

Radikalt! Organisk syntes på frammarsch

Kemisk tidsskrift

N^o3
2022

Medicinskt
mirakel –
eller bara
big business?

Många röster men få
vetenskapliga studier
om cannabis

+ Satsar på natriumjonbatterier / Bryter ner PFAS / Mer plaståtervinning



Minsta jätten

En teknisk jätte i dvärgformat: Den banbrytande TOC-1000e är den första i eTOC-serien av online-analysatorer för analys av ultrarent vatten. Den kombinerar branschledande teknik med hög känslighet och användarvänlighet som gynnar den effektiviteten och hantering som krävs inom bla läkemedelsindustrin och vid tillverkning halvledare och finmekanik.

Banbrytande branschledande teknik
 såsom "Active-Path" design och en kraftfull, miljövänlig UV-excimerlampa

Uppfyller regulatoriska krav
 såsom United States Pharmacopeia och 21 CFR part 11

Minsta fotavtrycket, stöder flexibel installation
 antingen som bords-, väggmonterad eller stolpmonterad version

Största färg-pekpanelen
 ger exceptionell överskådlighet med förenklad drift och datahantering



Signaler

- [6](#) Satsar på material för natriumjonbatterier. Förnybart för sjöfarten.
- [7](#) Ted Fjällman är vd för vaccintillverkaren North X Biologics i Matfors.
- [8](#) Bioplast av hemicellulosa.
- [9](#) Forskare har hittat ett sätt att bryta ner PFAS. Många lärare behöriga i kemi.
- [10](#) Borealis vill återvinna plast kemiskt.
- [12](#) Nouryon bygger nytt i USA. Stöd till metanolprojekt.

Krönika

- [13](#) Jonas Mindemark: Det sämsta av två världar.

Möte med rätt kemi

- [14](#) Rapport från SCS 2022.

Fler synteser med elektrokemi

- [18](#) Nyväckt intresse för gammal metod.

Ingen mirakelmedicin

- [24](#) Cannabis har hittills visat liten effekt som medicin.

Magisk vecka i Lindau

- [28](#) Unga forskare möter Nobelpristagare.

Lästips

- [30](#) Apan och filosofen.
- [31](#) Lektioner i kemi.

Karriär

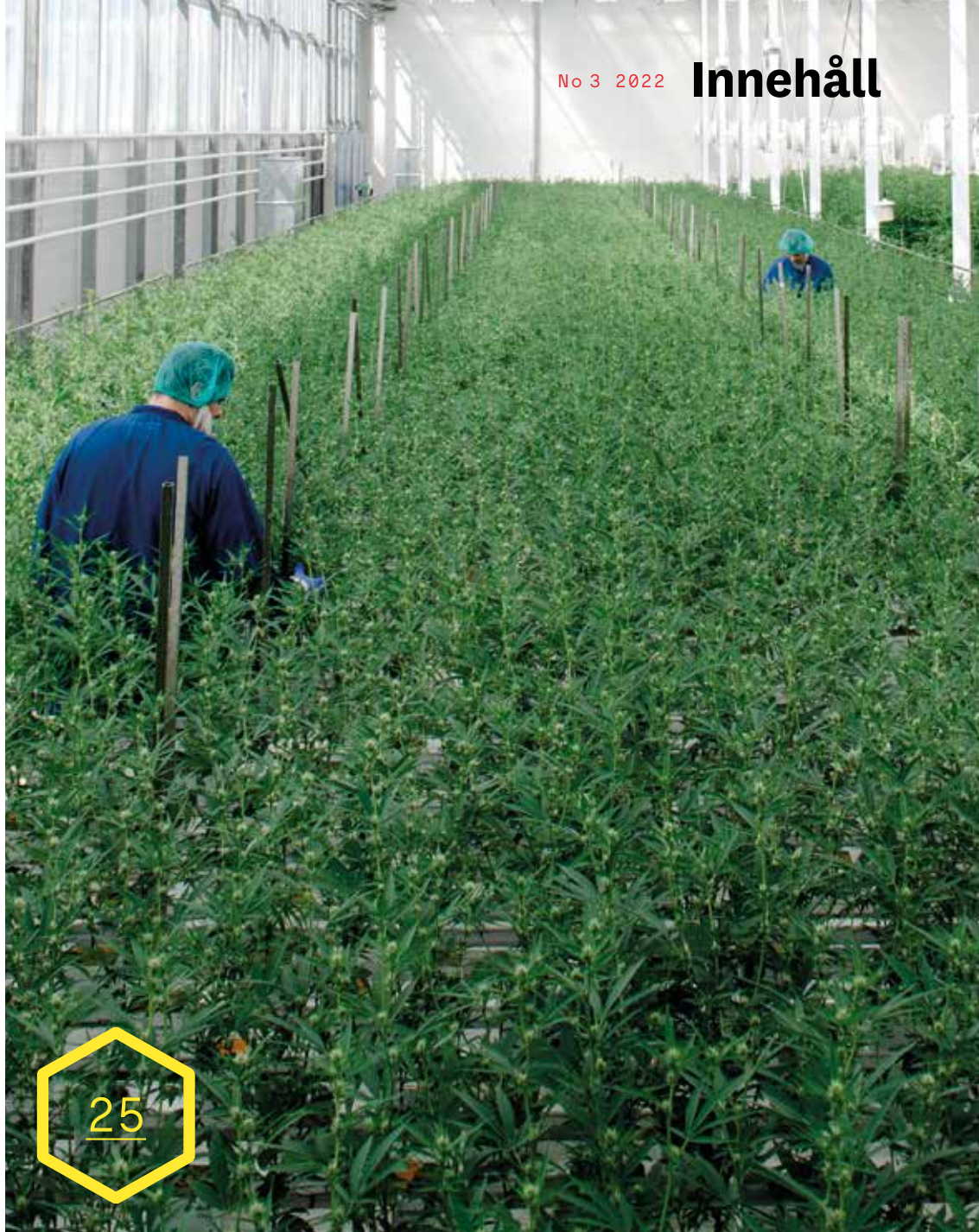
- [32](#) Karolina Broman belönas av Kemisamfundet.
- [33](#) Avhandlingen: Roboten hittar snabbt nya material.

Till sist

- [34](#) Mannen bakom det kemiska kriget.

Medlemsidan

- [35](#) Nöjd med sommarkursen i fysikalisk kemi. Kemiolympiaden.



25



28



10

7

Vägar mot omställning

Sommaren 2022 inleddes med ett lyckat kemimöte i Linköping. Nu, många varma dagar senare, lägger jag turer i sydfranska berg och bilresor till och från mål inom Sverige med radioprogram och poddar i högtalarna i minnesbanken. En radioserie som sticker ut är den om gamla och nya farsoter med Karin Arbsjö och mikrobiologen Farshid Jalalvand. Den senare har även skrivit boken *Apan & filosofen* som recenserar i detta nummer av Kemisk Tidskrift.

Kemi är en global vetenskap som utvecklas snabbt. Vi bygger bättre förståelse för "hur och varför" med experiment och modellering. Vi använder kemins verktyg för att skapa nya föreningar och material med intressanta egenskaper. Och vi skapar även nya verktyg eller gör kraftfulla moderniseringar av sådana som blivit lite bortglömda. Hit hör att använda elektrokemi för att skapa viktiga bindningar, som Helena Lundberg och Markus Kärkäs skriver om på sidan 18. Elektrosyntes är mycket hetare i dag än när min doktorand inom ett solcellsprojekt – för mer än 20 år sedan – försiktigt elektropolymeriserade färgade komplex bundna till titandioxid för att hindra att färgämnet med tiden skulle lossna.

Flödena av elektricitet och molekylära energibärare har drastiskt ändrats inom Europa sedan i vintras och är något som kommer att påverka oss alla. Det blir allt mer tydligt när det kalla och mörka halvåret närmar sig. Dessutom har nederbörd varit en bristvara under sommaren. Nu gör en global komponentbrist att både konstruktion och reparationer av väsentliga tekniska system kan dra ut på tiden. Omställning krävs inom många områden och på många sätt. Här har kemi och kemikunskaper givetvis många viktiga roller – även om alla inte är omedelbart uppenbara.

Nästan samtidigt som detta nummer når dig är den internationella kemiorganisationen IUPAC:s ordförande på besök i Sverige. Han håller ett föredrag på Zoom om kemi och cirkulär ekonomi och om hur kemi kan bidra till att ställa om mot ökad hållbarhet.

Registreringen som är gratis gör du på kemisamfundet.se

Hinner du vara med?

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



Respons:
helena.grennberg@kemi.uu.se



ges ut av Svenska Kemisamfundet med 4 nr/år. Det första numret kom 1887.

Adress:

Kemisk Tidskrift
Svenska Kemisamfundet
Ikem, Box 55915
102 16 Stockholm
www.kemisamfundet.se

Chefredaktör:

Siv Engelmark,
Vetenskapsmedia,
siv.engelmark@vetenskapsmedia.se,
070-560 02 14

Ansvarig utgivare:

Joakim Andreasson,
Kemisamfundet.
a-son@chalmers.se,
031-772 28 38

Grafisk form:

Jesper Möller, ci.se

Språkgranskning:

Lili Guggenheimer

Annons och prumeration:

agnes.rinaldo-matthis@kemisamfundet.se
070-207 48 99

Produktion:

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Gyllenstiernsgatan 16
115 26 Stockholm
anders.svensson@vetenskapsmedia.se
www.vetenskapsmedia.se

Redaktionsråd:

Ulla Nyman, IKEM, ordförande;
Joakim Andreasson, Chalmers;
Daniel Brandell, Uppsala universitet; Anna Finne Wistrand, KTH; Leif Jönsson, Umeå universitet; Anna Kärrman, Örebro universitet; Gunnar Lidén, Lunds universitet; Agnes Rinaldo-Matthis, Svenska Kemisamfundet; Oleg Pajalic, Chalmers och Perstorp; Henrik Sundén, Göteborgs universitet; Tom Willhammar, Stockholms universitet.

Omslagsbild: TT.

Tryck: Pipeline Nordic.

Upplaga: 2 500.

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

 Vetenskapsmedia

 SVENSKA KEMISAMFUNDET
The Swedish Chemical Society



Skaffa en **företagsprenumeration** på Kemisk Tidskrift

Som företagsprenumerant får du:

- 2 exemplar av tidningen 4 gånger per år.
- Vårt nyhetsbrev att sprida i organisationen.

Pris: **1 145 kr/år**

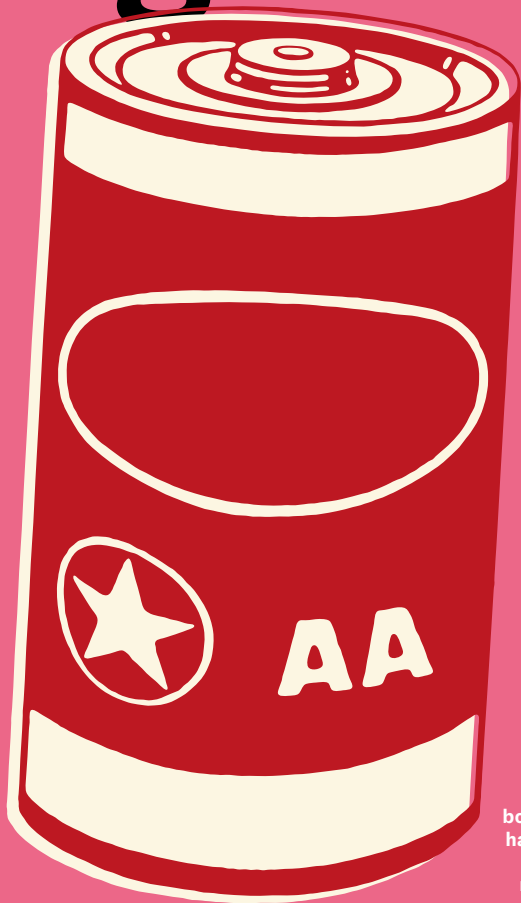
Teckna din företagsprenumeration på

kemisamfundet.se/foretagsprenumeration eller
mejla agnes.rinaldo-matthis@kemisamfundet.se

Kemisk Tidskrift ges ut av Svenska Kemisamfundet, vars uppdrag är att främja kunskapen om och intresset för kemi. Ett av Svenska Kemisamfundets viktigaste verktyg är Kemisk Tidskrift. Därför är du som prenumerar också med och stärker kemins röst i Sverige.

**Kemisk
tidskrift**

Signaler



Uppsala-bolaget Altris har utvecklat ett katodmaterial för natriumjonbatterier.

Svenskt bolag satsar på ny batteriteknik

Altris planerar för storskalig tillverkning av katodmaterial.

BILLIGARE OCH MER miljövänligt. Natrium har flera fördelar jämfört med litium. I batterier har ändå natrium hittills stått i skuggan av storstjärnan litium. Men i takt med att litiumpriset skjuter i höjden riktas allt mer uppmärksamhet mot grannen i raden av alkalimetaller i periodiska systemet.

– För fem år sedan var vi ett antal eldsjälar. Nu tittar alla stora tillverkare på natriumjonbatterier, säger Tim Nordh, teknisk chef på Altris.

FÖRETAGET har utvecklat ett katodmaterial för natriumjonbatterier som kallas Fennac. Namnet kommer av de kemiska

beteckningarna på de ingående materialerna: järn, kväve, natrium och kol. Efter fem år av utvecklingsarbete är företaget redo att starta sin första större fabrik. Nästa år ska Fennac börja tillverkas i en 1 800 kvadratmeter stor lokal tillhörande Alleima i Sandviken, tidigare Sandvik Materials Technology. Årsproduktionen på 2 000 ton ska gå till industrialisering av natriumjonbatterier hos tilltänkta kunder.

I våras tog Altris in 100 miljoner i riskkapital, bland annat från batteritillverkaren Northvolt. Därifrån kommer även den nyutträdde vd:n Martin Anderlind.

Att tillverka ett natriumjonbatteri går i princip till på samma sätt som ett baserat på litium. Det aktiva katodmaterialet läggs på en ledande film av aluminium, anoden på en annan ledande film. Anod och katod varvas och packas med separerande membran emellan i en cell som fylls med elektrolyt.

FÖRDELEN MED NATRIUM är framför allt billigare råmaterial. Men batterierna är också säkrare eftersom de inte riskerar att fatta eld på samma sätt som batterier med litium. Dessutom presterar de bättre vid lägre temperaturer.

Nackdelen är en lägre energidensitet. Medan de bästa litiumjonbatterierna närmar sig 300 wattimmar per kilo ligger natriumjonbatterier kring 150 wattimmar per kilo.

– Vi ser oss som ett komplement till litium i applikationer som storskalig energilagring, säger Tim Nordh.

Ett viktigt mål för Altris är att göra kemin så miljövänlig som möjligt. Bland annat används ett vattenbaserat lösningsmedel i katoden och företaget utvecklar även en egen, fluorfri elektrolyt. En utmaning är dock livslängden. Här återstår för Altris att bevisa att cellerna håller under den tid som kunderna kräver. ○

Hållbart bränsle för sjöfarten

Göteborgsföretaget Liquid Wind producerar metanol av infångad koldioxid och vätgas framställd genom elektrolys, där energin kommer från en förnybar källa. Planen är att sedan sälja det hållbara bränslet till fartygsmarknaden. När sjöfarten ställer om är metanol ett alternativ.

Kemisk Tidskrift har tidigare rapporterat om den anläggning Liquid Wind förbereder i Örnsköldsvik, som med start 2024 ska producera 50 000 ton metanol per år.

Nu planerar företaget att bygga ännu en fabrik – den här gången i anslutning till kraftvärmeverket i Sundsvall. All koldioxid som släpps ut från värmeverket ska samlas in. Den koldioxid som bildas vid förbränning av biomassa ska användas till metanolproduktionen, medan den del som har fossilt ursprung ska skeppas iväg och lagras i berggrunden.

Planen är att den nya fabriken ska producera över 100 000 ton metanol per år. Projektet drivs i samarbete med Sundsvall Energi, som investerar 1,5 till 2 miljarder kronor. Målet är att investeringsbeslut ska fattas 2023 och anläggningen vara klar senast 2026.

