

**Trött?** Riskfyllt bota på kemisk väg

# Kemisk tidsskrift

N<sup>o</sup>3  
2024

**Giftskandalen  
som skakade  
Sverige**

50 år senare  
ska saneringen  
äntligen vara klar

PLUS: Fokus på fotosyntes / Vill stärka keminätverk / ESS tar oss in i materien

# Naturen visar vägen till framtidens material



## Chalmersprofessor Martin Andersson representerar Kemisamfundet på Bokmässan

Martin Andersson, material- och kemiforskare samt professor vid Chalmers, kommer att representera Kemisamfundet på Forskartorget under Bokmässan 2024, som äger rum 26-29 september.

Han kommer att tala om hur vi kan efterlikna naturens metoder för att rena vatten — en process som är hundra gånger mer effektiv än dagens teknik. Han diskuterar även hur vi med naturen som förebild kan skapa material som imiterar det mänskliga immunförsvaret, vilket kan vara av stor vikt i utvecklingen av framtidens plåster och sårforband, syntetiska ben och medicinska implantat.



**När?** 29:e september  
kl. 13:40-13:55  
**Var?** Svenska Mässan  
Gothia Towers, Göteborg

## Signaler

- [6](#) Industrin vill ha en strategi för mer biogas. Ojämnt i kemindustrin.
- [7](#) Reza Younesi har en fot i akademien, en i industrin.
- [8](#) Så bildas de blå safirerna.
- [9](#) Med skarpt fokus på fotosyntesen. Olika besked om alzheimerläkemedel.
- [10](#) De drar upp planerna för nästa stora kemimöte.
- [12](#) "Det finns en jättemarknad för e-metanol." Borealis skjuter upp planer på kemisk plaståtervinning.

## Krönika

- [13](#) Pernilla Wittung-Stafshede: Vart är akademien på väg?

## Giftskandalen i Teckomatorp

- [14](#) För snart 50 år sedan hittades hundratals nedgrävda giftunnor.

## ESS ska ta oss till materialens inre

- [20](#) Anläggningen utanför Lund öppnar 2027.

## Sömnens kemi

- [24](#) Det går att hålla sig vaken på kemisk väg, men inte utan ett pris.

## Lästips

- [30](#) Ett blivande standardverk om svampar.
- [31](#) Hur Sverige blev modernt.

## Karriär

- [32](#) Hon kämpar för kemiingenjörerna.
- [33](#) Avhandlingen: Små alger med stor potential.

## Till sist

- [34](#) Kemistens ansvar.

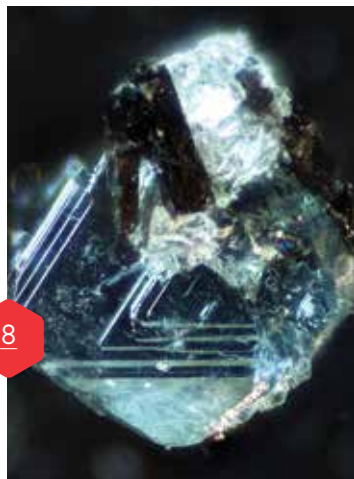
## Medlemsidan

- [35](#) Prisas för gymnasiearbete. Höjdpunkter från Sweprot.

7



8



14



# Källkritik kräver kunskaper i kemi

**M**ycket av det vi vet om vår förhistoria kommer från analys av skräp. Föremål som kasserats, hamnat i avfallshögar eller använts som utfyllnad vid byggen, och som varit såpass stabila att de över tid inte brutits ned till flyktiga eller vattenlösliga föreningar. I ett mer nära historiskt perspektiv har vår långa vana att hålla ut, gräva ned eller bara släppa sådant vi inte längre vill ha lett till miljöproblem lokalt, regionalt och globalt. Ett exempel är hanteringen av avfall hos företaget BT Kemi på 1970-talet, som du kan läsa om på sidan 14, ett annat är de stora mängder lösliga näringsämnen som via floder förflyttat sig till våra sjöar och hav.

I dag vet vi så mycket mer än vi gjorde då, men gör kanske inte bättre, globalt sett. Miljölagstiftningen i Sverige och EU är visserligen väsentligt skarpare än för några decennier sedan, men det är långt kvar till global konsensus om vad som är okej.

Inför några kursmoment under höstterminen har jag samlat larmande dagspressnotiser med kemianknytning, till exempel om mjukgörare i badleksaker och yogamattor. Ingen artikel nämner varför plasterna innehåller mjukgörande föreningar, eller att både egenskaper och prislapp skiljer sig åt för olika typer av föreningar. Inte heller om de som hittats i produkterna är sådana som är utfasade eller ska fasas ut inom EU. Jag gissar att så är fallet men kan ju inte veta säkert. Kemikunskaper behövs för att förstå och vara källkritisk, och många kemikunniga behövs för att lösa dagens och morgondagens utmaningar. När kommer vi exempelvis att ha plaståtervinningsprocesser som är så billiga, effektiva och globalt etablerade att använd plast inte någonstans längre är ett avfall som sprids med vind och vatten eller grävs ned?

**TILL SIST:** Det är snart bara ett halvår till vår tredje nationella konferens – denna gång i Stockholm. Lägg in SCS 2025 i din kalender redan nu!

