart inte där – av både ekonomiska

och rent praktiska skäl. Då blir det mycket färdiglagat och många halvfabrikat. Och det smakar inte lika gott som på Ängavallen, det tillstår författaren direkt. Och så börjar han fundera över varför. Snabbt kommer han fram till en del av pudels kärna – industrimatens glassiga förpackningar försöker förföra och skönmåla en verklighet som vi som konsumenter egentligen inte tror på och kanske inte heller vill se. Kontakten mellan producent och konsument är sedan längre bruten i denna del av livsmedelskedjan och därmed också möjligheten för producenten att ge en ärlig bild av sin produkt till konsumenten. Men minst lika viktigt är att det inte finns forum för att i realtid kunna återkoppla till producenten om hur jag som konsument uppfattar en vara. Men nog med denna utveckling. *Mat, myter och maskiner* är en hyllning, mindre till industrimatet som sådan, men desto mer till dess kulturhistoria och skickliga innovatörer och ingenjörer. Här sparar författaren inte på krutet. Det är spännande, väl-skrivet och intresseväckande – ja, till och med fartfylt. Den amerikanske författaren Mark Kurlansky (med böcker bland annat om salt och torsk) ande svävar över verket, både som inspiratör och ibland också som faktabank.

**ANDREAS HÅKANSSONS** bok kommer i en tidskontext där journalisten och tidigare SvD-medarbetaren Mats-Eric Nilsson skrivit och nått stor framgång med böcker som *Den hemlige kocken: Det okända fusket med maten på din tallrik* (2007). Som läsare får jag intrycket av att Andreas Håkansson med sin bok vill ge också den andra sidan av saken en röst. Det är både bra och angeläget. Som kemister vet vi så klart att de E-nummer, som man lätt kan skrämman upp allmänheten med, på goda

grunder är provade och godkända som livsmedelstillsatser. Men kanske är inte heller påståendet att dessa tillsatser är farliga – utan snarare är Mats-Eric Nilssons fråga varför de överhuvudtaget finns i en massa livsmedel. Kåldolmar vi lagar hemma innehåller inte 34 E-nummertillsatser som Dafgårds gjorde när Mats-Eric Nilsson undersökte dem. Och efter *Den hemlige kocken* städade Dafgårds ordentligt i sitt kök och såg till att börja laga maten på ett bättre sätt för att inte tvingas ta hjälp av tillsatserna. Och det kanske är här som kärnan alltså ligger. Andreas Håkansson gör industrimatet – eller i varje fall dess kultur-

historia – både spännande och levande. Så länge denna tillverkas utan tillsatser jag inte själv skulle använda om jag gjorde samma sak hemma håller jag med. Men i samma stund som det dyker upp tillsatser jag inte skulle använda eller råvaror som känns fel i sammanhanget, så blir insikten om att något trots allt är fuffens viktigare för mig personligen vid valet av livsmedel än glädjen över att känna till de skickliga entreprenörerna och ingenjörerna som en gång byggde upp verksamheten. För livsmedel är en annan sorts verksamhet än en vanlig kemisk processindustri, vars produkter inte ska inmundigas. Luftupplåst gräddglass från fabriken blir för mig inte godare av insikten om att För-enade kungarikets beryktade järnlady, Margaret Thatcher, hade ett finger med i spelet när det begav sig. Med detta sagt fyller Andreas Håkansson bok en viktig lucka. Det är att hoppas på att han själv och fler i hans efterföljd vill ge sig i kast med att beskriva den viktiga del av det industriella kulturarvet som livsmedelsindustrin utgör. Det är en mycket styvmoderligt behandlad del av Sveriges historia, även i det tidevarv som säger sig fokusera på just detta kulturarv. – Martin Ragnar

ILLUSTRATION: ISTOCKPHOTO

## ”Min dröm är att beställa en stor svag”

Kemisten och författaren Martin Ragnar har tagit sig an ännu ett område – svenska drycker. I boken *Svenska drycker: Från mineralvatten till mjölkdestillat* går han igenom gamla och nya drycker men blickar framför allt framåt.