200

UNIVERSITET OCH MYNDIGHETER

från 28 länder är med i ett gigantiskt europeiskt projekt, som ska ta fram nya verktyg för riskbedömning av farliga kemikalier. Projektet, som drog igång nyligen, har en budget på fyra miljarder kronor.

”Hela tänket är att vi ska hjälpa tidiga bolag”

Ted Fjällman är vd för North X Biologics som tillverkar läkemedel i Matfors. Nu satsar bolaget på cellterapi och bygger en anläggning vid Karolinska sjukhuset.

– Vi ska från början av nästa år producera bland annat individanpassad medicin i samarbete med flera cellterapiföretag och då är det bra att finnas nära sjukhuset. Om vi ska ta ut en patients celler, öka antalet eller träna upp cellerna och sedan ge tillbaka dem till patienten måste vi tillverka cellerna i närheten, eftersom de oftast inte kan frysas.

Vad gör ni i fabriken i Matfors?

– Vi tillverkar avancerade vacciner och läkemedel som bygger på dna och proteiner på uppdrag av andra företag. Vi har nyligen expanderat för att börja producera även rna – redan i dag tillverkar vi det dna som kan omvandlas till rna.

– I och med satsningen på cellterapi ska vi börja tillverka hela celler. Det är ett nytt område och det finns inte så många i världen som gör det. Vi hoppas ha alla godkännanden som krävs för att börja tillverka i början av nästa år.

Hur kom du in på detta?

– Bioteknik är en passion. Jag ville först bli läkare, men valde läkemedel då det ger möjlighet att rädda liv i större skala och påverka flera människor. Jag tog en masterexamen i molekylärbiologi vid Göteborgs universitet och doktorerade i bioteknik i Kanada. Målet var att jobba med genteknik, förändra gener för att skapa nya proteiner.

– Jag kom in i North X Biologics eftersom jag sedan 2021 är partner i investeringsbolaget Flerie Invest, som är huvudägare i fabriken i Matfors. Jag har nu en operativ roll inom North X



TED FJÄLLMAN

är biokemist och vd för kontraktstillverkaren North X Biologics i Matfors.



men hjälper också till att kolla vetenskapligt underlag, kliniska utvecklingsplaner med mera, i andra bolag inför investeringar.

Hur länge kommer Flerie Invest att vara kvar som ägare av Matforsfabriken?

– Vi kan vara långsiktiga ägare eftersom vi investerar med egna pengar. Vi behöver inte göra exit för att ge vinst till en långivare eller fond som många liknande bolag.

Vad är er koppling till innovationshubben i Matfors?

– North X Biologics är en innovationshubb. Vi har sedan oktober förra året ställt om så att hela tänket i bolaget är att vi ska hjälpa tidiga bolag inriktade på avancerade vacciner och biologiska läkemedel. Flerie Invest och Vinnova, genom uppdrag från regeringen, samfinansierar denna satsning.

Bioteknik är inte din enda passion. Den andra tog dig långt i uttagningen till det europeiska astronautprogrammet 2009.

– Rymden är min andra passion. Vi var 8 300 som sökte programmet och 1 200 som valdes ut i första etappen. Efter att ha klarat flera olika tester i ett år var vi 45 som var kvar. Jag blev inte astronaut, sex andra kandidater valdes ut, men jag tycker att rymden är en häftig utmaning. Om vi vill växa som mänsklighet så har rymden inte bara en massa plats, utan där kommer vi också hitta svar på många frågor, som kommer att berika oss och hjälpa oss lösa många tekniska och sociala problem. 🚀

Bioplast av trädets hemicellulosa

Forskare vid École polytechnique Federal de Lausanne, Schweiz, har utvecklat en ny plast av hemicellulosa från träd. De ser en rad möjliga tillämpningar för plasten som de beskriver som seg, värmebeständig och tät, och har redan gjort bland annat förpackningsfilmer och filament för 3D-utskrift.

Tekniken – som beskrivs i en artikel i Nature Chemistry – är baserad på en upptäckt som forskarna publicerade 2016. Där visade de att en tillsats av formalin kunde stabilisera trädets lignin och förhindra att det bryts ned. Nu har de använt samma metod, fast tillsatt en annan aldehyd, för att modifiera trädets hemicellulosa. Resultatet är en byggsten, en monomer, som kan användas för att producera plast.

– Det är ett hyfsat steg framåt att hitta alternativ till fossilbaserad plast. Det är skalbart vilket är viktigt i hållbarhetstänket. Råvaran finns i stora volymer och konkurrerar inte med matproduktion, säger Mats Johansson, som är professor i polymerteknologi vid KTH.

I den nya plasten hålls sockerstrukturen i hemicellulosan intakt. Detta gör den också lätt att bryta ned vilket är viktigt för återvinning.

– Det låter bra men väcker samtidigt frågor om polymerens stabilitet, säger Mats Johansson. ◦

Ett löv av den nya plasten utskrivet med en 3D-skrivare.





PFAS
har använts
i bland annat
impregneringsmedel.
Ämnena består av en
kolvätekedja där väte-
atomerna helt eller
delvis bytts ut
mot fluor.

för att hitta alternativ. Nu rapporterar amerikanska och kinesiska forskare i tidskriften Science att de har lyckats bryta ned tio PFAS-ämnen med en mildare metod.

– Den här typen av metoder är väldigt hett eftertraktade. Det största problemet är ju att PFAS är så svåra att bryta ner. Det här är en välgjord och lovande studie, som visar en metod för att bryta ner karboxylsyror i PFAS till ganska hög grad under ganska milda förhållanden, säger Anna Kärrman, som är docent i miljökemi vid Örebro universitet.

FORSKARNA BAKOM studien har värmt kemikalierna till omkring 100 grader i en lösning av dimetylsulfoxid – ett vanligt lösningsmedel – och natriumhydroxid. Det gör att karboxylgrupper i änden av molekylerna lossnar, vilket sätter igång en kedjereaktion som gör att bindningen mellan kol och fluor bryts.

Det finns dock ytterligare runt 5 000 PFAS-ämnen som inte har dessa karboxylgrupper.

– Nackdelen med denna metod är att den täcker bara en liten del av de ämnen som vi har problem med. Det är därför inte den gyllene lösningen på alla problem med PFAS, men förhoppningsvis går resultaten att bygga vidare på, säger Anna Kärrman.

Hennes egen forskning handlar bland annat om hur ämnen läcker ut i naturen samt hur människor och miljö exponeras för dessa, exempelvis när man har använt brandskum som innehåller kemikalierna.

– Vi har efter brandsläckning ofta kontaminering med PFOS, perfluoroktansulfonsyra, och liknande ämnen i vatten och mark. Det är ämnen som den här metoden inte har någon effekt på, säger hon. ◦

Forskare har hittat sätt att bryta ner PFAS

Blandning av lösningsmedel bryter ner ämnena till ofarliga molekyler.

PFAS ÄR EN grupp kemikalier som sedan 1950-talet använts i bland annat impregneringsmedel, stekpannor, skidvallor, målarfärg och brandskum. De kan inte brytas ner på naturlig väg och hittas i dag i hela värld-

den, i mark, vatten och i många organismer.

PFAS, per- och polyfluorerade ämnen, kan brytas ner genom förbränning men processen kräver mycket energi och en hel del forskning pågår

Hög andel behöriga kemilärare på gymnasiet

Hela 88 procent av kemilärarna på gymnasiet var behöriga läsåret 2021–22. Det är ett par procentenheter fler än de föregående två åren, visar en ny rapport från Skolverket.

– Andelen behöriga ökar hela tiden vilket är glädjande, säger Karolina Broman, lektor i kemididaktik vid Umeå universitet.

Uppgiften motsäger Universitets- och högskolerådets statistik, som visar att få eller inga alls söker till ämneslärarprogrammet i kemi. Karolina Broman tycker att statistiken måste kompletteras. Vid Umeå universitet söker man till exempel till ett ingångsämne och kemi finns inte som ingångsämne. I statistiken blir det noll sökande.

– Det är viktigare att titta på legitimationer. Man kan bli lärare genom att gå en femårig ämneslärarutbildning eller en kompletterande pedagogisk utbildning efter avslutade ämnesstudier, till exempel för forskarutbildade. De senare syns inte heller i antagningsstatistiken för ämneslärarutbildningen.

I grundskolan är dock situationen sämre. Bara 63 procent av lärarna på högstadiet är behöriga i kemi.

32

PROCENT

av professorerna vid svenska lärosäten var 2021 kvinnor, visar statistik från Universitetskanslersämbetet. Det är en ökning med 1 procentenhet jämfört med året före och med 18 procentenheter jämfört med 2001.

De vill återvinna plast kemiskt

Plasttillverkaren Borealis planerar att bygga Sveriges första anläggning för **KEMISK ÅTERVINNING AV PLAST**. Med start 2025 ska den ta hand om plast som i dag bränns upp. Men processen är energikrävande och kan inte tugga i sig allt.

PLAST ÄR BESVÄRLIGT att återvinna.

I avfallet trängs flera sorters plaster med olika färger och tillsatser. Av all plast som sätts på marknaden är det bara cirka 10 procent som återvinns till ny plast, visar siffror från Naturvårdsverket.

Ett problem med dagens mekaniska återvinning där plasten sorteras, tvättas, strimlas och smälts om, är att kvaliteten försämras på kuppen.

Återvunnen plast är därför inte tillåten i exempelvis sjukvårdsprodukter.

Ett alternativ till mekanisk återvinning är kemisk återvinning. Plasten bryts då ner till sina ursprungliga molekyler som kan byggas upp igen.

– Den återvunna plasten får då samma

egenskaper som ny plast, säger Alma Pira-Edman, som arbetar med kemisk återvinning på plasttillverkaren Borealis i Stenungsund.

Företaget planerar Sveriges första anläggning för kemisk plaståtervinning. Den ska byggas vid företagets befintliga fabrik och om allt går i lås står klar 2025. En förstudie blir klar under hösten.

Det finns flera olika typer av kemisk återvinning, som bryter ner plasten i olika grad. De vanligaste metoderna är solvolys, pyrolys och förgasning. Pyrolys är mest mogen och används redan på flera håll i världen.

Det Londonbaserade företaget Plastic Energy driver till exempel två anläggningar för kemisk återvinning av plast i Spanien. Tidigare i år startade norska Quantafuls en i Danmark. Andra företag har liknande planer.

Pyrolys är också den teknik som Borealis kommer att använda. Det innebär att plastavfallet hettas upp i en syrefri miljö till över 400 grader. De långa polymerkedjorna bryts då ner till mindre beståndsdelar och bildar en olja, så kallad pyrolysolja. Den kan sedan användas som råvara vid plasttillverkningen.

I DAG ANVÄNDER Borealis fossil nafta (råolja), etan, propan och butan vid produktionen. Råvarorna kommer med båt till Stenungsund. I en kracker sönderdelas molekylerna till eten och propen som sedan polymeriseras till plasterna polyeten och polypropen.

Pyrolysoljan kommer att kunna ersätta en del av naftan i krackern. I ett första steg planerar Borealis att framställa 50 000 ton pyrolysolja om året. Det motsvarar cirka 3 procent av den totala mängd råvaror som företaget använder till krackern i Stenungsund. Ambitionen är att senare öka mängden till 100 000 ton pyrolysolja.

Fördelen med kemisk återvinning är att den kan ta hand om plast som är för oren för att återvinnas mekaniskt och som i dag går till förbränning. Men det går inte att slänga in vad som helst i pyrolysuugen. Precis som vid mekanisk återvinning måste plastavfallet sorteras, tvättas och strimlas. För att processen ska fungera bra ska det också helst domineras av polyeten, polypropen och polystyren.

– Vi vill ha så mycket kolvätebindningar som möjligt, för det är det som bygger plasten. Allt annat är föroreningar som vi måste ta hand om, säger Alma Pira-Edman.

Borealis ska återvinna plast från både industrin och hushållen. Insamling och sortering kommer att skötas av samarbetspartner. I projektet deltar återvinningsföretaget Stena Recycling och energiföre-

taget Fortum, liksom Svensk plaståtervinning, som ansvarar för återvinning av konsumentförpackningar. Till en början kommer Borealis även att importera pyrolysolja från andra återvinningsföretag.

Allt avfall kan dock inte förvandlas till ny plast. Totalt försvinner cirka 30–40 procent på vägen. En del i form av lätta gaser som kan användas för att värma pyrolyslugnen.

I processen bildas också en tung fraktion av koks där föroreningar i plasten samlas. Men en del föroreningar finns också kvar i pyrolysoljan. Den måste därför tvättas innan den kan bli ny plast. Det sker genom en katalytisk reningsprocess som kommer att tillhandahållas av det franska företaget Axes.

– Reningen och kvalitetskontrollen blir kritiska faktorer att utreda inför uppstarten, säger Alma Pira-Edman.

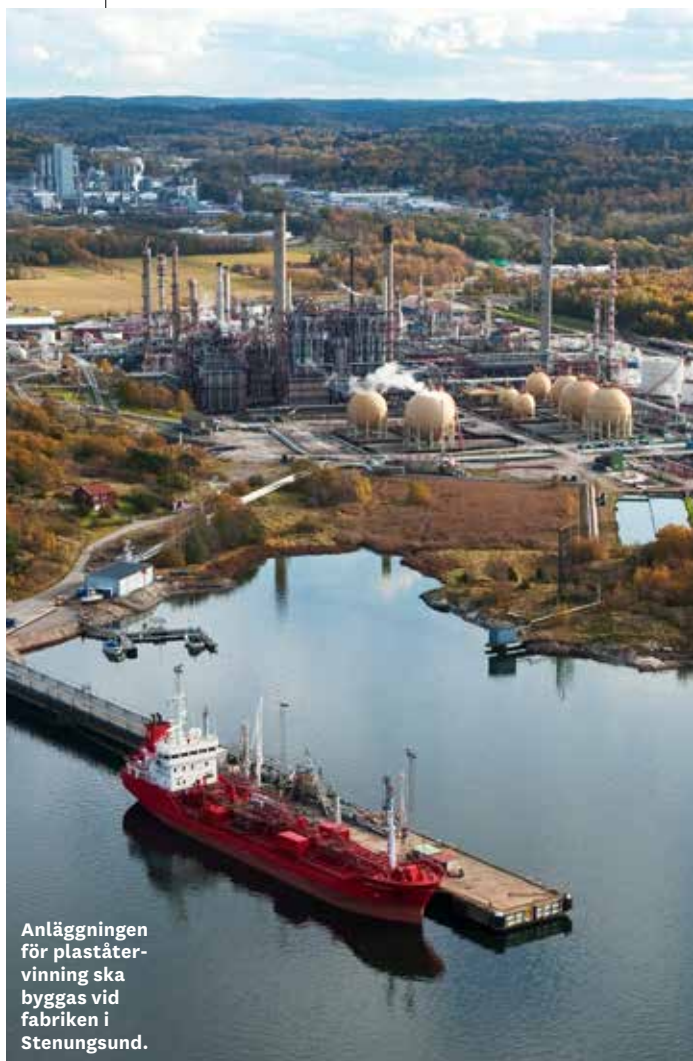
NATURVÅRDSVERKET gjorde förra året en utredning av kemisk plaståtervinning. Där konstaterar man att tekniken har fördelar men inte är någon ”universallösning”. Enligt Åsa Stenmarck, som ansvarar för nationell plastsamordning på myndigheten, är den största nackdelen det stora energi-behovet.

– Mekanisk återvinning bör därför användas i första hand och kemisk återvinning som ett komplement, säger hon.

Det behövs fler åtgärder samtidigt för att minska problemen med plastskräp i samhället.

– Vi behöver jobba på alla fronter. Designen behöver anpassas till återvinning. Vi måste bli bättre på insamling och utveckla återvinningsmetoderna. Men ska vi någon-
sin lösa problemet måste vi minska plasttillverkningen eller åtminstone hålla den på oförändrad nivå, säger Åsa Stenmarck.