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



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



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

## Adress:

Kemisk Tidskrift  
Svenska Kemisamfundet  
Box 55915  
102 16 Stockholm  
[www.kemisamfundet.se](http://www.kemisamfundet.se)

## Chefredaktör:

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

## Ansvarig utgivare:

Joakim Andreasson,  
Kemisamfundet,  
[a-son@chalmers.se](mailto:a-son@chalmers.se),  
031-772 28 38

## Grafisk form:

Jesper Möller, [ci.se](mailto:ci.se)

## Språkgranskning:

Helena Hammarberg Waern  
Annons och prenumeration:  
[agnes.rinaldo-matthis@kemisamfundet.se](mailto:agnes.rinaldo-matthis@kemisamfundet.se),  
070-207 48 99

## Produktion:

Vetenskapsmedia i Sverige AB  
Skeppsbron 34  
111 30 Stockholm  
[anders.svensson@vetenskapsmedia.se](mailto:anders.svensson@vetenskapsmedia.se),  
076-868 58 24

## Redaktionsråd:

Ulla Nyman, ordförande;  
Joakim Andreasson, Chalmers;  
Anna Finne Wistrand, KTH; Leif Jönsson, Umeå universitet; Anna Kärrman, Örebro universitet; Gunnar Lidén, Lunds universitet; Erika Lindbom Sierakowiak, Svenska Kemisamfundet; Lars Nilsson, Lunds universitet; Oleg Pajalic, Chalmers och Perstorp; Tom Willhammar, Stockholms universitet.

**Omslagsfoto:** TT Bild.

**Tryck:** Pipeline Nordic.

**Upplaga:** 2 500.

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

 Vetenskapsmedia

 SVENSKA KEMISAMFUNDET  
The Swedish Chemical Society



# VILL DU OCKSÅ BIDRA TILL NÄSTA GENERATIONS KEMISTER?

Vi på Unga Forskare vill inspirera fler unga till en framtid inom STEM. Vill du hjälpa oss med vårt uppdrag? Bidra till vårt arbete!



SCANNA MIG FÖR  
ATT LÄSA MER

# Signaler

Industrin vill ha biogasen för att ersätta fossila kolatomer med ickefossila.

## Ojämställt i toppen på kemiindustrin

Endast en av 52 vd:ar som tillsattes i kemiindustrin mellan 2021 och 2023 var kvinna. Det visar en ny undersökning från chefsrekryteringsföretaget Heidrick & Struggles, som har kartlagt bakgrunden hos vd:ar i 129 kemiföretag världen över. Enligt samma rapport är det endast 4 procent av kemiföretagen som har en kvinna som vd, jämfört med 6 procent i den globala industrin totalt.

Det gör att kemiindustrin hamnar efter andra industriella sektorer när det kommer till jämställdhet på de högsta posterna.

I rapporten framgår också att vd:ar i kemisektorn ofta rekryteras internt – men att vägen dit är lång. Nuvarande vd:ar har i genomsnitt varit anställda i företaget i 21 år innan tillträdet. Det är betydligt längre än de 13,5 år det tar i andra industribranscher.

Rekryteringsföretaget lyfter fram tre strategier för att hitta framtida ledare i kemisektorn: företagen bör utveckla en mångsidig talangpool som sträcker sig djupt in i organisationen, utforska externrekryteringar och undvika att bara söka efter nya ledare med samma profil som de avgående.

## Industrin vill ha en strategi för mer biogas

Sverige behöver femfaldiga biogasproduktionen till 2030.

**I DAG PRODUCERAS** två TWh biogas i Sverige varje år. Men det räcker inte långt. Enbart kemikoncernen Perstorp kommer årligen att behöva tre TWh biogas till anläggningarna i Sverige.

– Industrin behöver biogasen som råvara för att ersätta fossila kolmolekyler med ickefossila kolmolekyler, säger Adam Kanne, som är chef för samhällskontakter på Perstorp och ordförande i Industrins biogas-kommission.

Enligt kommissionen, som bildades av bland annat Ikea, SSAB, Höganäs och Perstorp tidigare i år, behöver Sverige producera tio TWh biogas årligen till 2030. Det totala behovet

uppskattas vara dubbelt så stort.

– Vi har lagt ihop det industri-företagen i kommissionen kommer att behöva, säger Adam Kanne.

Biogasen ska bland annat användas för att framställa metanol, som är en viktig råvara, inte minst för kemiindustrin. Perstorp använder exempelvis den för att tillverka kemikalier som ingår i många vardagsprodukter. I dag tillverkas metanolen till största delen av fossil naturgas.

En del av den metanol Perstorp behöver ska framledas i stället tillverkas vid företagets anläggning i Stenungsund av biogas, vätgas och koldioxid. Koldioxiden avskiljs och ska

fångas in i den egna processen. En elektrolysör ska byggas för att framställa vätgasen. Biogas ska köpas in från det västsvenska gasnätet som går förbi anläggningen.

**SAMTIDIGT HAR** företaget Biokraft (tidigare Scandinavian biogas) börjat projektera för att bygga en biogasanläggning på Perstorps industriområde i just Perstorp. De ska också undersöka om det går att ansluta den anläggningen till gasnätet för att kunna distribuera gasen, exempelvis till Västsvrige.