– Varför reser man till Skottland för att smaka på whisky? Jo, för att det finns en uppsjö av destillerier som producerar olika sorter, med olika egenskaper och smak. Varför åker man till Loiredalen på vinprovaresa, eller på ciderprovning i Normandie? Jo, för att det finns många producenter, säger Martin Ragnar.

Hans stora intresse för dryck resulterade 2015 i att han var med om att instifta Svenska Dryckesakademien. Nu har han skrivit en bok. Hans tes är att för att Sverige ska kunna profilera sig på dryckesområdet måste det finnas flera som gör ungefär samma sak. Det visade han också vid lanseringen av sin bok, genom att ha dryckesprovning av bland annat en rad äpplemuster med helt olika karaktär. Där fanns också exempelvis krusbärsläk, nektar av svarta vinbär, savdryck och alkoholhaltiga drycker som Absolut vodka och Hernö gin.

Distinktioner är viktigt liksom namnen på dryckerna. Att kalla en blåbärsdryck för blåbärsvin ger helt fel förväntningar, menar Martin Ragnar. Vin är ett fermenterat av druvor och ingenting annat. Han föreslår ett nytt sätt att namnge drycker för att undvika att man jämför till exempel en fermenterad bärdryck med ett rödvin.

I den innehållsrika boken får man läsa om historia och framställningsmetoder av jäsna och ojäsa, alkoholdestillerade och destillat, kolsyrade, sav, nektar och ört-drycker. Han diskuterar lagring, blandningar och förpackningar. Han tycker man ska lyfta fram att det var den svenske kemisten Johan Gottlieb Gahn, som 1776 var först i världen med att framställa en kolsyrad dryck och tillsammans med sin handledare Torbern Bergman kan betraktas som läskedryckens skapare.

FOTO: PRESSBILD

Den svenska dryckesskatten är stor men det finns saker vi kan göra bättre. Att vi inte är så bra på fruktviner tror Martin Ragnar beror på förbudet mot gårdsförsäljning. När det gäller öl bygger framställningen på importerad malt och humle och där kan det hända mer. Inte minst genom att utforska den svenska ölskatten av gamla ölsorter, vilket han också gör i boken.

– Min dröm är att i framtiden kunna beställa ”en stor svag”. Det är också hög tid att formulera ett manifest om den svenska/nordiska drycken på samma sätt som om nordisk mat.

Absoluta vodka gjord på spannmål vid fabriken i Nöbbelöv och Åhus är en framgångssaga. Som den hängivne kemist han är tycker Martin Ragnar att vi ska lobba för en återkomst av svensk cellulosaspirt, som förbjöds som dryck av EU när Sverige blev medlem 1995. De sista flaskorna av Taffelbrännvin fanns kvar i lager hos Vin & Sprit fram till 1988.

– Boel Jönsson



**Aktuell med:**

**Svenska drycker: Från mineralvatten till mjölkdestillat**  
Martin Ragnar  
[Carlsson bokförlag 2018]



## Inval och utmärkelser 2019



**Staffan Asplund**, global forsknings-, utvecklings- och innovationschef vid Nouryon, **Mats Larhed**, professor i läkemedelskemi vid Uppsala universitet, samt **Magnus Nydén**, chefsforskare vid Nouryon, har valts in i IVA:s avdelning för kemiteknik.



**Camilla Christensson**, lärare vid Katedralskolan i Lund, får lärarpriset i kemi 2019 av KVA (Beijerstiftelsens lärarpris till Ingvar Lindqvists minne).



**Magnus Ehinger**, lektor i kemi och biologi på gymnasieskolan Spysken i Lund, får Kemisamfundets Gunnar Starck-medalj 2019.