EN ANNAN NACKDEL är att alla plastsorter inte kan tas om hand med dagens metoder. Henrik Thunman, professor i energiteknik på Chalmers tekniska högskola, ser en risk att det blir brist på plast som har tillräckligt hög kvalitet för att kunna återvinnas. Han utvecklar en ny typ av högtemperaturpyrolys som ska klara i princip alla typer av plastavfall.



Anläggningen för plaståtervinning ska byggas vid fabriken i Stenungsund.

– Vill vi bli cirkulära måste vi ta vara på alla kolatomer i avfallsflödet, säger han.

Chalmers process bygger på att plasten hettas upp till en gas vid 600 och 800 grader. Genom att tillsätta vätgas går det då direkt att återskapa plastens byggstenar. Tekniken befinner sig fortfarande på forskningsstadiet och utvecklas i samarbete med bland annat Borealis.

Förutom att den kan ta hand om alla typer av plast går processen direkt från polymer till monomer. Det som kommer ut kan direkt bilda ny plast.

– Det behövs ingen kracker efter pyrolysen. Vi gör alltihop i ett steg, säger Henrik Thunman, som tillsammans med forskarkollegor nyligen har publicerat en studie i tidskriften Journal of cleaner production om hur teknik för återvinning av kolatomer kan göra plastproduktion oberoende av fossil råvara. ◦

Av Marie Alpman, frilansjournalist.

Plast kan brytas ned på olika sätt

SOLVOLYS

Termokemisk process som bryter ner organiska polymerer till en olja vid 200–400 grader och ett tryck på 150–250 bar. Som lösningsmedel används vatten. Kallas även hydrotermisk förvätskning, HTL (hydrothermal liquefaction). En stor pilotanläggning finns i Australien, som drivs av företaget Licella Holdings.

PYROLYS

Organiska molekyler hettas upp och förångas i en syrefri eller syrefattig miljö vid 400 grader och uppåt. Molekylerna bryts då ner i mindre beståndsdelar och kondenseras till så kallad pyrolysolja. Även gas och koks bildas i processen, som även kallas termisk förvätskning. Flera anläggningar finns i drift.

FÖRGASNING

Skär vid högre temperatur än pyrolys med en begränsad mängd syre. Vid förgasningen bildas syntesgas som består av kolmonoxid och vätgas. Syntesgasen kan användas för att tillverka nya kemikalier.

KÄLLA: NATURVÅRDSVERKETS RAPPORT KEMISK ÅTERVINNING AV PLAST





Forskning pågår för att hitta en förnybar ersättare till de polymerskal som i dag omger mikrosfärerna.

Nouryon bygger ny fabrik i USA

Elektrifieringen ökar efterfrågan på expanderbara mikrosfärer.

I EN FABRIK strax utanför Sundsvall tillverkar Nouryon små mikrokulor som består av ett polymerskal som innehåller en gas. När kulorna värms upp mjuknar skalet och gasen expanderar. Den egenskapen

gör att de används som lättviktsfyllnadsmedel i exempelvis bilar. Genom att bygga in mikrokulorna i olika konstruktioner minskar bilarnas vikt och bränsleåtgång.

De expanderbara kulorna

har utvecklats i Sundsvall och tillverkats där i 40 år. Nu är efterfrågan så stor att företaget har beslutat att bygga ytterligare en fabrik för att tillverka dem – i Green Bay, Wisconsin, USA. Tillverkningen drar igång tidigt 2023.

Satsningen påverkar inte produktionen i Sverige.

– Vi har kontinuerligt utökat vår produktion i Sverige och vi fortsätter att satsa på Sundsvall, där också vår globala forskning och utveckling för Expancel finns. Nouryons investering i USA är ett komplement till att främst möta efterfrågan i Nordamerika, säger Sylvia Winkel Pettersson, som leder Nouryons globala affärsenhet engineered polymers.

I DAG ANVÄNDS mikrokulorna exempelvis i underredet under bilens kaross, i tätningsskivor och instrumentpanel.

– Lättare bilar ger mindre koldioxidutsläpp och skiftet från bränsle drivna till eldrivna bilar har ökat behovet av lättviktslösningar som kan utöka räckvidden på elbilar. Lättviktslösningar har länge varit viktiga men trenden är ännu starkare nu.

Mikrokulorna har utvecklats mot allt lägre densitet för att motstå mekanisk påfrestning och högt tryck bättre, vilket gör beredningsprocessen enklare för de underleverantörer som tillverkar bildelarna.

POLYMERSKALET SOM omger kulorna görs dock fortfarande av fossil råvara. Nouryon driver sedan några år ett projekt med målet att ersätta den med en förnybar råvara.

– I Sundsvall gör vi framsteg inom vår forskning och utveckling, där vi bland annat tittar på hur vi kan utöka produktportföljen med förnybara mikrosfärer. Nu jobbar vi med att skala upp processen och räknar med att ha mikrosfärer baserade på förnybar råvara i kommersiell produktion inom några år, säger Sylvia Winkel Pettersson. ◉

Jättestöd till Perstorps metanolprojekt

Kemiföretaget Perstorps planer på att producera hållbar metanol kommer allt närmare ett förverkligande. Nu står det klart att projektet får finansiering. EU:s innovationsfond har valt ut projektet som ett av 17 stora europeiska projekt som ska få dela på närmare 20 miljarder kronor i stöd.

– Nu kan vi fortsätta framåt med full fart. Avsikten är att ta en ny anläggning i drift 2026, säger Håkan Kihlberg, som är projektledare vid Perstorp.

Målet med projektet – som har fått namnet Air – är att de 200 000 ton fossil metanol som företaget varje år använder som råvara i fabriken i Perstorp och tyska Bruchhausen ska bytas ut. I stället ska Perstorp själva producera klimatneutral metanol med hjälp av infångad koldioxid, andra restströmmar från produktionen, biogas från nya anläggningar och grön vätgas från en ny stor elektrolysanläggning.

Projektet har en budget på 2,5 miljarder kronor och drivs av Perstorp, Fortum och Uniper i samarbete. De har ansökt om motsvarande 1 miljard kronor från EU:s innovationsfond.

3 900

MILJARDER KRONOR

är den rekordstora satsningen på klimatet som ingår i ett reformpaket som antagits av både senaten och kongressen i USA. Paketet innehåller bland annat stöd till förnybar energi och skattelättnader för elfordon.



Sylvia Winkel Pettersson

svag med bristande jonledningsförmåga. Och fortfarande lika brandfarlig som den ursprungliga vätskeelektrolyten.

En annan variant är att para ihop en polymerelektrolyt med en keramisk dito,

”I stället är resultatet en halvmesyr som inte gör någon särskilt glad”

där den senare har bra jonledningsförmåga men har problem med jontransport mellan kristallkorn och kerampartiklar. Om polymeren fungerar som ett klistrer som håller ihop materialet och överbryggar jontransporten mellan partiklarna så skulle det bli ett fantastiskt stabilt och funktionellt kompositmaterial. Men så enkelt är det inte riktigt. För det visar sig att litiumjonerna inte alls vill röra sig från polymeren till partiklarna. De rör sig snarare längs med partikelytorna utan att ta sig förbi den barriär som utgörs av gränsskiktet mellan keram och polymer.

I STÄLLET FÖR DET material som skulle lösa världens energiproblem så är resultatet något som varken är smidigt att bearbeta och har bra ytkontakter som polymeren eller har hög jonledningsförmåga som keramen. Helt enkelt en halvmesyr som inte gör någon särskilt glad. Då och då dyker ändå forskningsrapporter upp som lyfter fram den här materialkategorin och bedyrar att man minsann kan visa på fantastisk prestanda. Men vid en närmare granskning av resultaten så visar det sig att jonerna – även den här gången – inte alls verkar vilja röra sig genom partiklarna, utan endast tycks svepa längs med partikelytorna. Det ger visserligen en viss extraskjuts åt jonledningsförmågan, men någon riktigt funktionell kombination av materialen är det ändå inte.

Även om denna oförmåga att kombinera det bästa av dessa material kan verka nedslående så är det trots allt skönt att som kemist och forskare veta att det fortfarande finns olösta problem och vetenskapliga gåtor att ägna sig åt. För är det inte också lite spännande med hinder och barriärer, som med den rätta kemin kan förmås att flytta sig ur vägen för att möjliggöra nya framsteg? Och skapa just den kemiska kompatibilitet som gör att två material passar perfekt ihop. Eller helt enkelt upptäcker nya hinder och utmaningar bortom det första. ◦

Jonas Mindemark är lektor vid Institutionen för kemi – Ångström, Uppsala universitet. Hans forskningsfält är elektrolyter till litiumjonbatterier.

Det sämsta av två världar

Det som är tänkt att bli det bästa av två världar kan bli det sämsta om man inte tänker efter ordentligt. Uppsalaforskaren **JONAS MINDEMARK** skriver om riskerna med att kombinera olika typer av material.

KEMI PÅ KINESISKA och japanska stavas 化学. Det betyder ungefär ”förvandlingsvetenskap”, vilket stämmer ganska bra på vad mycket av kemi faktiskt handlar om: att kombinera olika typer av material för att få någonting nytt, med helt andra egenskaper. Förhoppningsvis sker dessa förändringar till det bättre. Ett bra exempel är kompositmaterial – en kombination av det bästa från en polymermatris och kolfiber förvandlas till starka, lätta material som möjliggör allt från tävlingskanoter till dagens bränslesnåla långdistansflygplan.

Men likt Brasses blandning av sockerkaka och varmkorv i *Fem myror är fler än fyra elefanter* så är det inte alla kombinationer som leder till något gott. Om saker och ting inte passar ihop, vare sig det gäller kulinariskt eller kemiskt, så kan resultatet bli pannkaka i stället för succé. Det som skulle bli det bästa av två världar kan lätt bli det sämsta om man inte tänker efter ordentligt. Tydliga exempel på detta finns i mitt eget forskningsfält – elektrolyter till litiumjonbatterier. Vanliga elektrolyter är brandfarliga organiska vätskor utan mekanisk stabilitet men med hög jonledningsförmåga. Polymerelektrolyter har bra mekaniska egenskaper men leder



joner dåligt. Då skulle man kunna tänka sig att en kombination av dessa – en gel – skulle kombinera polymerens mekaniska egenskaper med vätskans jonledningsförmåga. Perfekt! Men i stället tenderar en sådan gel att bli sladdrig och mekaniskt

Lyckat möte med rätt kemi

Fler än 350 kemister strålade samman i Linköpings konsert- och kongresshus på konferensen [SCS 2022](#) i juni. Arrangörerna hoppas att liknande stora möten ska bli något återkommande.

I

SOMRAS HÖLLS för andra gången ett stort svenskt möte för kemister från alla inriktningar. Förra gången samlades kemister i Lund, och denna gång var det Linköpings tur att vara värd. Henrik Pedersen sammanfattar de tre intensiva dagarna.

– Jag är jättenöjd. Det verkade som att alla andra också var nöjda och tyckte att det var ett trevligt möte. Lokalerna funkade bra, det var många bra föredrag och många trevliga utställare. Maten var god också, säger han.

Henrik Pedersen är professor vid Linköpings universitet och har delat på ordförandeskapet i organisationskommittén för SCS 2022. Han är särskilt nöjd med de breda plenarföredragen. Fem internationella forskare hade bjudits in för att föreläsa om ämnen som kunde intressera alla kemister, oavsett inriktning.



SCS 2022 var för många den första gången att mingla och träffa andra efter pandemin.

– Det blev så hög klass som vi hade hoppats. Två talade via Zoom, vilket var synd, men de gjorde det bra. Det blev spännande ny kemi som diskuterades av alla, säger han.

ORGANKEMISTEN Phil Baran, professor vid Scripps institute i San Diego, kopplade till exempel organisk kemi till elektrokemi när han beskrev en metod för att göra kemisk syntes enklare. Cathleen Crudden, som är professor vid Queen's university i Kanada, beskrev syntes av så kallade N-heterocykliska karbener, men också hur man adsorberade dem på ytor, vad det gjorde med ytorna och hur man kunde modifiera ytorna med molekylerna.

– På så sätt gled hon över från organisk syntes till ytkemi och materialkemi.

En annan av de inbjudna plenarföreläsarna var professor Lee Cronin från University of Glasgow. Han talade om hur kemisk syntes skulle kunna automatiseras och bli mer reproducerbar. Lee Cronin hade själv konstruerat en robot som kunde programmeras och göra många olika molekyler, men med en precision i reproducerbarheten som ingen människa kan uppnå.

De närmare 40 huvudtalarna var mer specialiserade och höll föreläsningar som täckte kemins olika inriktningar – men lite ojämnt. Det hölls bara ett huvudföredrag



Lovisa Österlind från Biotage visar företagets instrument. "Det är värdefullt att möta kunder, se deras behov och lära sig vad som är aktuellt på labb", säger hon.



Plenarföreläsaren Cathleen Crudden rörde sig från organisk syntes till yt- och materialkemi.



Graham Cooks från Purdue university delar ut Berzelius-medaljen i silver till Reza Shariatgorji från Uppsala universitet. Därifrån kommer också Jonas Bergquist, som är ordförande i Svenska masspektrometriförbundet.



KI-forskaren Björn Högberg.

inom biokemi, då många biokemister var upptagna på annat håll. Det årliga vetenskapliga mötet för biokemister i Tällberg – Swedish conference on macromolecular structure and function – avslutades samma dag som SCS-mötet började. – Den krocken blev mindre lyckad, säger Henrik Pedersen.

EN AV HUVUDTALARNA var KI-professorn Björn Högberg. Ämnet för hans föredrag var dna-origami, som är ett sätt att bygga små nanostrukturer av dna. Han var på sin andra konferens efter pandemin. Den

första var i Danmark bara en vecka tidigare. – Här träffar man folk som man aldrig skulle ha träffat annars och gör nya bekantskaper. Det gör man inte på elektroniska konferenser. Där ser man på föredrag men that's it. Man lär inte känna andra människor, säger han. →

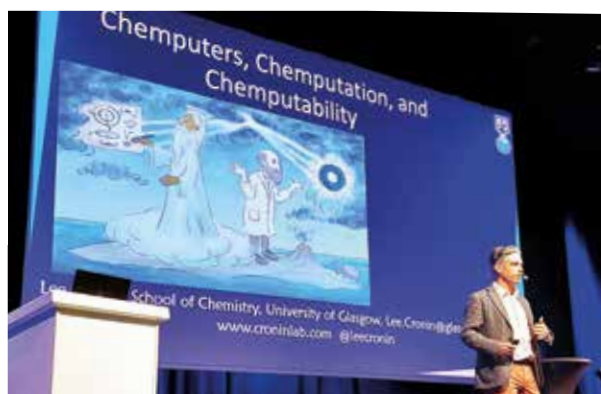
SCS 2022 i siffror

357 besökare.
24 utställare.
137 föredrag,
varav 5 plenarföreläsningar
och 39 huvudtal,
114 postrar.
15 priser och
utmärkelser
delades ut.

USA-professorn Raychelle Burks uppskattar storleken på mötet, med en bråkdel så många deltagare som på American chemical societys möten.



Katarzyna Palica och Ruisheng Xiong från Uppsala universitet.



Professor Lee Cronin berättade om roboten som med precis reproducerbarhet kan göra olika molekyler.

Hans föreläsning handlade om grundprincipen för dna-origami och vad hans grupp har gjort för att utveckla tekniken mot exempelvis biologiska tillämpningar för att studera cellsignalering. Frågorna efteråt skiftade och kom från åhörare från flera olika områden.

– Vissa är intresserade av att använda tekniken för att göra mönster med kiselpartiklar, andra hur den kan användas för att leverera läkemedel och hur man kan göra strukturer som ändrar form och släpper ut andra molekyler.

RAYCHELLE BURKS, professor vid American university, Washington D.C., tycker att en stor vinst med breda möten är just att man träffar kemister från andra områden än ens eget.

– Man får möjlighet att lyssna till forskare från andra delar av kemien. Det breddar vad du kan göra och lära dig om. Fördelen med ett mindre möte är att man träffar människor med olika bakgrund vid luncher och kaffepauser, man möts framför postrar.