Anläggningen ska vara klar 2027 och kommer att producera 130 GWh biometan – och 17 000 ton flytande koldioxid – per år. Andra företag har liknande planer. Finska Gasum vill exempelvis bygga fem storskaliga biogasanläggningar i Sverige.

– Med de planer som finns i dag kommer vi upp i en produktion på fyra TWh. Biogaskommissionen kommer att föreslå hur vi på olika sätt kan öka produktionen med sex TWh och täppa till gapet upp till de tio som krävs. Det kommer att behövas en strategi från politiken som ökar produktionen, säger Adam Kanne. ◊

# 36

MILJARDER KRONOR

ger Energimyndigheten i stöd för bio-CCS, där koldioxid från förnybara källor avskiljs och lagras. En första utlysning beräknas göras i höst. Stödet betalas ut när koldioxiden lagrats permanent.

# Med fötterna i två världar

**Reza Younesi, universitetslektor vid Uppsala universitet och medgrundare av batteriföretaget Altris, får Svenska kemiingenjörers riksförenings kemiteknikpris för sitt arbete med att utveckla natriumjonbatterier. Grattis!**

– Tack! Priset var en glad överraskning.

**Vad handlar din forskning om?**

– När jag startade var mitt huvudintresse att förstå åldrande i natriumjonbatterier, kemin i reaktionen som sker i gränssnittet mellan elektrod och elektrolyt. Men när jag och min första doktorand Ronnie Mogensen såg de lovande resultaten började vi fundera på att starta ett bolag och skala upp tillverkningen till en kommersiell produktion.

**Vad var det för resultat?**

– Vi syntetiserade ett katodmaterial, preussiskt vitt ( $\text{Na}_2\text{Fe}_2(\text{CN})_6$ ), i liten skala för att använda materialet för batterier. Vi insåg att vi med vår enkla metod som inte kräver högt tryck eller temperatur kunde syntetisera materialet i hög kvalitet till låg kostnad i upp till kilogramskala.

**Hur gick ni vidare?**

– 2017 startade Ronnie Mogensen, William Brant och jag Altris. Vi hade en produktionslinje i pilotskala och kunde producera i verklighetsliknande förhållanden på universitetet. I dag har vi en egen pilotlinje i Uppsala, där vi kan producera preussiskt vitt för olika produkter för olika kunder. I en fabrik i Sandviken planerar vi för större produktion: 2 000 ton per år.

– Den stora utmaningen i starten var att europeisk industri – som trodde det fanns tillräckligt med litium för behovet för batterier – inte var intresserad. I dag förstår alla betydelsen av natriumjonbatterier, särskilt för stationär lagring av till exempel energi från vind- och solceller. De har lägre energidensitet än litiumjonbatterier, men för stationär lagring är andra faktorer, som kostnader och en hållbar och säker leveranskedja, viktigare.

– I Kina används natriumjonbatterier redan för stationär lagring och där rör man sig mot bilindustrin. USA och EU är på väg mot kommersiali-

sering av batterier för stationär lagring. Northvolt som är delägare i Altris producerar natriumjonbatterier för stationär lagring baserat på vår teknik.

**Vad gör du i dag?**

– Jag forskar fortfarande vid Uppsala universitet, 20 procent, och är sedan två år chef för materialteknikforskningen vid Novo energi, på 80 procent. Det är ett bolag ägt av Volvo cars och Northvolt som bygger en fabrik för att börja producera litiumjonbatterier 2026.

**Hur funkar det att växla mellan industri och akademi?**

– Jag lär mig mycket. För industrin som behöver djup förståelse för kemi och materialvetenskap är kunskaper från akademisk forskning värdefull. ◊



## Reza Younesi

är civilingenjör i nanomaterial med examen från KTH och har doktorerat i oorganisk kemi vid Uppsala universitet.



## Så bildas de blå safirerna

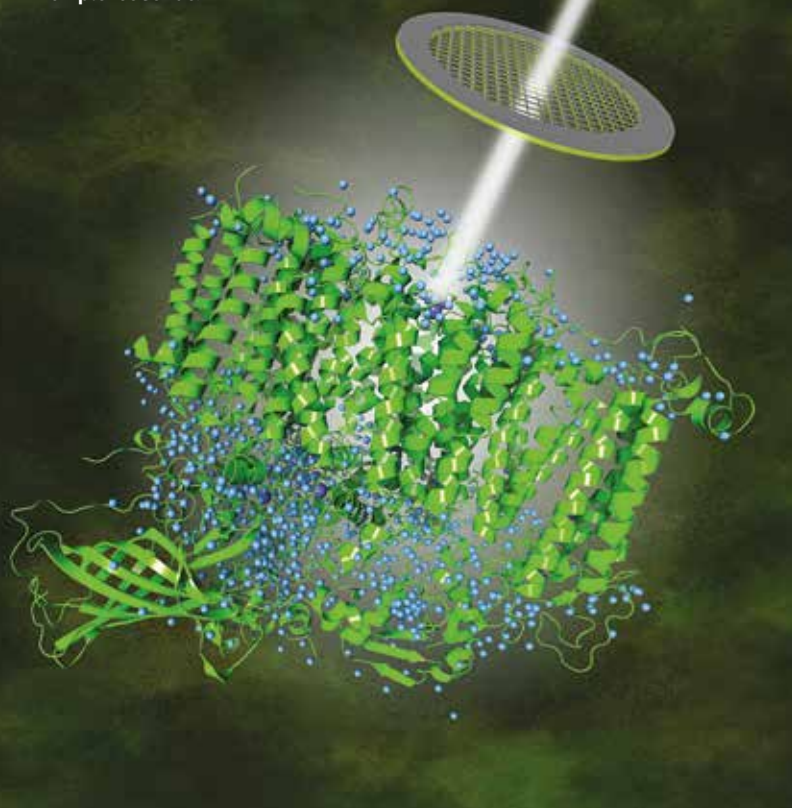
Safirer är bland de mest eftertraktade ädelstenarna, ändå består de nästan bara av korund – ett mineral av aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). De blå kristallerna hittas över hela världen men främst i områden där det har funnits aktiva vulkaner, som i regionen Eifel i västra Tyskland.