**Göran Widmalm**, professor i organisk kemi vid Stockholms universitet, får Ulla och Stig Holmquists vetenskapliga pris i organisk kemi 2018 för sina insatser inom kolhydratområdet. Prissumman är på cirka två miljoner kronor.



**Yaowen Wu**, professor vid Umeå universitet, är en av 34 biokemister som har utsetts till framtidens forskare i biokemi av American Chemical Societys tidskrift *Biochemistry*.

Han får också Göran Gustafssonpriset i molekylär biologi ”för sina innovativa molekylära studier av intracellulär transport och autofagi”. Priset är ett anslag på 5,1 miljoner kronor och ett personligt pris på 250 000 kronor.



**Anders Nordström**, universitetslektor i molekylärbiologi vid Umeå universitet, får Svenska Masspektrometrisällskapetets silvermedalj till Berzelius minne, för sitt bidrag till utvecklingen av metabolomikforskningen. Metabolomik kan beskrivas som att i en enda analys studera alla små molekyler i ett biologiskt prov.



**Emmanuelle Charpentier**, forskare vid Max Planck-institutet i Berlin, får Scheelepriset 2019 för att ha klarlagt mekanismerna bakom gensaxen CRISPR-Cas9. Priset delas ut av Apotekar societeten och består av en medalj och 225 000 kronor.



**Kristina Edström**, professor i organisk kemi, Uppsala universitet, och **Xiaodong Zou**, professor i strukturkemi, Stockholms universitet, är två av 22 forskare som utsetts till Wallenberg Scholars. Det innebär att de får 18 miljoner kronor vardera av Wallenbergstiftelserna som ett femårigt anslag för fri forskning.



Johan Widheden lämnar industrin.

## ”Industrin är stor och diversifierad”

**JOHAN WIDHEDEN** går till Världsnaturfonden.

UPPDRAGET ÄR ATT tillsammans med företag jobba för att minska den globala uppvärmningen. HM, Johnson & Johnson, Procter & Gamble och Volvo är några av de 16 företag som redan är med i samarbetet.

– Jag är globalt ansvarig för Världsnaturfondens (WWF) program Climate savers, där vi jobbar i partnerskap med företag för att sänka de totala utsläppen av växthusgaser. Dels genom deras eget arbete i företagen, dels genom samverkan och påverkan i leverantörskedjan och gentemot politiker, säger Johan Widheden.

Nouryon, där han arbetade fram till i mars, tillverkar kemikalier som används vid produktion av exempelvis papper, plast, livsmedel och läkemedel. Johan Widheden var under 16 år med och byggde upp hållbarhetsarbetet.

– Jag ska jobba med företag nu också. Jag har erfarenhet av klimatarbete inifrån företag och hur man ser på samarbeten. Det finns många sådana

inom klimatområdet nu, och det gäller att hitta rätt form för Climate savers.

Ursprungligen är Johan Widheden civilingenjör i elektroteknik från Chalmers, där han läste en inriktning mot tillämpad miljömätteknik och livscykelanalyser. Efter några år på bland annat ett par forskningsinstitut kom han till Akzo Nobel Specialty Chemicals, som i fjol bytte namn till Nouryon. Vad tycker han då om industrins miljöarbete?

– Det är svårt att ge ett generellt svar. Industrin är stor och diversifierad, och det är miljöfrågorna också. Kemiföretag har av naturliga skäl alltid störst fokus på säkerhet och att följa lagar och regler. Ofta ökar prioriteringen på klimat och andra miljöfrågor, ju närmare konsumenten företaget ligger i leverantörskedjan. Det är främst marknaden, samt lagar och förordningar, som driver på utvecklingen. Men det går för sakta, säger Johan Widheden.