Hon jämför med de kemimöten som arrangeras av Kemisamfundets amerikanska motsvarighet American chemical society, som kan samla 10 000 deltagare.

– Det är fantastiska konferenser, men nackdelen är att man inte kommer utanför sin egen bubbla. Här lyssnar jag på föredrag och träffar personer med annan expertis än min egen. Det ger en professionell utveckling och kan ge goda idéer. Du vet inte var lösningar på hur du ska angripa problem kommer från.

Hon är just nu gästforskare på Chalmers där hon samarbetar med professor Lars Öhrström i ett projekt som går ut på att utveckla föreningar som kan detektera kemiska vapen. I Linköping har hon föreläst under en session om vetenskaplig publicering och samverkan – ett annat av hennes expertområden.

Raychelle Burks är flitig med att dela med sig av sina kunskaper i olika sammanhang. Hon skriver om brott, analytisk och forensisk kemi, hjälper manusförfattare för film och tv (se filmdatabasen IMDB) och har ett Twitterkonto – @DrRubidium – med 40 000 följare. American chemical society

har belönat henne med en medalj för hennes breda populärvetenskapliga arbete.

MÖTET LOCKADE runt 350 besökare. Det är nästan hundra färre än det första stora mötet i Lund, som hölls vid samma tid i juni för fyra år sedan.

– Vi hade kanske hoppats på uppåt 400 deltagare. Men mötet är nytt och alla har inte prioriterat att komma dit. För framtida möten får man jobba för att etablera det som det stora mötet dit alla vill åka, säger Henrik Pedersen.

Han hoppas att stora möten med en blandning av breda och mer specialiserade föredrag ska bli något återkommande.

– Men man får tänka efter så det inte krockar med Tällbergmötet, så att det verkligen blir ett möte för hela kemisamfundet.

När och var nästa SCS-möte ska hållas är ännu inte klart. ◊

Av Siv Engelmark



55:e Internationella Kemiolympiaden i Zürich, Schweiz 16 juli – 25 juli 2023

Nationell uttagning

Provmgång I: Vecka 45, valfri dag 8 -11 november 2022

Provmgång II: Vecka 6 torsdagen den 9 februari 2023

Finalprov: Mars/april 2023

Intresserad?

Prata med din kemilärare idag!

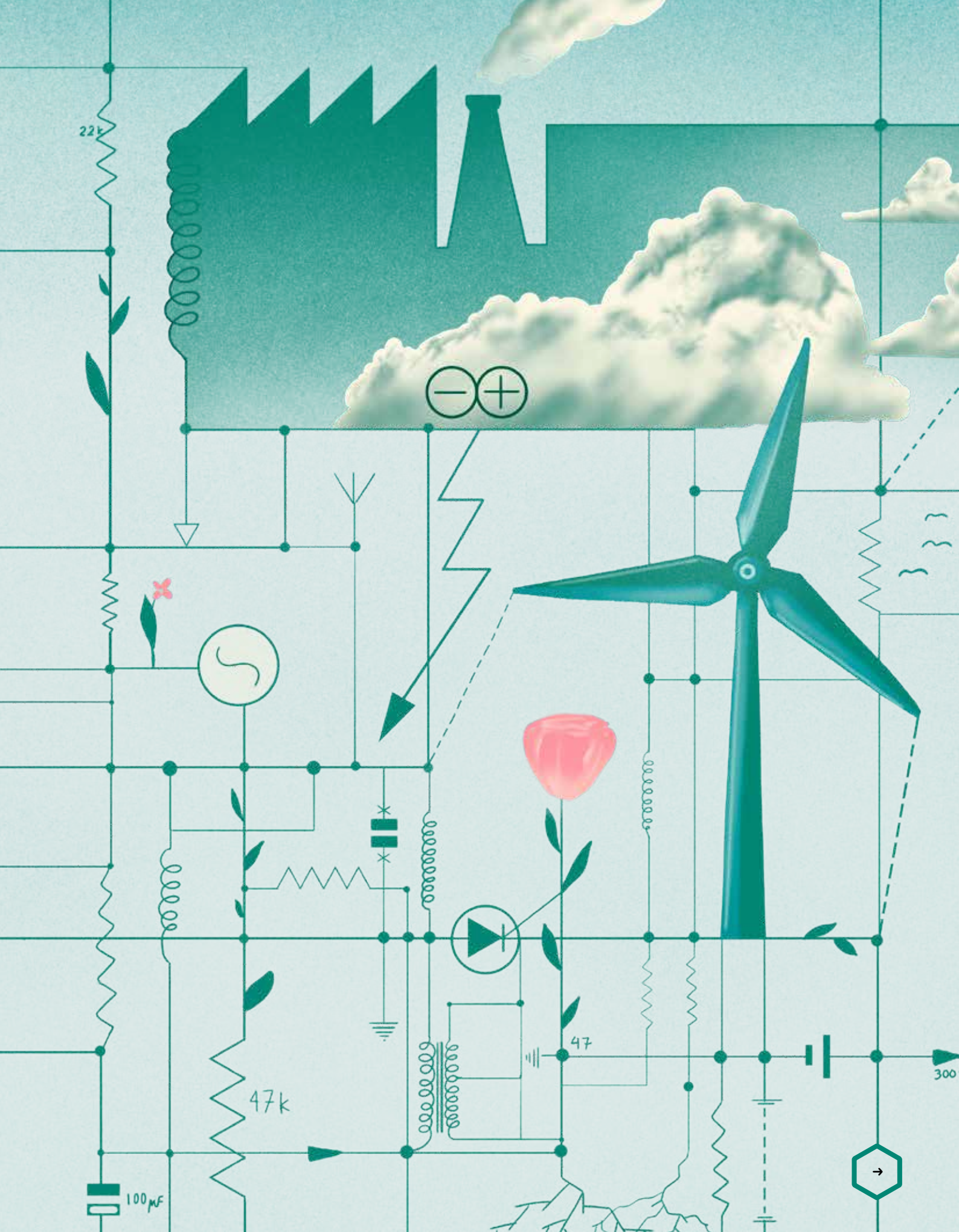
Gå in på www.kemiolympiaden.se för mer info och tidigare prov

Anmälan görs av läraren senast 20 oktober och sker via denna länk:
<https://kemisamfundet.se/kemi-i-skolan/kemiolympiaden/>



Organisk kemi med potential

Med ORGANISK ELEKTROSYNTES kan kemin bli mer hållbar. Förnybar el kan ersätta farliga kemikalier. Nu ökar intresset för den nygamla metoden.



22k



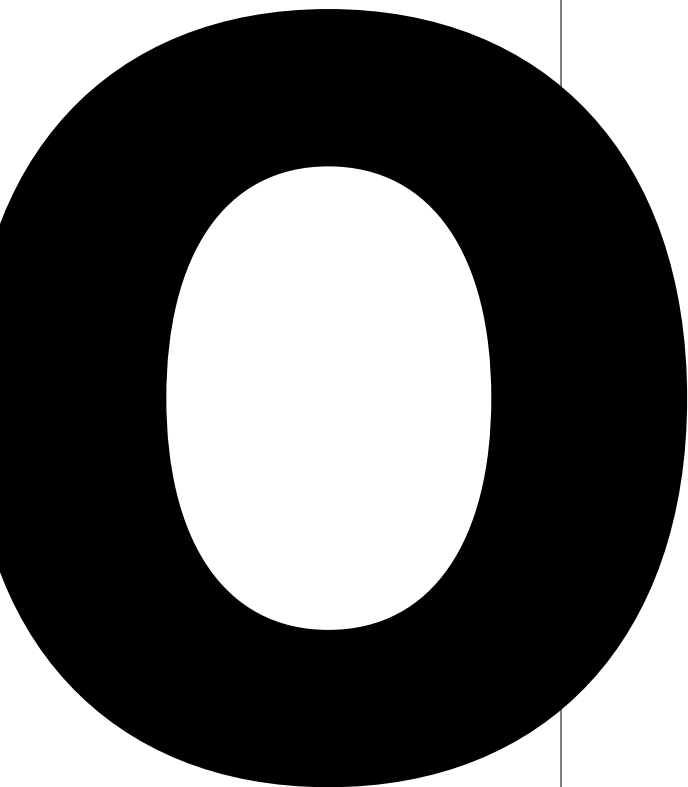
47k

47

300

100µF





ORGANISK ELEKTROSYNTES är ett snabbt växande område. Intresset ökar inom såväl akademi, forskningsinstitut som inom industrin. I organisk elektrolyntes används el för att driva kemiska reaktioner. Strategin har sina rötter i 1800-talet och ännu i mitten av 1900-talet bedrevs mycket forskning inom fältet, såväl internationellt som i Sverige, med kemister som Lennart Ebersson i Lund och Bo Lamm i Göteborg. Därefter har området fört en relativt tynande tillvaro – fram till nyligen.

ANLEDNINGARNA TILL DET återuppväckta intresset är flera – en av dem är möjligheten till kemiska reaktioner som inte går att åstadkomma med traditionell kemi. Elektrolyntes är – precis som ljusdriven organisk syntes, fotoredoxkatalys – en en-elektronstrategi med så kallade radikaler som reaktiva intermediärer. Radikaler har historiskt sett haft en relativt undanskymd roll inom organisk syntes eftersom de länge ansågs ha en svårkontrollerad reaktivitet. Denna syn på radikaler har dock förändrats under de senare decennierna, då nya syntetiska metoder synliggjort deras kapacitet för att möjliggöra mildare reaktionsbetingelser och andra typer av produkter jämfört med traditionell ”polär” kemi.

En annan anledning är att organisk elektrolyntes har en inneboende potential för hållbarhet genom att förnybar elektricitet kan ersätta kemiska reagens. I en elektrolyntetisk uppställning kan sådana reagens – oftast mycket reaktiva eller toxiska – antingen helt undvikas eller genereras på elektrolytan på ett kontrollerat sätt med

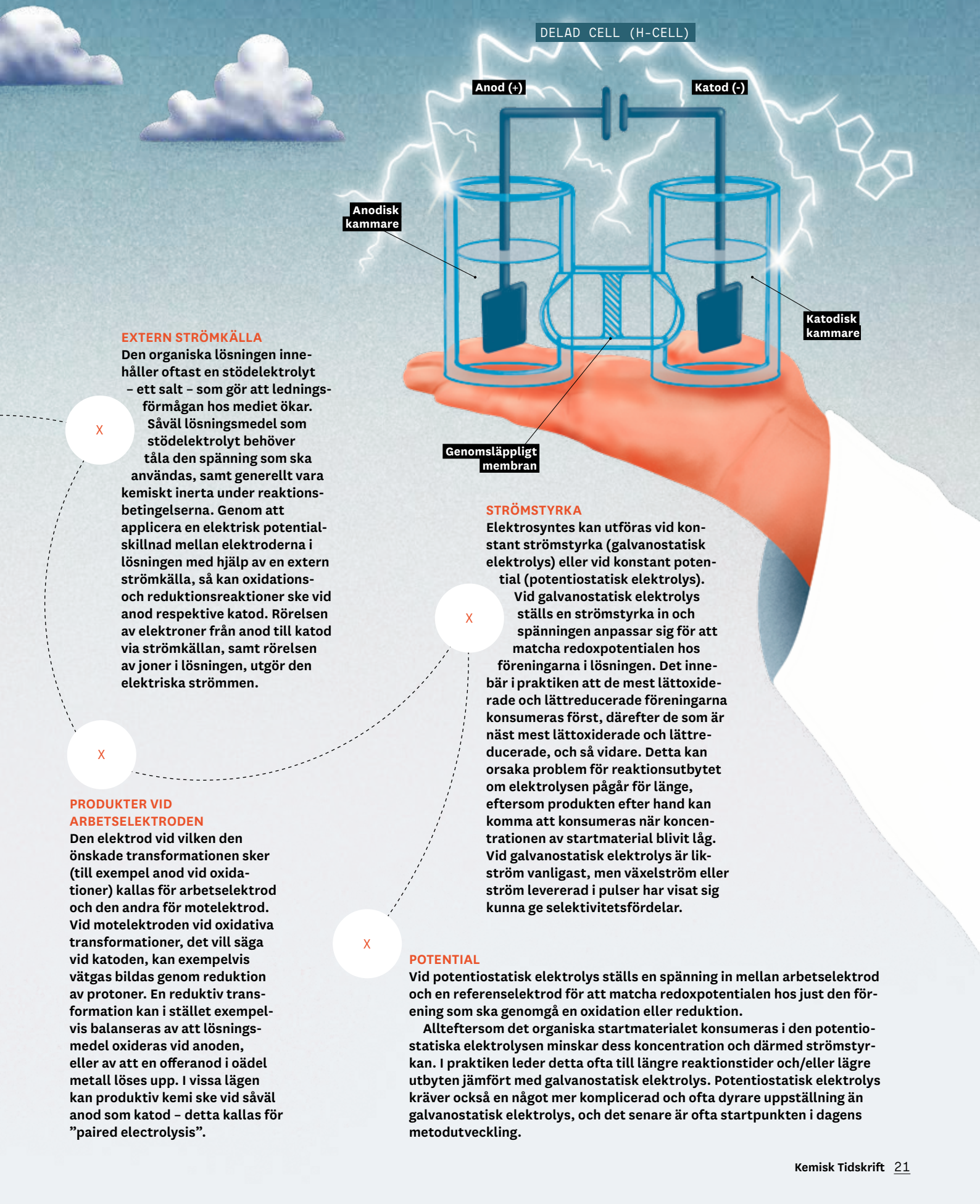


Elektrolyntes – så fungerar det

X

ANOD OCH KATOD

I en typisk elektrolyntetisk uppställning används två elektroder – en anod och en katod. Elektroden sänks ned i en reaktor med ett organiskt lösningsmedel som innehåller det organiska substrat som ska reagera. Reaktorn – den elektrokemiska cellen – kan vara något så enkelt som en glasbägare eller en specialdesignad behållare som är antingen odelad eller delad. Det senare innebär att anod och katod placeras i olika kammare, separerade från varandra via ett membran som tillåter joner att passera. Vissa transformationer är inte möjliga att genomföra i en odelad cell eftersom oxiderade intermediärer eller produkter som bildats vid anoden kan reduceras igen vid katoden och vice versa. I dessa lägen kan en delad cell vara nödvändig, även om en sådan ofta innebär att cellspänningen behöver höjas, med högre energiåtgång som följd. Elektrokemiska celler kan kopplas ihop och staplas, vilket är vanligt vid industriella processer.



DELAD CELL (H-CELL)

Anod (+)

Katod (-)

Anodisk kammare

Katodisk kammare

Genomsläppligt membran

EXTERN STRÖMKÄLLA

Den organiska lösningen innehåller oftast en stödelektrolyt – ett salt – som gör att ledningsförmågan hos mediet ökar.

Såväl lösningsmedel som stödelektrolyt behöver tåla den spänning som ska användas, samt generellt vara kemiskt inerta under reaktionsbetingelserna. Genom att applicera en elektrisk potentialskillnad mellan elektroderna i lösningen med hjälp av en extern strömkälla, så kan oxidations- och reduktionsreaktioner ske vid anod respektive katod. Rörelsen av elektroner från anod till katod via strömkällan, samt rörelsen av joner i lösningen, utgör den elektriska strömmen.

X

STRÖMSTYRKA

Elektrosyntes kan utföras vid konstant strömstyrka (galvanostatisk elektrolys) eller vid konstant potential (potentiostatisk elektrolys).

Vid galvanostatisk elektrolys ställs en strömstyrka in och spänningen anpassar sig för att matcha redoxpotentialen hos föreningarna i lösningen. Det innebär i praktiken att de mest lättoxiderade och lättreducerade föreningarna konsumeras först, därefter de som är näst mest lättoxiderade och lättreducerade, och så vidare. Detta kan orsaka problem för reaktionsutbytet om elektrolysen pågår för länge, eftersom produkten efter hand kan komma att konsumeras när koncentrationen av startmaterial blivit låg. Vid galvanostatisk elektrolys är likström vanligast, men växelström eller ström levererad i pulser har visat sig kunna ge selektivitets fördelar.