Forskare vid Heidelbergs universitet har nu undersökt ett stort antal safirer som samlats in från sediment i floder och stenbrott i området och kunnat visa att de små safirkornen bildats i vulkanis-

ka smältor. De har åldersbestämt mineralinneslutningar inuti safirer med hjälp av masspektrometer och även lyckats identifiera sammansättningen av olika syreisotoper, för att få information om kristallernas ursprung. Resultaten har publicerats i *Contributions to mineralogy and petrology*. ◦



En elektronstråle i kryomikroskopet avbildar frysta proteinpartiklar från fotosystem II. Bilderna gör det möjligt att rekonstruera hur komplexet ser ut.



# Skarpt fokus på vattnets väg i fotosyntesen

Umeåforskare har lyckats visa vattenmolekylernas positioner.

**FOTOSYNTESEN** är den reaktion där växter med hjälp av solljus omvandlar koldioxid och vatten till syre och socker. I den del av reaktionen som katalyseras av fotosystem II (FS II) sönderdelas vattenmolekyler till vätejoner och syre. Det är så det syre bildas som är nödvändigt för nästan allt liv på jorden. FS II är ett stort proteinkom-

plex som består av 25 olika proteiner samt olika pigment, som klorofyll, och metaller, som järn och mangan. Forskare i Umeå och Berlin har nu i samarbete och med hjälp av ett kryoelektronmikroskop lyckats ta fram en tredimensionell bild av fotosystemet från en cyanobakterie med en upplösning på 1,7 ångström ( $1,7 \times 10^{-10}$  m). Det

är ett nytt rekord för ett så stort proteinkomplex.

– Vid denna upplösning kan vi se en stor del av komplexets väteatomer. Vi kan identifiera vattenmolekyler som ingen har sett tidigare, säger Wolfgang Schröder, som är professor emeritus vid Institutionen för fysiologisk botanik vid Umeå universitet och en av forskarna bakom studien som har publicerats i Science.

Kunskapen om både väteatomernas och vattnets positioner krävs för att förstå hur vatten kommer in till det område där själva vattenspjälkningen sker. Det finns många forskargrupper världen runt som studerar just den reaktionen.

– Det finns kanaler i fotosystemet som man har förutspått, som leder vattnet. Vi har nu kunnat titta på de kanalerna och se hur vattenmolekylerna ligger på rad för att skyfflas in till reaktionens centrum.

**UMEÅFORSKARNA** har framför allt sett fler vattenmolekyler än i tidigare studier, varav några ligger nära reaktionscentrumet.

– Fotosystem II katalyserar en av de mest centrala biokemiska processerna på jorden. Kunskap om de extra vattenmolekylerna ger bättre koll på hur reaktionscentret fungerar. Det är jättesnyggt att de har lyckats pressa upplösningen så mycket, kommenterar Gunnar von Heijne, professor i biokemi vid Stockholms universitet, resultatet.

Umeåforskarna fortsätter nu att titta på enskilda steg i reaktionen, framför allt hur vattnet tar sig in till det mangankluster i FS II-komplexet som utgör katalysator och är centralt för reaktionen. ◦

## Olika besked för svenskt alzheimersläkemedel

Läkemedelsmyndigheten i Storbritannien godkänner det svenskutvecklade alzheimersläkemedlet Lekanemab. Det innebär att läkemedlet kan börja ges till patienter i landet, med undantag för en grupp med en speciell genetisk profil. Beskedet kommer mindre än en månad efter att EU:s läkemedelsmyndighet sagt nej till läkemedlet, som därmed inte får säljas inom EU. Bolaget Eisai – som tillsammans med svenska Bioarctic utvecklar läkemedlet – kommer dock att överklaga det beslutet, vilket innebär att EU:s läkemedelsmyndighet får ta ställning till ärendet på nytt, med en ny panel. Avslaget motiverar man med att den positiva effekten av Lekanemab, att fördröja kognitiv försämring, inte uppväger riskerna för allvarliga biverkningar. Lekanemab är tidigare godkänt i USA, Japan, Kina, Sydkorea, Hongkong, Israel och i Förenade Arabemiraten, för behandling av tidig Alzheimers sjukdom. Läkemedlet är en antikropp riktad mot lösliga och olösliga aggregerade former av amyloid beta-peptider, som hittas i hjärnan vid Alzheimers sjukdom.