– Siv Engemark

FOTO: PRESSBILDER

# Modifierad zeolit adsorberar koldioxid bättre

**PRZEMYSŁAW RZEPKA** har detaljstuderat vad som sker inne i porerna.

**ZEOLITER ÄR SMÅ**, porösa kristaller. Vissa molekyler kan passera rakt igenom de små porerna, medan andra fastnar. Det gör att zeoliterna kan användas för att separera molekyler från varandra. Zeolit A är en syntetisk variant som är väl studerad och därför fungerar bra som modell för att studera vad de porösa kristallerna kan användas till. Przemyslaw Rzepka ville undersöka om adsorptionsegenskaperna kunde förbättras om han modifierade zeolitens struktur. Han bytte ut natriumjonerna som finns i porernas öppningar mot något större kaliumjoner.

– Koldioxidmolekylen är något mindre än exempelvis kvävgas- eller metanmolekylerna. Porstorleken i den modifierade zeolit A är mellan dessa dimensioner. Det gör att zeoliten kan fungera som en molekylär sikt för att selektivt adsorbera koldioxid, medan kvävgas eller metan sikts bort, berättar Przemyslaw Rzepka.

**DET ÄR VIKTIGT** att det ämne som ska adsorberas snabbt tas upp och lika snabbt kan tas bort, så att adsorbenten kan användas flera gånger.

– Jag hittade det förhållande mellan kalium och natrium som ger bäst selektivitet utan att minska möjligheten att få bort gasen efter adsorption, säger han.

I sitt arbete – som har publicerats i bland annat *Journal of Physical Chemistry* – har han också i detalj undersökt processen när koldioxid adsorberas till zeoliten.