X

PRODUKTER VID ARBETSELEKTRODEN

Den elektrod vid vilken den önskade transformationen sker (till exempel anod vid oxidationer) kallas för arbetselektrod och den andra för motelektrod. Vid motelektroden vid oxidativa transformationer, det vill säga vid katoden, kan exempelvis vätgas bildas genom reduktion av protoner. En reduktiv transformation kan i stället exempelvis balanseras av att lösningsmedel oxideras vid anoden, eller av att en offeranod i oädel metall löses upp. I vissa lägen kan produktiv kemi ske vid såväl anod som katod – detta kallas för "paired electrolysis".

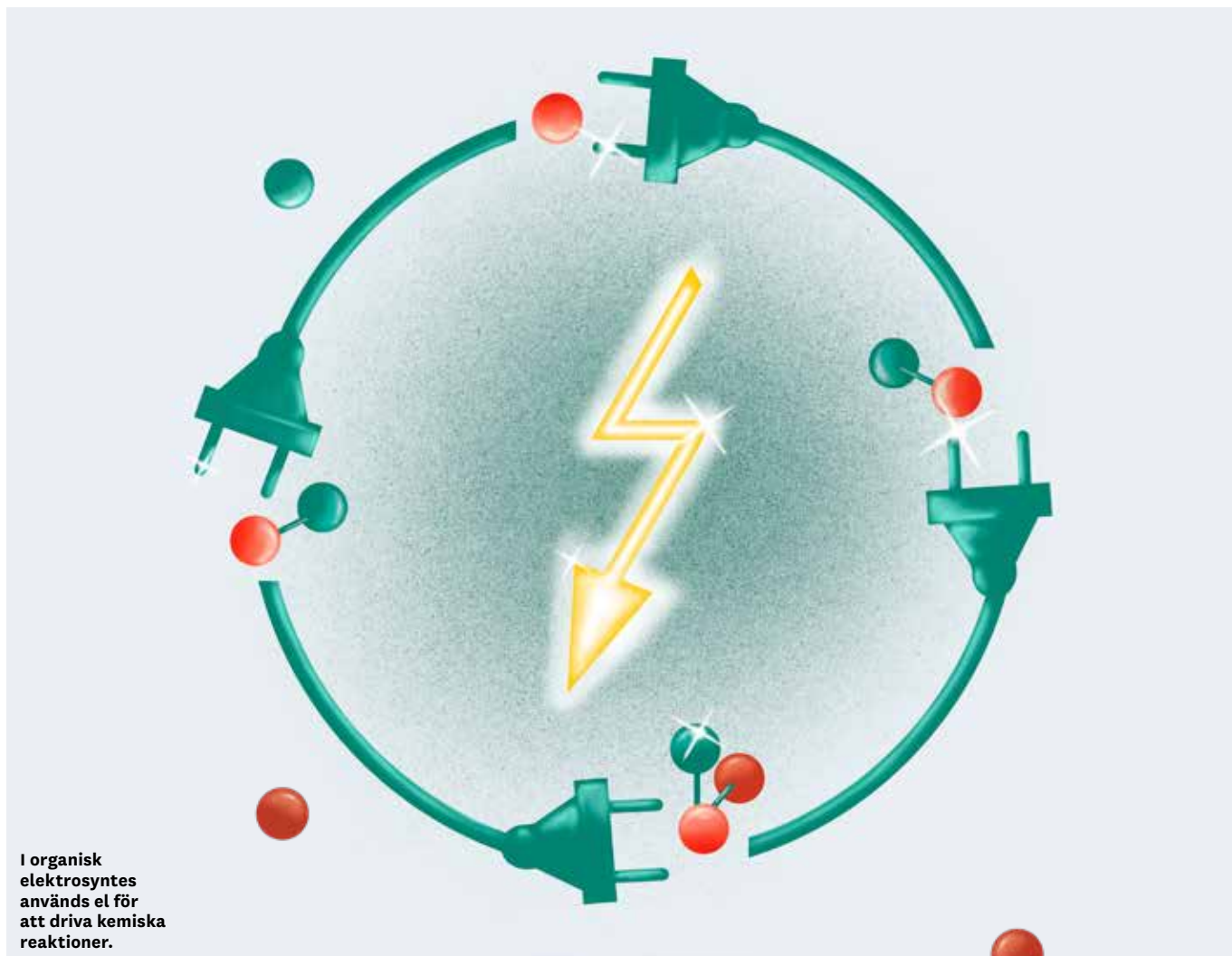
X

X

POTENTIAL

Vid potentiostatisk elektrolys ställs en spänning in mellan arbetselektrod och en referenselektrod för att matcha redoxpotentialen hos just den förening som ska genomgå en oxidation eller reduktion.

Allteftersom det organiska startmaterialet konsumeras i den potentiostatiska elektrolysen minskar dess koncentration och därmed strömstyrkan. I praktiken leder detta ofta till längre reaktionstider och/eller lägre utbyten jämfört med galvanostatisk elektrolys. Potentiostatisk elektrolys kräver också en något mer komplicerad och ofta dyrare uppställning än galvanostatisk elektrolys, och det senare är ofta startpunkten i dagens metodutveckling.



I organisk elektrosyntes används el för att driva kemiska reaktioner.

ökad säkerhet och mindre kemiskt avfall som följd. Genom att justera cellpotentialen kan det dessutom vara möjligt att undvika överoxidation eller överreduktion, något som kan vara en utmaning med kemiska reagens. Dessa aspekter är viktiga, inte minst vid uppskalning, där det finns risk för till exempel okontrollerbara termiska förlopp som kan få fruktansvärda konsekvenser, och där varje procentenhet högre selektivitet i en produktblandning kan göra stor skillnad för processens vinstmarginal. Därtill är elektroner ett billigt reagens i jämförelse med kemiska alternativ.

Slutligen så har den tekniska utvecklingen gjort att standardiserad utrustning numera är kommersiellt tillgänglig. Även det bidrar till att öka intresset för elektrosyntes, då det dels sänker tröskeln för den gängse organiska kemisten utan intresse för apparatbyggande att våga testa strategin, dels hjälper till att hantera den flaskhals som dålig reproducerbarhet alltför ofta utgjorde tidigare.

Liksom i vilken elektrokemisk uppställ-

ning som helst så behövs minst två elektroder i organisk elektrosyntes – en anod och en katod. Dessa sänks ned i en reaktor som typiskt sett innehåller organiskt lösningsmedel med ett lösligt salt som agerar stödelektrolyt, samt den eller de organiska föreningar som ska genomgå en reaktion. Därefter får en ström passera genom lösningen, med hjälp av ett externt strömaggregat eller en så kallad potentiostat.

HUR BÖR DÅ den enskilda och elektroorganiskt intresserade kemisten tänka när det är dags att starta en elektrosyntetisk reaktion — hur ska olika parametrar bäst väljas? Ja, i likhet med vilken syntesutveckling som helst så är det till stor del flitig empirisk utvärdering av parametrar som är avgörande för laborativ framgång. Några viktiga aspekter bör dock beaktas initialt när en reaktion ska sättas upp. Det organiska lösningsmedlet måste vara tillräckligt polärt för att kunna lösa

upp elektrolytsaltet, samt tåla den spänning som ska användas. Detsamma gäller valet av elektrolytsalt, vars fysikaliska egenskaper även kan påverka reaktionsutfallet, genom att till exempel moderera egenskaperna hos det elektriska dubbellagret närmast elektrodytan. Själva elektrodmaterialen spelar naturligtvis mycket stor

”Det finns en potential för hållbarhet då förnybar el kan ersätta kemiska reagens.”

roll för såväl reaktivitet, selektivitet och effektivitet som stabilitet i en transformation, eftersom det är vid denna heterogena yta som elektronöverföringar äger rum. I många fall är det dock svårt att förutsäga vilka elektrodmaterial som kommer passa en viss transformation, även om redan utvecklad kemi kan vara till stor hjälp för att välja startpunkt. Hjälpen att komma igång

finns i litteraturen – till exempel finns en utmärkt guide av Phil Baran med flera i Accounts of Chemical Research nummer 53 från 2020.

Fortfarande finns det fler syntetiskt relevanta reaktioner på den oxidativa sidan jämfört med den reductiva sidan av elektrolyses. En stor expansion av det senare är därför att vänta de kommande åren, liksom större fokus på parad elektrolyses, där såväl den anodiska som katodiska reaktionen leder till värdefulla produkter (se föregående uppslag). Elektrokemiskt driven katalys är ett annat forskningsområde där mycket händer, med användning av såväl metallbaserade som organiska katalysatorer, inklusive enzymer och mikrober.

ETT ANNAT OMRÅDE på väg upp är katalys som drivs av både elektricitet och ljus – elektrofotokatalys – som kan generera redoxpotentialer som annars inte går att uppnå, utan att de organiska startmaterialen och produkterna går sönder. Utveckling av nya elektrodmaterial med skraddarsydda egenskaper kommer också vara viktigt för att föra fältet framåt. Av naturliga skäl ställs större krav på elektrodmaterial för storskaliga processer än småskaliga försök. Det gäller till exempel strömeffektivitet, korrosionsbeständighet, pris och tillgänglighet. Fortsatt utveckling av kontinuerliga flödesprocesser kommer också vara av stort intresse, inte minst för industrin, då det kan möjliggöra att behovet av stödelektrolyt minskar eller helt försvinner.

ELEKTRIFIERINGEN av organisk syntes för framställning av funktionella föreningar passar väl in i den pågående elektrifieringen av såväl transporter som produktion för minskad klimatpåverkan, och mycket forskning pågår inom området. Möjligheten till ny reaktivitet gör strategin attraktiv för såväl nya bioraffinaderiprocesser som för elektrokemisk reduktion av koldioxid för att producera nya fossilfria byggstenar och bränslen, liksom för nya vägar till komplexa molekylära arkitekturer. För att implementeras storskaligt och leda till en industriell omställning för framtidens kemiska produktion räcker dock inte utveckling på den naturvetenskapliga och tekniska sidan – en hållbar utbyggnad av energiproduktion såväl som elektricitetsnät måste också till för att möjliggöra att kraften räcker till samhällets omställning av såväl transporter som fossilfri produktion till ett rimligt pris. ◻

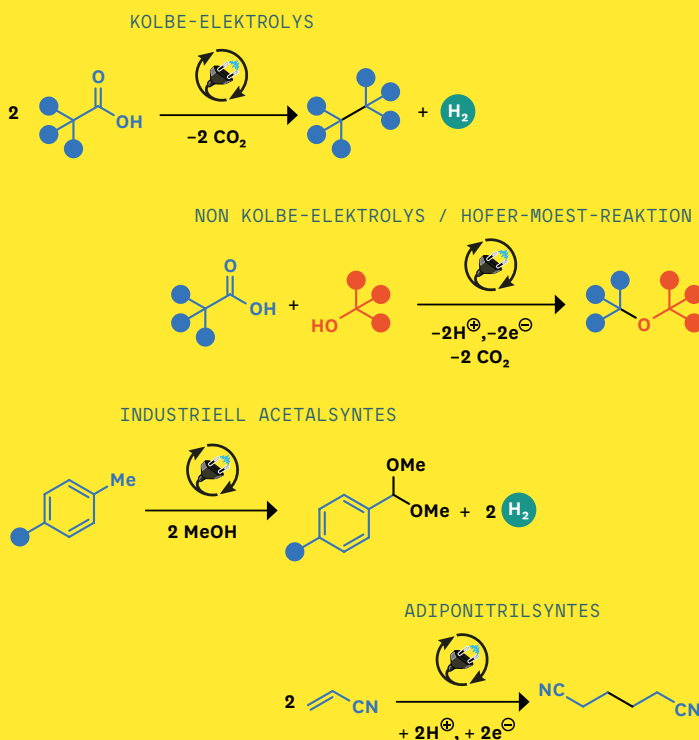
Helena Lundberg är biträdande lektor i organisk kemi vid KTH. Markus Kärkäs är lektor i organisk kemi vid KTH. De forskar bland annat om hållbar syntes.

Metoden har använts länge – även i industrin

Den organiska elektrolysesen har en historia som sträcker sig nära 200 år tillbaka i tiden. En av de mest välkända elektroorganiska reaktionerna utvecklades av Hermann Kolbe 1849. I denna anodiska transformation genomgår en karboxylatjonen en en-elektronoxidation, följt av en spontan dekarboxylering till koldioxid och en kolcentrerad radikal. Denna intermediär kan därefter reagera på två olika sätt beroende på dess natur och reaktionsbetingelserna. I det ena fallet reagerar två radikaler med varandra och bildar en produkt som kan vara såväl symmetrisk som osymmetrisk, i den så kallade Kolbe-elektrolysen. I det andra fallet genomgår radikalen ytterligare en en-elektronoxidation till den korresponderande karbokation för att därefter reagera med en nukleofil i en så kallad non-Kolbe/Hofer-Moest-reaktion. Denna reaktion är framför allt möjlig för föreningar där karbokation som bildas är stabiliserad via konju-

gation med till exempel aromatiska ringar. Båda varianterna av Kolbe-elektrolyses har använts för bland annat syntes av komplexa molekyler och valorisering av biomassa. Samma reaktivitetsprincip återfinns även i andra klassiska elektrooxidativa transformationer, som BASF:s industriella process för syntes av aromatiska acetalter, vilka bland annat används för tillverkning av doftämnen.

På den elektroreductiva sidan återfinns klassiska transformationer som *umpolning* av Michael-acceptorer för cyklisering eller hydrodimerisering. Den senare strategin användes i elektrolyses av adiponitril från akrylonitril, en industriell process utvecklad av Manuel Baizer på Monsanto som kommersialiserade den på 1960-talet. Denna process var länge en av de viktigaste för framställning av adiponitril, ett syntetiskt försteg till hexametylendiamin, som är en av komponenterna i nylon och tillverkades i hundratusentals ton årligen med denna process. Under senare år har stor utveckling skett inom organisk elektrolyses, inte minst inom elektrokemiskt driven katalys för bland annat oxidativ C-H aktivering och reductiv korskoppling.





ODLAR FÖR MEDICIN

Under det senaste decenniet har intresset vaknat för cannabis eventuella medicinska effekter. Det tyska bolaget Aurora Europe har gjort cannabisbaserade läkemedel sedan 2006. Bolaget har en stor produktionsanläggning i kemiklustret Leuna väster om Leipzig.

Mirakelmedicinen?

Det finns stora förhoppningar på att cannabis ska ge oss bättre smärtlindrande mediciner. Men det finns inga bevis för att drogen har de egenskaper som krävs för det. Samtidigt har cannabis blivit en affärsverksamhet av gigantiska mått.

Text Per Westergård

PLÖTSLIGT PRATAR MÅNGA om att det bör vara legalt att röka cannabis. Kanada och delar av USA har redan tagit steget samtidigt som Europa har påbörjat en vandring i samma riktning, om än i ojämn takt.

Samma sak gäller cannabis för medicinskt bruk. I många länder finns mängder av hälsopreparat innehållande delar från växten att köpa i butik medan de godkända läkemedlen fortfarande är sällsynta.

Frågan blir därför varför det är så kontroversiellt att använda cannabis inom vården, samtidigt som andra narkotiska preparat förskrivits i stor mängd. Och det görs ofta utan större kontroll, vilket har lett till att narkotikaklassade smärtlindrande preparat har blivit ett folkhälsoproblem av gigantiska mått i USA. Enbart under 2020 dog 70 000 personer i landet till följd av en överdos av lagliga opiater.

– Redan under 1950-talet började forskare undersöka om cannabis och de psykedeliska drogerna LSD och psilocybin kunde användas mot alkohol- och tobaksberoende. Men hippierörelsens intresse för kickar och vådliga flygturer slog undan benen för den forskningen och sökandet efter drogernas eventuella positiva effekter upphörde. Det är först under senare decennier som intresset har vaknat till liv igen, säger Fred Nyberg, professor emeritus i biologisk beroendeforskning och verksam vid Uppsala universitets forum för forskning om läkemedels- och drogberoende.