# 1,6

MILJONER

liv räddades av covidvaccin i Europa enligt en studie från Världshälsoorganisationen, WHO. Enligt forskarna minskade vaccinerna dödligheten med åtminstone 59 procent mellan december 2020 och mars 2023.

# De vill stärka nätverken mellan kemister

Nu har planeringen dragit igång för det tredje stora svenska kemimötet. Kemister från alla inriktningar kan nästa år mötas i Stockholm.



# D

et första stora kemimötet hölls 2018, i Lund. Sedan gjorde pandemin att det dröjde hela fyra år till nästa möte, då i Linköping.

Nu plockar kemiforskare i Stockholm upp stafettpinnen. Berit Olofsson, professor i organisk kemi vid universitetet, och

Mark Rutland, professor i ytkemi vid KTH, är huvudansvariga. Till sin hjälp har de en organisationskommitté med representanter för Kemisamfundets alla sektioner. Sammanlagt är det drygt tio personer som planerar SCS 2025 som konferensen kallas. SCS står för Swedish chemical society, Svenska Kemisamfundet.

– De här mötena är något av det viktigaste vi gör på samfundet. De behövs för att stärka sammanhållningen mellan kemister i Sverige, säger Mark Rutland från Colorado, där han befinner sig på ett liknande möte med tusentals deltagare arrangerat av American chemical society, ACS.

**INSPIRATIONEN TILL DE** svenska mötena kommer just från de konferenser med brett och tvärvetenskapligt anslag som de internationella kemiorganisationerna American chemical society och European chemical society håller.

– ACS-mötet är en fantastisk upplevelse med otrolig organisation. Men jag tycker att SCS erbjuder mer energi och gemenskap,

på en skala som är hanterbar, säger Mark Rutland.

Att bara samlas på de internationella mötena tycker ingen av de huvudansvariga arrangörerna är ett alternativ.

– Vi vill ha svenska möten. Dels för att bibehålla svenskt nätverk, dels för att doktorander ska få en chans att nätverka och presentera sin forskning muntligt inför en större publik än sina egna kollegor. Det är en viktig del i doktorandutbildningen men svårt att göra på internationella konferenser, säger Berit Olofsson.

Tidigare ordnade alla sektioner egna, mindre konferenser. Några gör det fortfarande på samma sätt, medan andra minskat på dessa för att i stället satsa på de stora gemensamma mötena.

**I JUNI NÄSTA ÅR** bjuds så kemister från alla fält och områden in till en tre dagar lång konferens med föreläsningar, posterutställningar, utställare från företag och mingel. Planen är att hålla mötet på Folkets hus i centrala Stockholm. Lokalerna, som då kommer att vara helt nyrenoverade, ligger bara några minuters promenad från Stockholms central och Arlanda express.

Förhoppningen är att samla omkring 400 deltagare och minst 25 företag.



Mark Rutland.



Nästa stora kemimöte hålls i Stockholm.



– Vi var 300 på organikerdagarna på den gamla goda tiden men folk åker inte på lika mycket många i dag och väljer då kanske någon av de många internationella konferenserna. Men det finns tre universitet i Stockholm så det borde innebära många lokala deltagare, säger Berit Olofsson.

Fyra eller fem internationella föredragshållare ska bjudas in. Tre är redan klara.

– De är utvalda för att de är ledande forskare inom breda, interdisciplinära forskningsområden, säger Berit Olofsson.

Helma Wennemers är professor vid ETH, Eidgenössische technische Hochschule, i Zürich. Hon utvecklar metoder för organisk syntes för att svara på frågeställningar inom biologisk kemi och materialforskning. Leticia González är professor i teoretisk kemi vid universitetet i Wien och jobbar med att förstå kemiska processer och struk-



Berit Olofsson.

turbaserade egenskaper hos molekyler, biologiska system och material. Catherine J. Murphy är professor vid universitetet i Illinois och arbetar interdisciplinärt med materialkemi, biofysikalisk kemi, oorganisk kemi och nanoteknik.

– Alla deltagare kan hitta något intressant i föredragen när de är så breda.

En nyhet för den kommande konferensen är temat hållbar kemi. Någon av de övriga huvudtalarna ska forska inom det området.

– Vi vill ha ett brett fokus på hållbar kemi, en halvdag eller heldag med forskning inom olika kemiområden, säger Berit Olofsson.

**NYTT ÄR OCKSÅ** att det blir en session om universitetsutbildning, med fokus på hur man undervisar och på forskningsresultat som finns inom utbildningsforskning i kemi.

– Resten ligger ganska mycket i händerna

på Kemisamfundets olika sektioner. De får organisera sessioner inom sina områden.

SCS 2025 riktar sig liksom de två stora möten som har hållits tidigare till forskare inom akademi och industri.

– De som är med kommer att se att det finns en poäng med att vara medlem i Kemisamfundet. Vi hoppas att doktorander och postdoktorer kommer att ansluta sig.

**EN ANNAN POÄNG** är att mötet kan vara ett tillfälle att öka kontakterna med andra kemisamfund.

– Vi ska försöka få med de andra nordiska kemisamfunden. Vi har redan haft kontakt med det norska samfundet och de är intresserade.

Dessutom kommer Kemisamfundets olika priser att delas ut under detta möte.

– Vi vill samla så många priser som vi kan. Det är pampigare för dem som får priserna om de får det inför stor publik, säger Berit Olofsson. ◊

Många nya fartyg kan drivas med metanol.