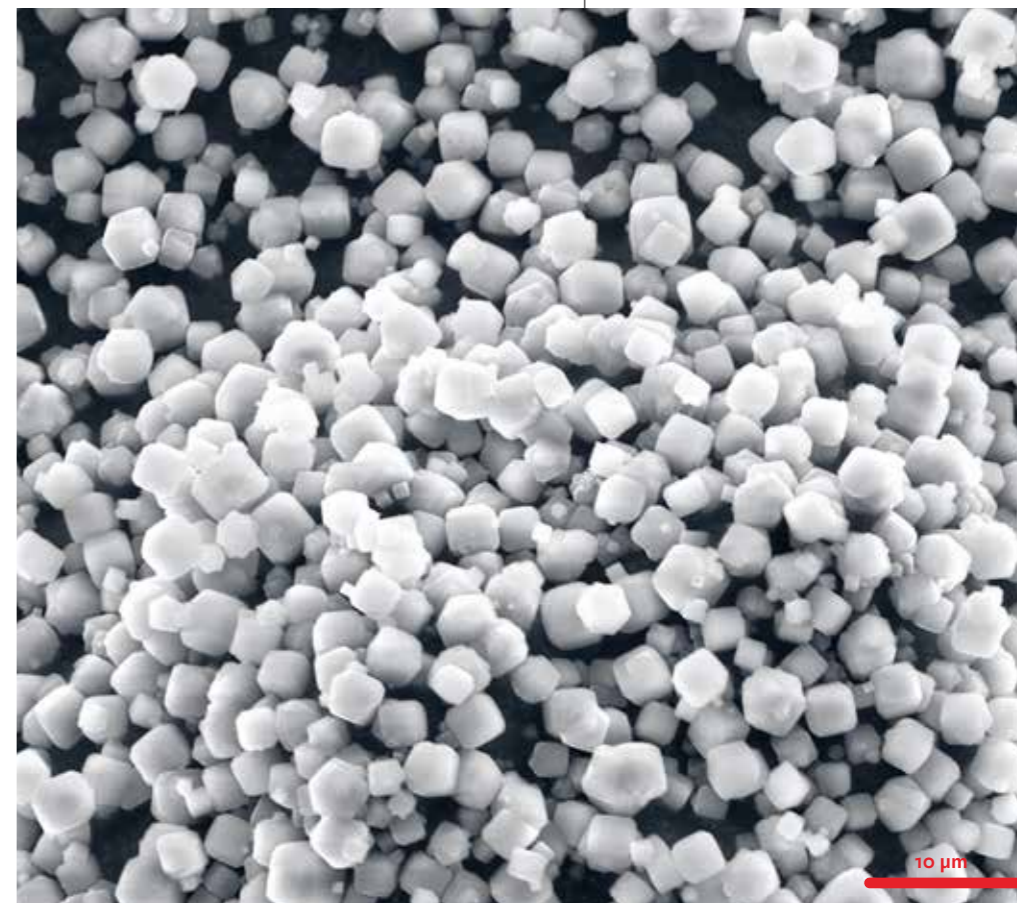


The chemical nature of CO<sub>2</sub> adsorption on zeolite A.

Przemyslaw Rzepka

Institutionen för material- och miljö kemi, Stockholms universitet.

Handledare: Niklas Hedin, professor i materialkemi.