CANNABIS INNEHÅLLER ETT flertal psykoaktiva substanser, av vilka de två mest kända är tetra-hydrocannabinol, THC, och cannabidiol, CBD. Det är THC som ger ett rus →

och samtidigt svarar för drogens oönskade effekter, till skillnad från CBD, som ofta verkar åt motsatt håll. Båda kan användas i medicinska sammanhang, antingen var för sig eller tillsammans. Oavsett hur tillskrivs de av vissa nära nog obegränsade medicinska förmågor. Googlar man på nätet är det lätt att få en känsla av att här finns en enkel och tillgänglig lösning på

”I Europa har THC-halten i marijuana under det senaste decenniet gått från 6,9 till 10,6 procent.”

alla våra hälsoproblem. Bättre sömn, mindre smärta och en förmåga att motverka begynnande schizofreni är bara några.

– Tyvärr finns det i dagsläget inga starka vetenskapliga bevis på att cannabis i sig har de potentiella egenskaper som ställs på ett läkemedel, säger Fred Nyberg.

Det betyder inte att han är emot en medicinsk användning av cannabis. Eller som han menar att vi ska uttrycka oss: användningen av substanserna THC och CBD.

– För att vi ska kunna förstå och utnyttja den potential som kan finnas i cannabis måste vi förstå skillnaderna mellan dem. Dessutom måste vi få bättre koll på de omkring 400 andra cannabinoider som finns i cannabis. I dag vet vi inte mycket mer än att ett 80-tal av dem är psykoaktiva, vilket betyder att de påverkar vår hjärna.

För att cannabis ska kunna bli en större del av världens verktygslåda krävs, säger Fred Nyberg, att de nya preparaten genomgår traditionella läkemedelsprövningar. Ett antal studier pågår för att se om de kan lindra smärta, men ännu finns inga godkända läkemedel för den indikationen.

– Det handlar inte bara om huruvida cannabis ska kunna ge bevisade effekter, lika viktigt är att visa att den aktiva substansen absorberas som den ska i kroppen, att den slår på rätt receptor, samtidigt som de toxiska effekter som finns måste reduceras till ett minimum.

Dessutom har cannabis väl dokumenterade negativa effekter på minnet, på den mentala hälsan samt på motorik och koordination som måste minimeras.

I DAG ÄR TVÅ cannabispreparat godkända för läkemedelsanvändning i EU. Det är Sativex, en munsprej som innehåller både THC och CBD och som används för att minska spasticitet vid MS, och Epidyolex som enbart innehåller CBD och som ges till barn med epilepsi. Preparaten får bara

förskrivs av läkare med särskild behörighet, och bara i de fall där mer etablerade preparat inte ger önskad effekt. Båda substanserna framställs ur växten.

Sedan 2017 är det efter en individuell prövning och beviljad licens även möjligt att skriva ut Bediol, ett smärtlindrande preparat baserat på marijuana, som är godkänt i Nederländerna. En av de stora förhoppningarna med cannabis är just att det ska ge bättre smärtlindrande mediciner. Men en del av de smärtdämpande egenskaperna hos cannabis är kopplade till det rus som THC ger, vilket innebär att om man minskar THC-halten i läkemedlet är risken stor att den smärtlindrande effekten blir sämre.

CANNABIS SMÄRTSTILLANDE egenskaper har dock börjat ifrågasättas. Ett forskarteam bestående av smärtspecialister har på uppdrag av den internationella sammanlutningen International association for the study of pain utvärderat den forskning som finns om cannabis och smärta. Resultatet: ingen bevisbar effekt.

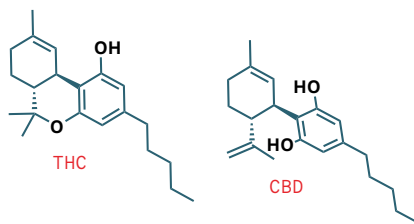
– Trots det vill jag inte utesluta möjligheten att vi ska kunna få fram användbara cannabis-relaterade läkemedel med minimala negativa effekter. Men för att komma dit måste vi forska mer, framför allt för att renodla och modifiera substanserna THC och CBD och sedan förfina de användbara egenskaperna, säger Fred Nyberg.

Cannabis är i dag en av de största tillväxtbranscherna i världen. 2018 uppgick värdet



De aktiva ämnena

THC som finns i cannabis har den kemiska formeln C₂₁H₃₀O₂.



CBD, cannabidiol, har den kemiska formeln C₂₁H₃₀O₂.

THC och CBD är två av de mest kända av de omkring 400 cannabinoiderna som finns i cannabis.

av den lagliga försäljningen till 96 miljarder kronor och enligt analysföretaget Cowens bedömningar kommer marknaden att vara uppemot tio gånger större i slutet av detta decennium. Det har fått många investerare att hoppa på cannabiståget.

– Att cannabis har blivit ”big business” oroar mig. Inte minst eftersom det ser ut att vara de traditionella tobaksbolagen som står bakom många av företagen i branschen. Det tog oss mer än 40 år att lära oss läxan om tobak, och nu är frågan om det kommer att ta lika lång tid att överblicka cannabissens alla effekter, säger Fred Nyberg.

I Colorado, med sex miljoner invånare, har det varit lagligt att sälja cannabis sedan 2014. På plussidan finns att de omkring 2 700 licensierade marijuana-företagen fram till och med 2021 hade betalat skatter, licenser och avgifter för mer än 20 miljarder dollar. Och det på en försäljning som enligt statens egen redovisning hade dragit in 12,5 miljarder dollar, alltså knappt 120 miljarder kronor.

Cannabismarknaden är nu så viktig att när delstaten i början av covid-epidemin beslutade att stänga ned det mesta för att bromsa smittspridningen, undantogs bara de mest essentiella verksamheterna. Som matbutiker och apotek, plus cannabis- och alkoholbutiker.

– Skatteintäkterna är så stora i Colorado att de omkringliggande staterna tappar intäkter i motsvarande grad. Därför finns det ett ökat tryck även bland dem som hittills varit mer restriktiva att även de ska legalisera cannabis.

I Kanada, där cannabisbruk för nöjes skull blev lagligt hösten 2018, hade regeringen som mål att minska droganvändningen bland unga, krympa marknaden för kriminella och värna folkhälsan.

Ett resultat har blivit att andelen kanadensare som använder cannabis har ökat, från 22 till 27 procent av befolkningen.

– Dessutom fördubblades antalet förstängångs användare, och det är helt i linje med vår kunskap om att ju bättre tillgång det är på droger, desto fler kommer att använda dem och fler bli beroende.

HUR SER DET då ut i Sverige? Våra lagar är betydligt mer restriktiva, vilket kan förklara att färre använder cannabis, även om det finns många som ifrågasätter det sambandet. Under 2018 var det 9 procent av den vuxna befolkningen som hade använt cannabis under det senaste året. I de flesta andra länder är andelen betydligt högre. I Norge var det till exempel 10 procent, i Storbritannien 12 procent, Tyskland 13 procent, Danmark 15 procent, Nederländerna och Spanien 18 procent, Tjeckien

19 procent, Italien 21 procent och Frankrike 22 procent.

– Även i Sverige är det många som verkar för en legalisering av cannabis. Debatten om cannabis har under senare år blivit mer polariserad och de forskare som uttalar sig negativt om cannabis får räkna med att bli ifrågasatta i sociala medier. Det har gjort att många av dem tvekar om att uttala sig, eftersom de är rädda för att hamna i konflikt med både nöjesbrukare, personer som anser sig behöva cannabis för sina medicinska problem och de cannabisföretag som nu har börjat etablera sig även i Sverige.

ANVÄNDNINGEN AV CANNABIS ligger inte bara på en högre nivå i samhällen som legaliserat än i samhällen med förbud, ökningstakten är också större. I exempelvis Colorado är cannabisanvändningen bland gymnasieelever sex gånger högre än i Sverige.

Trots legaliseringen finns en stor del av den illegala försäljningen kvar i både USA och Kanada. Ett skäl är att många tycker att den lagliga cannabisen är lite mesig jämfört med den marijuana som säljs på den illegala marknaden. Där är halterna av THC ofta betydligt högre.

– Det gör att kicken för den som röker illegal marijuana blir häftigare, konstaterar Fred Nyberg.

En färsk studie publicerad i den vetenskapliga tidskriften *The Lancet regional health-Europe* bekräftar att cannabisprodukter blir allt starkare. I Europa har THC-halten i marijuana under det senaste decenniet gått från 6,9 till 10,6 procent, medan den i hasch har tredubblats från 7,6 till 24,1 procent. Forskarna bakom studien framhåller de höga THC-nivåerna som särskilt riskfyllda för andra cannabisbaskador än beroende och missbruk, som psykosor och genetiska skador.

Dessutom har det tillkommit en syntetiskt tillverkad cannabis som både aktiverar kroppens cannabinoidreceptorer mer effektivt och kan vara betydligt starkare.

Ett exempel på hur de kommersiella företagen arbetar för att lansera cannabis är Veterans cannabis project. Det är en satsning helt styrd av det ledande amerikanska företaget Curaleaf med det uttalade målet att ge alla amerikanska krigsveteraner obegränsad tillgång till medicinsk cannabis.

För att finansiera kampanjen säljer de en ask innehållande fem färdigrullade jointar. Av de sexton dollar som asken kostar går en dollar till projektet. Big business eller humbug? Frågan bör ställas även om vi inte har svaret. Men helt klart är att om man googlar "veterans" och "cannabis" hittar



PLANTOR MED OLIKA INNEHÅLL
Cannabisväxten innehåller omkring 400 olika cannabinoider varav cannabidiol, CBD, är en av de mest kända. Växter som tas fram för medicinsk användning kan innehålla upp till 40 procent av substansen CBD.

man en kampanj som framför allt syftar till att gynna cannabisindustrin. Om än inlindat i vällovliga syften.

Tittar man däremot på avkriminaliserings effekter i Colorado kan man se att antalet arresteringar kopplade till cannabis minskade med 68 procent från 2012 till 2019. Det är inte så konstigt eftersom innehav, den brottstyp som tidigare var vanligast, inte längre finns. Däremot har antalet marijuanarelaterade sjukhusinläggningar, drogpåverkade bilförare och olyckor där föraren var påverkad av cannabinoider ökat.

Sedan cannabis legaliserades 2012 har de cannabisrelaterade dödsolyckorna ökat med 151 procent. Under perioden 2013–17 ökade det totala antalet trafikdöda med 35 procent. Antalet förare inblandade i trafik-

olyckor som testat positivt för cannabis har mer än fördubblats under samma period.

Frågan är om legalisering av cannabis bara är ett första steg i en utveckling mot allt liberalare regler. I den kanadensiska provinsen British Columbia blir det exempelvis 2023 lagligt att för personligt bruk inneha 2,5 gram av opioider: kokain, metamfetamin och ecstasy.

I en nyligen publicerad avhandling har Rynaz Rabiee vid Karolinska institutet undersökt om det finns ett samband mellan användning av cannabis och andra droger och senare drogberoende. Genom att under 16 år följa 9700 vuxna kunde hon visa att det finns en koppling. Men det var inte cannabis som på egen hand skapade beroendet, utan mer att bruket av en drog öppnar dörrar till andra. ◊

Per Westergård är frilansjournalist.

Magisk vecka i Lindau

Under en vecka full av kemi samlades Nobelpristagare och unga forskare från hela världen i en pittoresk stad vid Bodensjön. Chalmersprofessorn **PERNILLA WITTUNG-STAFSHED** rapporterar från Lindau Nobel laureate meetings.



2016 års Nobelpristagare Ben Feringa var en av 30 kemi-pristagare på plats.

LINDAU NOBEL LAUREATE MEETINGS

startade redan 1951. Sedan dess har minst ett möte i något Nobelprisämne arrangerats varje sommar. Initiativtagare var greve Lennart Bernadotte och nu är det hans dotter, grevinnan Bettina Bernadotte, som leder mötena.

De första två åren var mötena bara öppna för Nobelpristagare men sedan 1953 bjuds unga forskare in. Hittills har totalt omkring 35 000 grundkursstudenter, doktorander och postdoktorer deltagit.

Mottot för mötena är *Educate, inspire, connect*. Och det handlar om utbyte mellan generationer, kulturer och ämnesområden genom samtal mellan Nobelpristagare och studenter, eller studenter emellan i olika format. En mängd nya kontakter skapas och de bevaras genom ett aktivt alumni-nätverk.

I dag är Lindau Nobel laureate meetings mycket mer än en konferens varje sommar. Det ordnas en mängd olika aktiviteter året

om, som alla går ut på att förespråka dialog runt vetenskap och forskning.

ÄMNET FÖR MÖTET 2022 var kemi. Alla levande kemipristagare och ett urval av medicin- och fysikpristagare bjöds in. Ett trettiotal tackade ja. Det sex dagar långa programmet baserades på de pristagare som skulle vara på plats. Det innehöll ett antal föreläsningar men också många parallella sessioner, där interaktion och diskussion mellan pristagare och studenter var syftet. Studenterna kunde själva välja vilken pristagare de ville prata med.

Nytt för i år var ett par sessioner där utvalda unga forskare fick ge korta presentationer av sin forskning. Det är något som ska utökas i fortsättningen. Dessutom kunde deltagarna vara med på luncher och promenader med Nobelpristagare. På kvällarna ordnades sociala tillställningar som *International evening*, *Bavarian evening* och *Grill and chill*. I programmet

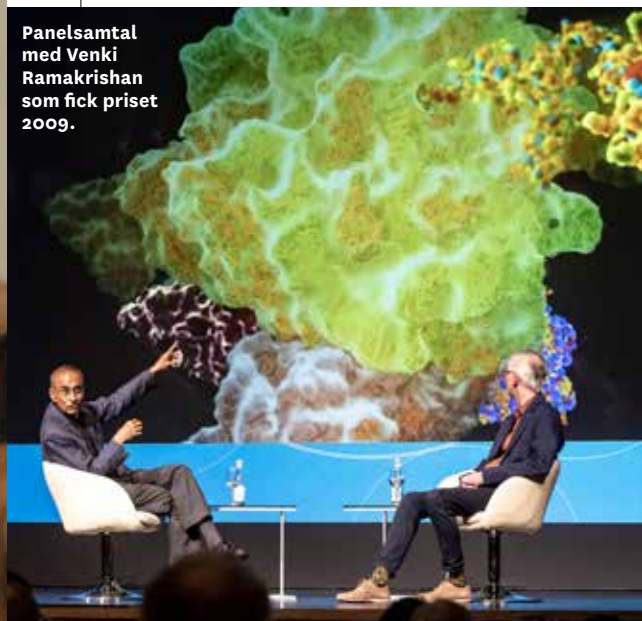
ingick också panelsamtal runt aktuella ämnen som grön kemi, tillit till vetenskap eller jämställdhet och mångfald. Både pristagare och studenter fanns i panelerna. Särskilt det sista ämnet, jämställdhet och mångfald, engagerade den unga publiken mycket. Deltagarna kommer från en mängd länder och kulturer, men Nobelpristagarna är som alla vet en mycket homogen grupp och bara två av de runt 30 pristagarna på plats var kvinnor. Paneldiskussionen handlade om normer och fördomar som ger upphov till den bristande jämställdheten, och vad som kan göras bättre.

TRADITIONENLIGT INNEHÅLLER sista dagen en båtutflykt till ön Mainau. Egendomen tillföll Lennart Bernadotte 1932. Ön med dess fina slott och många trädgårdar är i dag en av de största turistattraktionerna vid Bodensjön.

De cirka 600 studenter som blev inbjud-



Unga forskare får träffa pristagare, som Donna Strickland, som fick priset i fysik 2018, och fjolårets kemipristagare Benjamin List.



Panelssamtal med Venki Ramakrishnan som fick priset 2009.