## ”Det finns en jättemarknad för e-metanol”

Liquid wind planerar flera anläggningar längs Östersjökusten.

**DET DANSKA** energibolaget Ørsted lägger ner sitt stora e-metanolprojekt i Örnsköldsvik, en satsning som skulle ge Europas största anläggning för elektro-metanol till sjöfarten. Som skäl för nedläggningen skriver bolaget i sin kvartalsrapport

att marknaden för e-metanol i Europa har utvecklats långsammare än väntat. Men Claes Fredriksson, som är vd för och grundare av e-metanol företaget Liquid wind, håller inte med.

– Behovet av metanol har ökat lavinartat. 300 fartyg finns

eller är beställda som är byggda för att kunna gå på metanol och vanligt bränsle. Det finns en jättemarknad som skulle kunna köpa bränslet, säger han.

Det var Liquid wind som drog igång satsningen i Örnsköldsvik och som för två år sedan sålde anläggningen till den danska energijätten. Bolagets affärsidé är att utveckla elektrobränsleprojekt, stå för bygget och de tekniska installationerna, och sedan låta en industriell eller finansiell aktör ta över.

**NU FORTSÄTTER DE** som planerat med andra liknande projekt. I Umeå planerar de att tillsammans med Umeå energi bygga en anläggning för att producera e-metanol vid Däva kraftvärmeverk. Tillsammans med Sundsvall energi ska en liknande byggas vid Korstaverket i Sundsvall. Anläggningarna ska nyttja biogen koldioxid från kraftvärmeverken och kunna producera runt 100 000 ton e-metanol per år – dubbelt så mycket som var tänkt i Örnsköldsvik.

– Investeringsbesluten är planerade att tas i slutet av detta år. Målet är att anläggningarna ska vara i drift 2027, säger Claes Fredriksson.

Elektro-metanol – eller e-metanol – tillverkas av vätgas och koldioxid. Med hjälp av fossilfri el från exempelvis vindkraft spjälkas först vatten till syrgas och vätgas. Därefter blandas vätgas och koldioxid till metanol i en reaktor. Produkten kallas e-metanol, eftersom vätgasen framställs genom elektrolys av vatten.

Liquid wind har utöver projektet längs Norrlandskusten ett avtal om att bygga ytterligare en stor e-metanolanläggning i Haapavesi i norra Finland. Där finns bra infrastruktur, säger Claes Fredriksson, bland annat en stor vindkraftspark. ◦

## Planer på kemisk återvinning uppskjutna

Borealis planer på att bygga en anläggning för kemisk återvinning av plastavfall vid krackeranläggningen i Stenungsund har lagts på is. Förstudien som startade 2021 visade att anläggningen inte skulle kunna uppnå den kapacitet som var målet, med den pyrolysteknik man planerade att använda. Nu gör företaget en översyn av projektet för att bestämma hur de ska gå vidare.

Ursprungligen var planen att återvinna plasten till pyrolysolja. Den renade pyrolysoljan skulle sedan användas för att tillverka ny plastråvara i bolagets krackeranläggning, och gradvis ersätta ny fossil råvara. Enligt ursprungsplanen skulle anläggningen tas i drift i år.

Borealis driver samtidigt fler återvinningsprojekt i andra länder. Bolaget är bland annat huvudägare i företaget Renasci i Belgien, som driver en anläggning i Oostende där en rad olika slags avfall sorteras och tas hand om, med olika metoder. Bland annat återvinns plast såväl mekaniskt och kemiskt genom att den omvandlas till pyrolysolja.

# 38

PROCENT MINDRE

var de territoriella utsläppen av växthusgaser i Sverige 2023 jämfört med 1990, visar preliminära siffror från Naturvårdsverket. Minskningen jämfört med 2022 var drygt 2 procent.

# Vart är akademien på väg?

Mer naturvetenskaplig och teknisk forskning krävs för att lösa dagens miljö-, klimat- och energiproblem. Men **PERNILLA WITTUNG-STAFSHEDA** undrar vad det är för akademisk värld vi vill rekrytera fler studenter till.

**STUDIER VISAR ATT** intresset för naturvetenskap och teknik är svagt hos ungdomar. Genomströmningen på naturvetenskapliga grundutbildningar är låg. Andelen av befolkningen som påbörjar forskarstudier har minskat stadigt de senaste 15–20 åren, enligt Universitetskanslersämbetets senaste årsrapport. Samtidigt skriker näringslivet efter kvalificerad arbetskraft som kan arbeta med dagens stora samhällsutmaningar så som grön omställning och digitalisering. Det diskuteras i dag om mer statliga pengar till ingenjörutbildningar, och regeringen ska hösten 2024 ta fram en särskild strategi för så kallad Stem (står för Science, technology, engineering and mathematics) som ska locka fler unga till studier inom naturvetenskap och teknik. Jag tror alla är överens om att mer forskning och utveckling inom Stem behövs för att skapa en hållbar framtid. Men vad är det för universitetsmiljö vi vill locka fler till?