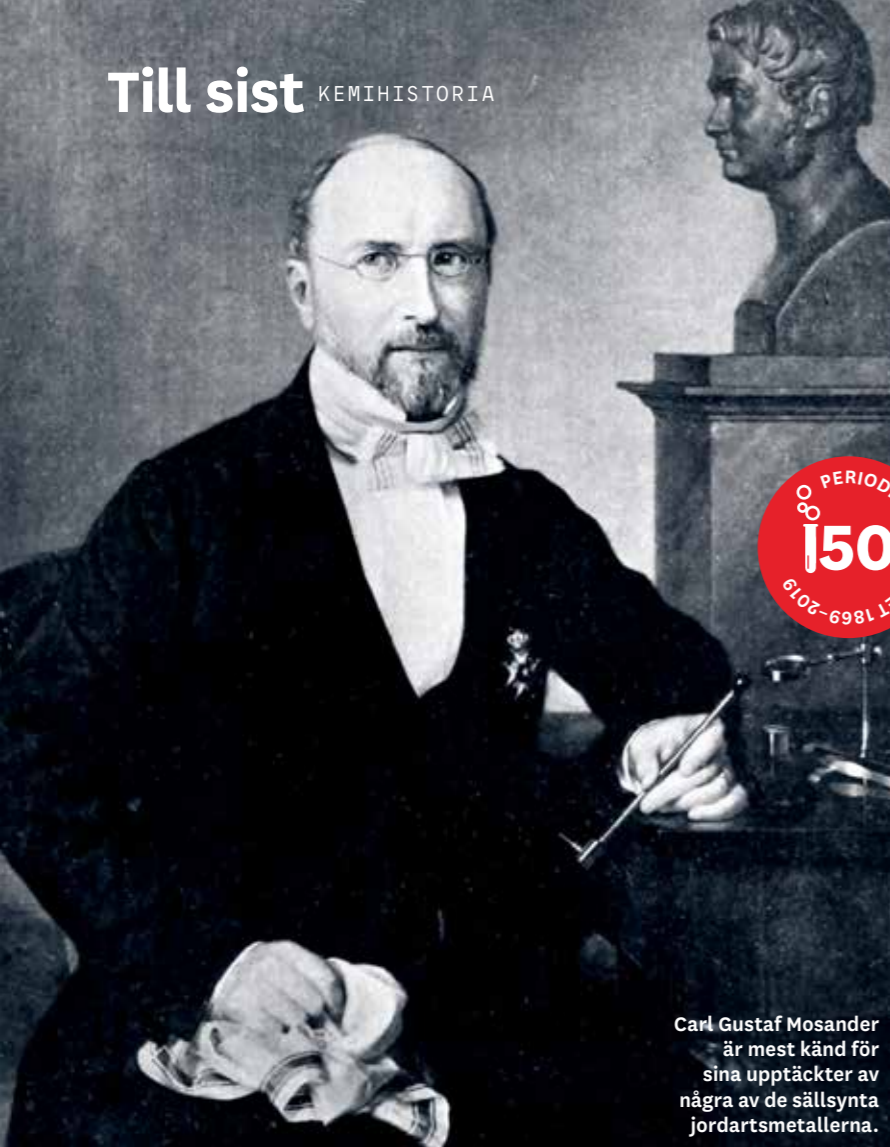
10 μm

**DET FINNS NATURLIGA** och syntetiska zeoliter. De beskrevs för första gången av den svenske mineralogen Axel Fredrik Cronstedt 1756. Han upptäckte att när man värmdes på mineralet så bubblade det som om det kokade, och gav det namnet zeolit, av grekiskans ”zeo” (att koka) och ”lithos” (sten). Zeoliter är aluminiumsilikater som består av kisel, aluminium, syre och laddningsbalansnerande metalljoner.

– Siv Engemark

Elektronmikroskopbild av Zeolit A.





Carl Gustaf Mosander är mest känd för sina upptäckter av några av de sällsynta jordartsmetallerna.

150  
1869-2019  
150  
PERIODISKA SYSTEMET

Under 1800-talet försökte många kemister, samtidigt men oberoende av varandra, hitta nya element. Det har lett till många prioriteringsstrider, ofta med nationella övertoner. Vi vet dock att Mosander i cerjorden (ceriumoxiden), ur vilken Berzelius och Hisinger tidigare isolerat cerium, upptäckte ett nytt grundämne. Han döpte det till lantan. Senare hittade han i cerjorden ytterligare ett grundämne, som han kallade didym. Därefter undersökte han mineralet gadolinit, där man tidigare funnit yttrium, och fann ytterligare två nya element, erbium och terbium. De nya element som upptäcktes runt om i Europa vid denna tid isolerades dock

inte i ren form, utan som jordar (oxider). De har upptäckts men aldrig observerats i ren form. Är då Molander därmed dessa elements egentliga upptäckare? Och sker upptäckten när han isolerat jorden, eller när elementet är renframställt? Svaret på frågan har endast betydelse i prioritetdebatter.

Historien kompliceras än mer när man senare i erbium och terbium finner även grundämnena holium, thulium och dysprosium. Det betyder att Mosander inte hade framställt vare sig erbin- eller terbinjord i ren form. Därtill visade Carl Auer von Welsbach 1885 att didym bestod av de två sinsemellan likartade grundämnena praseodym och neodym.

Vad har då Mosander upptäckt? Didym, ett grundämne som inte längre finns eller två nya grundämnena? Eller sam-

manlagt tre? Eller ska upptäckten av didym, som Mendelejev placerade i det periodiska systemet, sluta att betraktas som en upptäckt när det kunde sönderdelas i två ämnen?

**MEN DET HELA** blir enklare om vi tar hänsyn till svaret på frågan om vad ett element är. Den besvarades annorlunda på 1800-talet än i dag. Dagens begreppsförklaring bygger på en bestämd uppfattning om atomens inre uppbyggnad. Tidigare använde kemister en rent praktisk definition som formulerades ungefär "som element ska betraktas det enklaste ämne man kan analysera fram i ett laboratorium". En sådan definition har under långa tider varit mer eller mindre uttalad, men alltid använd inom kemin. Den dominerade helt ända fram till början av 1900-talet. Vad som skulle betraktas som ett element var alltså beroende av kemistens analytiska skicklighet, och på det området fanns en stark tradition i Sverige. Efter Berzelius var Mosander en av de skickligaste analytikerna – däremot helt ointresserad av teoretiska frågor. I denna analytiska anda upptäcktes många nya element under 1800-talet, gahnium, noricum, pelopium, svecicum, illium och helenium med flera. Nästan alla visade sig snart vara redan kända eller blandningar av redan kända element. Men med den definition man omfattade fanns ingen gräns för hur många grundämnena det kunde finnas.

Diskussioner kring upptäckter har en tendens att dominera i historien, på bekostnad av en diskussion kring Mosanders plats i den analytiska kemins historia. Att fastställa den platsen är betydligt intressantare än att försöka besvara frågan om exakt hur många element han upptäckte.