Lindau är en liten ö i Bodensjön i södra Tyskland.

na till konferensen är utvalda i flera steg. Studenterna ansöker själva i det land de verkar i. Det är viktigt med goda meriter men också motiverings- och rekommendationsbrev. Varje land väljer sedan via universitet, stiftelser eller institut ut ett mindre antal kandidater som de nominerar. Det vetenskapliga rådet går sedan igenom alla nomineringar och väljer ut 600 studenter. I slutänden kom 500 studenter från 90 länder till årets möte, lika många kvinnor som män. Flera akademiska partner bidrar med finansiering. Svenska deltagare sponsras av Ragnar Söderbergs stiftelse och väljs ut med hjälp av Kungliga Vetenskapsakademien. Elva unga forskare från svenska universitet fick åka till detta kemimöte. Deltagarna fyller stadens alla hotell och en mängd invånare ställer upp som värdfamiljer.

JAG HADE INGEN aning om vad som väntade mig när jag på midsommarafton

reste till Lindau, en liten ö i Bodensjön i södra Tyskland nära gränsen till Schweiz och Österrike. Så här i efterhand kan jag rapportera att det var det mest fantastiska jag någonsin har varit med om. Vilka underbara unga forskare, vilka engagerade Nobelpristagare, vilka möten, vilken inspiration! De senaste Nobelpristagarna, David MacMillan och Benjamin List, höll föreläsningar första respektive sista dagen. Framsteg med hjälp av artificiell intelligens och kryoelektronmikroskopi nämndes i flera presentationer. Samtalen handlade om en mängd viktiga frågor där generationerna kunde lära av varandra. Och vi hade roligt tillsammans!

För Nobelpristagarna är detta ett unikt tillfälle att få träffa andra Nobelpristagare. De flesta återkommer år från år. Många tar med sig sin partner, och för dessa ordnas separata aktiviteter. Runt om Lindau finns en uppsjö av natur och kultur att frossa i. Hotellet som pristagare och arrangörer bor

på har nyttjats sedan starten 1951 och är en historisk, slottsliknande byggnad vid vattnet med ett tillhörande gammaldags tyskt utomhusbad.

SENARE I SOMMAR är det ekonomimöte. Nästa år är fokus på medicin och fysiologi, året därpå fysik. Sommaren 2025 är det åter dags för kemi. Till läsare vid svenska universitet: Uppmana unga forskare i er närhet att söka till detta nästa gång. De som blir utvalda får garanterat en magisk upplevelse som förändrar deras liv. ◊

Pernilla Wittung Stafshede är professor vid Chalmers tekniska högskola och sedan 2021 ledamot i det vetenskapliga rådet för Lindau Nobel laureate meetings, med ansvar för kemi. Hon har tillsammans med rådskollegor från Tyskland och Irland ansvarat för konferensens vetenskapliga program och kommer att ha samma uppdrag även 2025.



När bakterien som orsakar digerdöden kom över till svartråttan spreds sjukdomen snabbt.

Apan & filosofen – evolutionära svar på filosofiska frågor
Farshid Jalalvand
[Fri tanke 2022]

”Egentligen är allt filosofi”

FARSHID JALALVAND berättar på ett roande sätt om filosofins och naturvetenskapens historia.

FARSHID JALALVAND är molekylärbiolog, specialist på bakteriologi och vaccinforskning. I *Apan & filosofen* konstaterar han att vi lever i ultraspecialiseringens tid. Syftet med boken är att zooma ut från denna ultraspecialisering och se det stora sammanhanget i allt vårt

vetande: Allt är egentligen filosofi. Mot den bakgrunden kunde han i sin riktiga litteraturförteckning mycket väl ha nämnt den på sin tid mycket omdebatterade boken *De två kulturerna* från 1959 av fysikern C.P. Snow. Liksom C.P. Snow en gång vill Farshid Jala-

lvand överbygga klyftan mellan naturvetenskap och humaniora.

Med stor frejdighet tar Farshid Jalalvand upp centrala idéhistoriska frågor: Vad är meningen med livet? Var kommer människans moral ifrån? Vad är ett jag? Han kommer många gånger fram till tänkvärda – om än inte invändningsfria – svar på dessa eviga frågor.

MYCKET INTRESSANT är Farshid Jalalvand när han närmar sig egna forskningsområden. Han belyser frågan om vad som föranleder samhällets uppgång och fall. Viktiga faktorer är klimatförändringar och infektioner. Med inblickar i den allra senaste forskningen, bland annat av Nicolàs Rascovan och medarbetare vid Pasteurinstitutet i Paris, berättar Farshid Jalalvand historien om hur *Yersinia pestis*, bakterien som orsakade digerdöden, blev pandemisk. Paleomikrobiologer har hittat bakteriens dna-sekvenser i tandsten från skelett i en massgrav i södra

Tyskland. Genom att upprätta ett fylogenetiskt träd över *Yersinia pestis* ursprung har de fastslagit att bakterien kom från Ostasien. Den orsakade ursprungligen infektioner hos murmeldjur och andra gnagare i Mongoliet. Smittan spreds mellan gnagarna av pestloppan *Xenopsylla cheopis*. Gnagarna hade utvecklats en naturlig motståndskraft mot infektionen. Några mycket dramatiska evolutionära händelser kom att knyta *Yersinia pestis* till människan. Gener kan överföras inom och mellan bakteriearter via plasmider. Detta är känt från

forskningen om antibiotikaresistens.

För cirka 3 000 år sedan fick *Yersinia pestis*, genom plasmiden pMT1, förmåga att bilda biofilm i pestloppans magtarmkanal. Därigenom kunde bakterien överleva mycket bättre i lopporna, men samtidigt blockerade de magtarmkanalen hos lopporna. Loppornas vätskeomsättning förändrades och de blev törstiga och började söka sig varsohelst efter blod. Så kom de över till svartråttan. En spontan mutation i en plasmid gav bakterien förmåga att aktivera enzymet plasmin, som bryter sönder kroppsegna proteiner hos de infekterade djuren. Detta skapar fruktansvärda vävnadsskador – och en mördarbakterie var född. *Yersinia pestis* och dess vektor, pestloppan, fanns nu hos svartråttan, som levde nära människan, snyltande på hennes spannmålslager.

SVARTRÅTTAN började röra på sig, möjligen till följd av klimatförändringar. Den smög sig ombord på fartyg och kom sjövägen till Indien, Egypten och Konstantinopel. *Yersinia pestis* drabbade Rom med den justinianska pesten på 500-talet och bidrog till romarrikets kollaps. Den omskapade de medeltida samhällena i Europa genom att ta livet av två tredjedelar av befolkningen. *Yersinia pestis* kan

numera lätt bekämpas med antibiotika, men spåren av dess tidigare härjningar är synliga än i dag i de tidigare drabbade länderna i form av olika politiska och kulturella uttryck.

Boken behandlar på ett roande sätt filosofins och naturvetenskapens historia med tyngdpunkt på mikrobiologi och evolutionsvetenskap. Den ger perspektiv på stora frågor, som sysselsatt människor i alla tider. ◊

Av Ulf Ulfvarson, teknologie doktor i kemisk teknologi och professor emeritus i industriell ergonomi vid KTH.



När kemi blir en viktig del i kvinnorörelsen

Agnes Rinaldo-Matthis har läst en roman där kemi driver intrigen.

MAN KANSKE INTE lär sig kemi genom att läsa *Lektioner i kemi* men för den redan skolade kemisten är det inspirerande att följa hur författaren Bonnie Garmus använder kemi för att driva intrigen eller skapa liknelser. Hon beskriver till exempel olika romantiska relationer utifrån kemiska bindningar.

Boken utspelar sig i 1960-talets USA och titeln syftar på det matlagningsprogram huvudpersonen kommer att leda, där hon använder kemi för att beskriva och förklara matlagning. Budskapet är att ta sig själv på allvar och att det kan kräva att man ifrågasätter rådande normer.

Huvudpersonen heter Elizabeth Zott. Hon brinner för kemi, har svårt att acceptera ojämlikheterna i det amerikanska samhället och är en person som man tycker om. I berättelsen finns också Zotts dotter Mad, hunden Halv sju och grannen Harriet. Alla tre är i olika lägen ett berättarjag och belyser berättelsen med olika perspektiv.

ROMANEN UTSPELAR SIG i Kalifornien. Elizabeth Zott utbildar sig till kemist med målet att bli forskare. Hon börjar doktorera men tvingas avsluta sina doktorandstudier efter att hennes handledare begår ett övergrepp. I stället börjar hon jobba som kemist på Hastings forskningsinstitut, där hon har framgång med ett projekt inom abiogenes, om hur liv kan uppstå ur icke-liv, molekyler. Men även där upplever hon trakasserier. Hon väljer att inte anpassa sig till normerna på arbetsplatsen, vilket gör att hon blir "besvärlig" på jobbet.

Elizabeth Zott har haft en svår uppväxt och pratar inte gärna om sina föräldrar. På Hastings träffar hon den framgångsrika

men egensinniga forskaren Evans. Evans är också lite av en enstöring och har liksom Zott haft en svår barndom. De två blir ett par men Elizabeth vill inte gifta sig. Hon vill inte anpassa sig till tidens rådande normer och vill inte heller ge upp sitt namn eftersom hon tänker sig en karriär inom forskning.

ZOTTS LIV FÖRÄNDRAS abruptt då Evans dör i en olycka och hon blir ensamstående mamma. Hon blir av med jobbet på labbet trots sina framgångar.

Zotts dotter Mad, som påminner lite om Matilda i Roald Dahls roman med samma namn, lär sig läsa redan vid tre års ålder. Mad får med sig små meddelanden, eller visdomsord, i form av små lappar som Zott skriver och lägger i lunchlådorna hon får med sig till förskolan. Men Mad slänger dessa lappar för att hennes kamrater inte ska se att hon kan läsa – Mad vill passa in och tänker att "om man kan läsa när man är tre år då är man annorlunda".

Mads lunchlådor har betydelse också för den vändning berättelsen sedan tar. Zott märker att Mads lunchlådor äts upp av någon annan och det är den upptäckten som leder till att hon får ett erbjudande om att leda ett matlagningsprogram på tv.

Den tänkta publiken till programmet Middag kl 18, som bland annat handlar om matlagningens kemi, är hemmafruar. Och Zott vill visa alla dessa kvinnor vilken viktig roll de har då de lagar god och näringsriktig mat till sin familj. Zott bestämmer mer och mer över programmet och förmedlar också andra budskap, som att man ska ta sig själv på allvar, att det man gör är livsviktigt, att man kan bli vad man

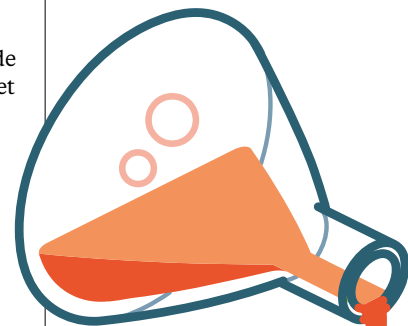
vill och att man kan ta arbete även utanför hemmet. Programmet blir omåttligt populärt och blir en viktig del i kvinnorörelsen, då kvinnor i högre grad började ta jobb utanför hemmet och färre blev hemmafruar.

Lektioner i kemi
Bonnie Garmus
[Wahlström & Widstrand 2022]

HUVUDPERSONEN PÅMINNER lite om Beth Harmon i *Queen's gambit* men där ett starkt intresse för schack har ersatts av Elizabeths starka intresse för kemi. En filmatisering av *Lektioner i kemi* är på gång och kanske blir det ett uppsving för kemi på liknande sätt som det blev uppsving för schack efter succén med *Queen's gambit*.

Trots att huvudpersonens öde rymmer mycket svårta är boken skriven i lättsam och underhållande ton och intrigen gör den svår att lägga ifrån sig. Jag tycker om berättelsen om hur Elizabeth på olika sätt möter många svårigheter men ändå lyckas reda ut dem på oväntade sätt. ◻

Av Agnes Rinaldo-Matthis, kanslichef, Svenska Kemisamfundet.



Nya uppdrag och utmärkelser



Jesper Hedberg är ny vd på Testa center i Uppsala. Han var tidigare föreståndare för verksamheten, som ska ge forskare och mindre företag möjlighet att testa och skala upp biologisk produktion.



Pascal Soriot, vd för Astra Zeneca, har adlats i Storbritannien för sitt bidrag till den livsvetenskapliga forskningen i landet och för sitt ledarskap under covid 19-pandemin.



Olle Matsson, professor emeritus vid Uppsala universitet, får 2022 års populärvetenskapliga pris av Kungliga Vetenskapssamhället i Uppsala för populärvetenskaplig förmedling av sin forskning och samlade kunskap inom kemin, och då med särskilt fokus på gifter.



Linda Sandblad, forskare vid Umeå universitet, och **Marta Carroni**, forskningsingenjör vid Stockholms universitet och Scilifelab,

har utsetts till research infrastructure fellows av Stiftelsen för strategisk forskning. De får 15 miljoner vardera under fem år för projekt om centrum för elektronmikroskopi i Umeå respektive kryo-EM i biomedicinska

applikationer och läkemedelsutveckling.



Helena Lundberg, biträdande lektor vid KTH, har utsetts till Framtidens forskningsledare av Stiftelsen för strategisk forskning, för ett projekt om hållbar omvandling av biomassa till funktionella föreningar. Även forskarna **Tiziana Fuoco**, KTH, **Mika Sipponen**, Stockholms universitet, samt **Julia Morud Lekholm**, Göteborgs universitet, är antagna för projekt om polymera material med miljöspecifik nedbrytning, ligninbaserade funktionella material respektive projekt om reglering av informationsflöde i ett minimalt nervsystem. Projekten får 15 miljoner kronor vardera under fem år.



Jens Nielsen, professor och vd för Bioinnovation institute, Köpenhamn, blir hedersdoktor vid Sahlgrenska akademien för insatser som stärkt akademins roll inom livsvetenskaperna.



Katarina Bjelke är ny generaldirektör för Vetenskapsrådet. Före det var hon universitetsdirektör vid KI och ordförande i styrelsen för Rymdstyrelsen.



Kristina Håkansson, University of Michigan, och **Reza Shariatgorji**, Uppsala universitet, har tilldelats Berzeliusmedaljen i guld respektive silver från Svenska masspektrometrisällskapet.



Karolina Broman är forskare i Umeå och sedan augusti också ordförande i styrelsen för Kemilärarnas resurscentrum, KRC.

”Genuint roligt med unga som vill lära sig”

För framstående pedagogisk verksamhet på olika utbildningsnivåer.

KAROLINA BROMAN belönas med Gunnar Starck-medaljen.

KAROLINA BROMAN, docent vid Umeå universitet, får Svenska Kemisamfundets Gunnar Starck-medalj. Medaljen delas ut varje år till en person som har utmärkt sig för pedagogisk verksamhet som stimulerar till fortsatta kemistudier.

– Det är otroligt hedrande och kul att få ingå i den grupp av personer som har fått medaljen. Den legendariske läroboksförfattaren och kemiprofessorn Gunnar Hägg fick den på 1970-talet. Utbildning och kemi är det jag har ägnat mitt arbetsliv åt och medaljen är ett tecken på att det uppskattas, säger Karolina Broman.

Hennes forskning handlar om kemididaktik, läran om undervisning och lärande i kemi.

– Jag har tittat på hur elever och studenter lär sig kemi. Tidigare har jag ägnat mig åt didaktik på gymnasiet, men de senaste 7–8 åren mest åt universitetskemi.

I sitt arbete använder hon

digitala verktyg som VR-glasögon för att visualisera kemi.

– Det arbetet har rönt intresse både i Sverige och utomlands. Genom att jobba med digitala verktyg kan vi synliggöra den osynliga kemin på ett bra sätt. Det kan vara svårt att visualisera den tredimensionella bilden av kemi för elever och studenter men även för forskare.

ATT EN DEL tycker kemi är svårt motiverar henne särskilt.

– Jag tycker att det är så genuint roligt med unga människor som vill lära sig. Det triggas mig att vända bilden av kemi som svårt och farligt till en bild av kemi som spännande, intressant och relevant för att förstå din kropp och den värld du befinner dig i. Det är inte enkelt men allt blir enklare om man lägger kraft och engagemang på det, såväl att läsa kemi som att bli bra på fotboll, säger Karolina Broman. ◊

AVHANDLINGEN

Roboten hittar snabbt nya lovande material

ALLAN STARKHOLM har använt en robot för läkemedels-utveckling för att screena efter nya material.