Jag har länge arbetat för ökad jämställdhet i akademien. Dagens system har fördomar – vi forskar och undervisar i en miljö skapad av män för män. Historiska normer råder än i dag. Trots att vetenskapliga

studier visar att jämställdhet och mångfald ökar både vetenskaplig framgång och innovation är det svårt att få till förändring. Jag drog själv igång jämställdhetsinitiativet Genie på Chalmers 2019 men klev av i frustration efter fyra år då frågan inte fick tillräcklig prioritet hos ledningen. Men det räcker inte med att uppnå jämställdhet vid universitet och högskolor. Dagens akademiska system har fundamentala problem. Vi måste ta itu med dessa om vi vill att fler unga människor, både män och kvinnor, ska göra grundutbildning och möjligtvis forskarbanan inom Stem-ämnena.

**ATT VARA FORSKARE** i dag innebär en enorm hets att publicera vetenskapliga artiklar. Gärna i så kallade hög impact-tidskrifter som Science och Nature. Våra meriter räknas i siffror: antal publikationer, citeringar, och mått som h-index. Har vi inte ett stort antal fina publikationer får vi inga forskningsanslag, och har vi inga anslag har vi inte råd med en forskargrupp eller ens med egen lön. Som forskare är du ständigt jagad. Siffrorna måste öka kontinuerligt, det får absolut inte bli ett gap i meritlistan. Samtidigt ökar den administrativa bördan på forskare.

Hur ska vi kunna vara kreativa och ställa rätt vetenskapliga frågor under dessa förhållanden? Den enklaste vägen är att tänka kortsiktigt, följa spelreglerna och stressa vidare. Det finns en stark tystnadskultur i akademien. Samtidigt ökar psykisk ohälsa. Sjukskrivningar bland doktorander och forskare stiger. Studier visar att mobbning och sexuella trakasserier är mycket vanligt på våra universitet. Är det verkligen till denna osunda universitetsmiljö vi ska locka fler unga människor? Kommer det att ge den önskade effekten?

**VI SITTER FAST** i ett ekorrhjul och ingen tycks orka ta tag i systematiska problem som mer kvalitativ meritering, hur vi blir mer jämställda och hur vi inspirerar unga till Stem. Tappra rörelser som försöker driva förändring, som till exempel de internationella samarbetsorganisationerna Coara, Coalition for advancing research assessment, och Dora, Declaration on research assessment, har svårt att få genomslag. Jag tror inte att regeringens Stem-strategi kommer göra mycket skillnad heller. Jag har inte svaret – men jag ser att den akademiska världen måste förändras. Det är existentiellt viktigt för vår framtid. Som det ser ut nu är vi på väg mot ett stup. ◻

**Pernilla Wittung-Stafshede är professor vid Institutionen för life sciences vid Chalmers.**



# Giftskandalen

Därför tog saneringen 50 år

**För snart 50 år sedan hittades hundratals sönderrostade plåttunnor med gifter nedgrävda vid BT Kemis fabrik i Teckomatorp. Saneringen av marken har pågått sedan dess – och under arbetet har det bildats nya gifter.**

Text Per Westergård Foto TT Bild

1977, två år efter att  
de första tunnorna  
hittats, grävdes  
ytterligare 160  
gifttunnor fram.





Skandalen avslöjades 1975 när hundratals rostiga tunnor hittades nedgrävda på fabriksområdet.

**I** början av 1970-talet klagade många av de boende i Teckomatorp i Skåne på obehagliga lukter, luftrörsbesvär och ont i huvudet. Samtidigt hittades deformerade fiskar och flera trädgårdsmästare såg hur deras växter först fick spiralvridna stjälkar för att sedan vissna och dö.

Många var övertygade om att det som fick människor, djur och växter att må dåligt kom från BT Kemi, ett företag som hade etablerat sig på orten några år tidigare. I fabriken producerades olika typer av växtskyddsmedel, bland annat en produkt identisk med produkterna Hormosylr och Agent Orange. Den senare ökänd eftersom den amerikanska militären använde medlet i Vietnam för att avlöva träd

och på så sätt lättare kunna hitta de fiender som gömde sig i djungeln.

Kemiskt innehåller de båda ämnena lika delar 2,4,-D (2,4-diklorfenoxiättiksyra) och 2,4,5-T (2,4,5-triklorfenoxiättiksyra).

När kritiken mot verksamheten växte i styrka fick Lars Foss, vd för BT Kemi danska moderbolag, en genial idé. Genom att dricka ett glas med fenoxisyra i tv hoppades han att alla påståenden om att de utsläpp som kom från fabriken var hälsovådliga skulle upphöra.

Fenoxisyra var helt ofarligt, hävdade han bestämt när glaset var tomt.

– Men bra för sexualkraften.

Bevisen var dock svaga, både för vad det var han drack och för effekten av att inmundiga det som faktiskt fanns i glaset. Säkert är dock att Lars Foss inte tog någon synbar skada av sitt tilltag, och han levde trots allt vidare i ytterligare 32 år.

Däremot tystnade inte invånarnas klagomål, även om de fick fortsätta att klaga för döva öron. Företaget medgav inga som helst fel, och myndigheter månade mer om arbetstillfällen än om att granska de uppgifter om hälsoproblem som närboende återkommande rapporterade in.

**SKANDALEN**, som vi känner den, briserade först 1975 när hundratals nedgrävda och sönderrostade plåttunnor hittades i anslutning till fabriken.