**Anders Lundgren, professor emeritus i idé- och lärdomshistoria vid Uppsala universitet, medlem i Kemisamfundets kemihistoriska nämnd.**

MÅLNING: KARL GUSTAF PLAGEMANN (1805-1868)

# Ämnena som inte platsade i systemet

Ett element var inte samma sak på 1800-talet som i dag.

**CARL GUSTAF MOSANDER** (1797-1858), elev till Berzelius, dennes efterträdare vid Karolinska institutet och senare bland annat lärare vid Farmaceutiska institutet, har en självklar plats i kemins historia på grund av sina upptäckter av några av de sällsynta jordartsmetallerna.

Men hur många upptäckte han? Det skulle vi kunna svara på genom att undersöka vilka element i det periodiska systemet som för första gången i historien nämns i Mosanders kemiska skrifter. Det kan tyckas vara en enkel sak att göra, men är inte fullt så okomplicerat.



INBJUDAN

# Symposium och studiebesök

Följ med till kulturarvet Ytterby gruva.

## YTTERBY GRUVA HISTORICAL LANDMARK

27 april 2019, Vaxholm  
Ytterby gruva har tilldelats EuChemS Historical Landmark för den historiska betydelsen av de många grundämneshandlingarna, vilka länkar kemin till det europeiska kulturarvet.

"In recognition of the historical importance of the chemical discoveries and developments tied to the site and to the deep link between chemistry and European cultural heritage, the Ytterby Mine is awarded the EuChemS Historical Landmarks Award at the European level."

Lördagen den 27 april kommer plaketten att avtäckas vid Ytterby gruva på Resarö.

## Program:

**09:30-12:00 Symposium-Historical Landmark**  
Kronängsskolan, Ingenjörsvägen 1, Vaxholm

**12:30-12:45 Båttur från Fredriksberg brygga till Ångbåtsbryggan Ytterby**

**13:00-14:30 Besök vid Ytterby gruva.** Avtäckning av plaketten. Den som så önskar ges möjlighet att göra en guidad tur i gruvan. Maximalt 25 personer per tur.

**15:00- Båttur från Ångbåtsbryggan Ytterby till Vaxholm**

Notera att på grund av brist på parkering får inga bilar tas med till gruvan samt att besöket inte är handikappanpassat. Eventuella bilar kan parkeras vid Kronängsskolan.

**Förtäring:** Egen matsäck eller förbestämd lunchsmörgås med dryck à 100 kr. (Betalas med swish eller kontant. Jämna pengar tack!)



**Anmälan senast den 16/4.** Ingen avanmälan efter den 23/4 och no show debiteras med 500 kr.

**Föranmälan på:** [www.kemikonferens.se/ytterby-gruva-historical-landmark](http://www.kemikonferens.se/ytterby-gruva-historical-landmark)

**Program symposium på:** [www.kemikonferens.se/symposium-ytterby-historical-landmark](http://www.kemikonferens.se/symposium-ytterby-historical-landmark)



KALLELSE

## Årsmöte i Svenska Kemisamfundet

WAXHOLMS HOTELL, HAMNGATAN 2 I VAXHOLM. Fredagen den 26 april kl. 17:00  
Anmälan till e-post: [lena.jirberg@kemisamfundet.se](mailto:lena.jirberg@kemisamfundet.se)





# Äntligen – periodiska systemet i fickan!



**Ladda ner appen gratis!**



**Fickfakta Kemi** är världens första app med det periodiska systemet på svenska. Den innehåller dessutom massor av annan kemifakta. Målgruppen är först och främst högstadie- och gymnasieelever men den är ett smidigt och lättnavigerat litet verktyg för alla som har kemi som intresse eller yrke. Tipsa gärna vänner och bekanta!



**SVENSKA  
KEMISAMFUNDET**