SOLCELLER HAR STORA möjligheter att bli ett alternativ när samhället ställer om för ökad hållbarhet. Ett av de mest lovande materialen för att fånga in ljuset är så kallade perovskiter. Men de är instabila och faller lätt sönder och innehåller dessutom giftigt bly. Därför krävs mer forskning.

Allan Starkholm har i sitt avhandlingsarbete undersökt nya typer av perovskitmaterial. Huvudtanken var att se om det går att använda robotiserad screening för att hitta nya material. Roboten han använt finns hos forskningsinstitutet Rise i Södertälje och har ursprungligen använts i Astra Zenecas läkemedelsforskning.

– En robot designad för ett annat syfte går att använda för att identifiera och karakterisera nya perovskitmaterial. Man får ut vissa data gällande verkningsgrad och solcellsprestanda, säger han.

Allan Starkholm har studerat olika materialkombinationer, med fokus på färgämnen som kan absorbera solljus och olika metallhalogenider. Färgämnen har ett litet så kallat bandgap, en egenskap som är viktig för hur stor mängd av solljuset som de kan absorbera.

AVHANDLINGEN har fokus på solcellsområdet men metoden – robotiserad screening – skulle kunna användas inom många områden, enligt Allan Starkholm.

– Den kan användas



”Exploration and synthesis of novel hybrid perovskite materials for solar cell applications”

Starkholm, Allan

Kemi, tillämpad kemi, Skolan för kemi, bioteknologi och hälsa, KTH

Handledare: Lars Kloo, Per H. Svensson.

brett inom energifältet, för batteriforskning, nya elektrolyt- eller ledmaterial. Bara fantasin begränsar, säger han.

Roboten är designad för att identifiera nya kristallina material. När man har bestämt vilka kombinationer av färgämnen och metallhalogenider man vill undersöka, matar man in de parametrar man vill testa, som exempelvis förhållanden

mellan ämnena. Sedan för man in en hållare med tomma provrör försedda med streckkoder. Roboten läser av dessa för att identifiera olika experiment den ska göra.

Den blandar sedan olika lösningar och analyserar om nya material har bildats eller inte.

ALLAN STARKHOLM har tillsammans med sina handledare utvecklat roboten så att den också mäter hur bra materialen är på att omvandla absorberat ljus till elektrisk energi.

– Preliminära resultat visar att det finns flera intressanta materialkandidater som är värda att undersöka vidare.

Just det jobbar hans kolleger på KTH och Rise med nu. Allan Starkholm själv är i Berlin för att som postdoktor på Helmholtz-Zentrum i Berlin fortsätta att studera nya material. ◦



Perovskit-mineral (CaTiO₃) har egenskaper som gör dem intressanta för solcells-forskare.



Lovande svenskt coronavaccin

Forskare vid KI utvecklar ett coronavirusvaccin som kan vara mindre känsligt för mutationer och rustat även för framtida coronavirus. En studie publicerad i *EMBO molecular medicine* visar lovande resultat på möss, och forskarna hoppas nu kunna gå vidare med säkerhetsstudier på människor. Vaccinet är ett så kallat dna-vaccin och innehåller till skillnad från de flesta av dagens vacciner flera delar av viruset.

Ny teknik synliggör biomolekyler

Forskare vid Chalmers och Göteborgs universitet har tagit fram en mikroskopiteknik för att studera biomolekyler i deras naturliga tillstånd på ett nytt sätt. Molekylerna placeras i ett chip med nanokanaler. En provvätska tillsätts chippet som sedan belyses med synligt ljus. Då syns molekylen som en mörk skugga som går att se på en skärm, som är kopplad till mikroskopet. Tekniken har presenterats i tidskriften *Nature methods*.

Mindre metan från sjöar än tidigare känt

Jordens sjöar släpper ut runt 42 miljoner ton metan per år, vilket är mindre än man tidigare trott. Det visar en studie från forskare vid Linköpings universitet och den amerikanska rymdmyndigheten Nasa, som publicerats i *Journal of geophysical research: biogeosciences*. Forskarna har räknat med olika faktorer som påverkar utsläppen, som exempelvis temperaturvariationer över året och dygnsvariationer.



Den tyske kemisten Fritz Haber på Kaiser-Wilhelm-institutet i Berlin 1926.

Mannen bakom kemiska kriget

FRITZ HABER utvecklade kemiska vapen. Men också en livsviktig metod för att binda luftens kväve.

DET ÄR DEN 22 april 1915 i ingenmansland utanför Ypern. Artillerielden har upphört och de kanadensiska soldaterna kan förnimma ett väsende ljud. Framför sig ser de ett gröngult moln, tätt över marken. Plötsligt hör de ett nytt och betydligt otäckare ljud. De algeriska soldaterna en bit bort har nåtts av klogasmolnet och

går en fasansfull död till mötes. Nu känner kanadensarna den brännande och stinkande lukten.

På mindre än 15 minuter har gasmolnet dragit bort. Den tyske kemisten Fritz Haber (1868–1934) kan tillsammans med militärerna riskfritt gå fram och inspektera resultatet. På ett sex kilometer brett

frontavsnitt finns inte en levande själ.

Inför gasanfallet hade tyskarna placerat ut nära 6 000 gastuber med en meters mellanrum. Från varje flaska utgick ett tunt blyrör i riktning mot fienden. När vinden hade rätt riktning och styrka öppnades kranarna och totalt 180 ton klogas flödade ut. Fritz Haber hade tagit sig an uppgiften att utveckla ett dödligt gasvapen efter att Emil Fischer, Nobelpristagare i kemi 1902, vägrat. Han ledde förberedelserna som var omfattande. Ett speciellt förband hade skapats och tränats på skyddsmasker och meteorologi. Man hade noga studerat vilken terräng som var lämplig och gjort fältförsök på djur. Det första försöket utfördes på ett skjutfält och samtliga hundar, katter och apor dödades snabbt men inte utan lidande.

Gasanfallet i Ypern blev inledningen på en fruktansvärd krigsföring, som i dag skulle klassas som krigsbrott. Bägge sidor satte in gas och man hittade fler ämnen man kunde använda, som senapsgas och fosgen.

HABER BELÖNADES med Nobelpriset 1918 men för en upptäckt som var långt mer människovänlig än det värv han utförde under kriget. En av de stora utmaningarna vid förra sekelskiftet var att få tillgång till gödningsämne för att få skördar som mättade en växande befolkning. Kvävegödnin baserades på chilensalpeter och guano som båda importerades från Sydamerika. I Tyskland och på andra håll försökte forskare binda luftens kväve. Konkurrensen var hård och både Wilhelm Ostwald (1853–1932) och Walter Nernst (1864–1941), Nobelpristagare 1909 och 1920, hade gett sig in i kampen. De gick bet men Fritz Haber var besatt av uppgiften

efter att offentligen ha förolämpats av Nernst. Inledningsvis nådde Haber samma nedslående resultat som andra – endast några få promille ammoniak kunde detekteras. Högre tryck skulle ge mer ammoniak, men ingen hade någonsin kunnat åstadkomma ett så högt tryck.

BYGGANDET AV EN högtrycksutrustning krävde stora resurser och Badische Anilin und Sodafabrik, BASF, finansierade projektet utan att egentligen tro på det. Med hjälp av två begåvade konstruktörer kunde Fritz Haber tillverka en utrustning som nådde 200 bars tryck och en temperatur på 700 grader. Det skulle enligt beräkningarna ge flera procent ammoniak – men resultatet uteblev. Slutsatsen blev att katalysatorn var den felande länken, varför ett stort antal metallkatalysatorer provades, fortfarande utan framgång. Från ett tidigare projekt fanns några osmiumtrådar, på sin tid världens sällsyntaste metall med 100 kilo tillgängliga i hela världen. Osmium gjorde att processen fungerade men var ingen lösning. BASF krävde att en fungerande pilotanläggning som inte var beroende av osmium stod klar inom tre månader. Ingenjören Carl Bosch (1874–1940) lyckades efter tusentals försök hitta en järnbaserad katalysator som kunde ersätta osmium och tidskravet hölls. Han fick Nobelpriset 1931. Sedan kommersiell produktion startade 1913 har Haber-Bosch-processen varit avgörande för vår livsmedelsproduktion. Man räknar med att hälften av kväveatomerna i vår kropp har passerat processen. I dag – drygt 100 år efter tillkomsten – pågår åter utvecklingsarbete för att minska processens miljöavtryck. Hög energiåtgång och väte med fossilt ursprung gör det nödvändigt. ◊

Av Johan Wennerberg, forskningschef vid Red Glead Discovery i Lund och medlem av Kemisamfundets kemihistoriska nämnd.



Johan Larsson har varit med på sommarkursen i fysikalisk kemi. Ämnet för nästa år är inte klart.

SOMMARSKOLA

100 procent nöjd med kurs

JOHAN LARSSON, doktorand vid Linköpings universitet, var en av 24 deltagare på sommarkursen Summer school in physical chemistry – applied kinetics.

KURSEN ORGANISERADES av sektionen för fysikalisk kemi inom Svenska kemisamfundet och var öppen för alla doktorander i Sverige. Hans avhandlingsarbete handlar om hur proteiner förändrar sin form vid Alzheimers sjukdom.

Vad fick dig att börja doktorera?

– Jag har alltid varit intresserad av forskning generellt. Eftersom jag länge har varit intresserad av medicin var det naturligt att jag ville bidra till medicinen genom att forska.

Hur valde du ämne för ditt doktorandarbete?

– Jag gjorde roliga studentprojekt som jag spann vidare på och som senare ledde till att jag snöade in på Alzheimers sjukdom, som jag tyckte var väldigt intressant. Det finns fortfarande mycket vi inte vet om Alzheimers sjukdom så min insats kan vara viktig.

Varför sökte du sommarkursen i kinetik i fysikalisk kemi?

– Jag jobbade mycket med aggregationskinetik och tänkte att det finns så många andra kinetiksystem som studerats. Kanske kan det finnas koncept i andra kemisters tankesätt som jag kan applicera i mina egna system. Även om man inte har kört exakt samma experiment så kan man lära sig av andra.

Är det något specifikt du tar med dig från kursen?

– Jag skulle inte säga något specifikt, men mera att jag fick en djupare inblick i kinetiken.

Vad tyckte du om kursens längd?

– Den var jättebra och alla föreläsningar och föreläsare var bra. Jag lärde mig jättemycket av alla föreläsare.

Skulle du rekommendera sommarskola för andra nästa år?

– 100 procent. Kursen bidrar till att man kan bearbeta det man har lärt sig på ett bättre sätt, men också med sociala aktiviteter där man får lär känna andra kemister från hela Sverige.

Medaljregn över kemiolympier

De fyra svenska deltagarna lyckades kamma hem flera medaljer i nordiska och internationella kemiolympiaden 2022. I den nordiska olympiaden fick Yangyi Qi och Markus Farnebäck, båda från Berzeliuskolan i Linköping, guld respektive silver, medan Barabás Tahin från Malmö Borgarskola tog hem ett brons. I den internationella tävlingen fick Yangyi Qi silver. Markus Farnebäck, Love Sundin och Barabás Tahin fick utmärkelsen Honorable mention och Tahin dessutom en utmärkelse för sitt arbete i den praktiska delen.

– Den första uppgiften på den internationella olympiaden var relativt lätt och handlade om kolloider av guldnanopartiklar och tester för covid-19. I en fråga applicerades kinetik på kväveoxider, och då det var ont om tid och uppgiften krävde långa beräkningar hoppade jag över stora delar av den. En annan fråga handlade om biokemi, vilket är mitt största intresse inom kemi, berättar Love Sundin från Berzeliuskolan i Linköping.

Han tipsar de som är intresserade av att tävla nästa år att särskilt studera organisk kemi.

– Det deltagarna ska kunna finns i kursplanen. Det mesta i kursplanen finns i en bok om allmän kemi på universitetsnivå men uppgifterna i organisk kemi kan handla om reaktioner som inte står med där.



Nummer 1/2019.

Ny ansvarig utgivare

Joakim Andreasson, professor vid Chalmers, är ny ansvarig utgivare för Kemisk Tidskrift, samt för nyhetsbrevet som Svenska kemisamfundet skickar ut varannan vecka.

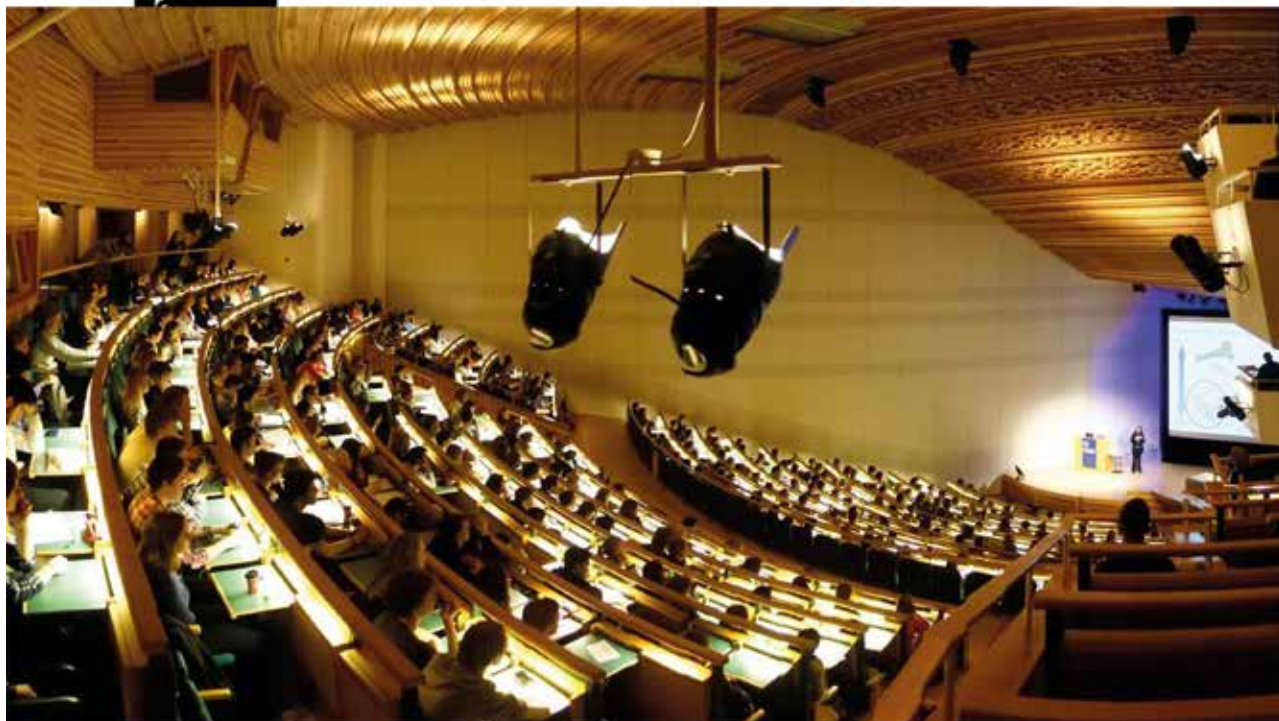
Till vardags arbetar han med forskning om hur fotokroma molekyler och ljus kan användas till att kontrollera fluorescensegenskaperna hos

molekyler och material samt att styra biokemiska processer.

– Ända sedan det första numret av Kemisk Tidskrift publicerades har jag varit stolt över att vi konsekvent kan leverera en så bra tidning. Det ska därför bli mycket roligt och samtidigt utmanande att få vara med och påverka innehållet. Jag ser fram emot ett konstruktivt arbete tillsammans med chefredaktör, redaktionsråd och skribenter.



Berzeliusdagarna



Årets stora kemikonferens för gymnasieelever!

68:e Berzeliusdagarna i Aula Magna, Stockholms universitet 20-21/1 2023

Vill du vara med och sponsra?
Maila oss på info@kemisamfundet.se

För mer information se hemsida:
www.berzeliusdagarna.se