Ofarliga filtermassor, förklarade företagsledningen bestämt.

Det stämde inte. Analyser visade i stället på höga halter av fenoxisyra och Dinoseb, en herbicid som innehåller 6-sek-butyl-2,4-dinitrofenol och som ingår i dinitrofenolfamiljen. Produkter som numera är förbjudna i både EU och USA på grund av deras toxicitet.

När skandalen avslöjades tvingades myndigheterna att agera och ett antal

rättsprocesser tog vid. Som nästan alltid slutade det med att företaget frikändes. De fällningar som trots allt drabbade företaget handlade om småsaker som inte hade någon bäring på de miljöskador som nu tydligt gick att se.

Ett undantag var att några trädgårdsföretag fick ett mindre skadestånd, och ett fick ett större eftersom det till skillnad mot de övriga drabbade företag inte hade skrivit på några papper om att de avsåg sig alla framtida ersättningskrav.

Tyvärr avled, mitt under en rättsprocess, BT Kemis platschef i en cancerform som misstänks vara förknippad med de kemikalier som producerades på fabriken. Om det finns en verklig koppling mellan produktionen och sjukdomen är omöjligt att bevisa, men plötsligt medgav företagets vd att det visst kunde ha gjorts en del fel. Samtidigt hävdade han att det inte var någon idé att titta bakåt på det som varit.

Strax därefter försatte BT Kemi sig själv i konkurs, och genom konkursen kunde företaget också komma undan allt ansvar för de skador det hade gjort på miljön.

**GIFTERNA I MARKEN** fanns dock kvar, men i och med konkurserna förflyttades nu kostnaden för saneringen till samhället. Totalt uppskattas de samlade utgifterna för saneringen till omkring en halv miljard kronor. Pengarna kommer i huvudsak från Naturvårdsverket och Länsstyrelsen, men även Svalövs kommun – som har varit huvudman för projekt BT Kemi efterbehandling sedan 2002 – har fått plöja ner några tiotals miljoner kronor för sin del av hanteringen.

Arbetet med att övervaka och sanera marken har pågått mer eller mindre oavbrutet sedan slutet av 1970-talet. På ytan ser det i dag riktigt bra ut men fläckvis finns föroreningar kvar.

– Den första saneringen gjordes i den norra delen av fabriksområdet eftersom det var där man antog att föroreningarna var som värst, säger Helena Svensson, projektledare för BT Kemi efterbehandling.

Mellan 2007 och 2009 fraktades 770 000 ton jord och 8 ton föroreningar från det norra fabriksområdet till Tyskland för att renas. Därefter fylldes schaktgroparna igen och täcktes med ett metertjockt lager jord. Slutligen skapades ett naturområde med kullar

och en damm och 2009 öppnades det som nu har blivit ett populärt område för Teckomatorps hundägare.

Samtidigt som saneringen av det norra området var på väg att avslutas upptäcktes nya problem. I motsats till tidigare antaganden visade det sig att även de södra delarna av fabriksområdet var starkt förorenade. Arbetet där påbörjades 2008 och skulle ha varit klart 2021. Så blev det inte eftersom den metod som användes för att sanera marken inte fullt ut fungerade som det var tänkt.

Enligt planen skulle de sista giftresterna avlägsnas med hjälp av termisk in situ. Det är en metod som bygger på att man hettar upp marken till 300 grader, vilket gör att fenoxisyror, klorfenoler, klorkresoler och andra kemikalier förångas. Dessa samlas sedan upp med hjälp av ett system av vakuumsatta rör och behandlas ovan jord.

Inom stora delar av området fungerade metoden helt enligt planen. Men inom några mindre områden lyckades entreprenören inte få upp värmen i marken tillräckligt, vilket gjorde att de kemikalier som var tänkta att försvinna i stället omvandlades till nedbrytningsprodukten dioxiner. De stannade kvar i marken.

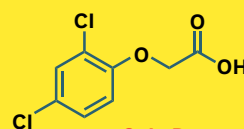
– För Teckomatorpsborna har BT Kemi blivit till ett stigma och varje gång ett nytt problem uppstår skapas nya rubriker som ingen längre vill se. Men nu tror jag, trots de nya problemen med dioxiner, att vi snart ska vara i mål, säger Helena Svensson.

**HUR DE NYSKAPADE** dioxinerna ska hanteras är ännu inte helt klart. Arbetet med att välja metod och upphandling av ny entreprenör är på gång.

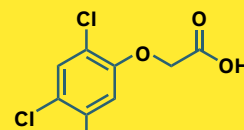
– Vi skulle kunna lämna föroreningarna där de är eftersom de ligger tre meter under jorden med en halvmeter betong över. Men både kommunen, Länsstyrelsen och Naturvårdsverket är överens om att vi ska fortsätta arbetet med att reducera mängden dioxin. Det är inget som kommer att ske i en handvändning men när det är klart kan vi förhoppningsvis stänga den här boken för gott. Då kommer orten att gå från att vara en ort förknippad med en av landets största miljöskandalen till att bli en plats för biologisk mångfald. Inom det tidigare fabriksområdet är det nu ängar och pollinerare, insekter och djurlivet som har tagit över, säger Helena Svensson. →

## 50 år av arbete med sanering

- Växtgiftstillverkaren Bönne-lyche & Thuröe flyttade 1965 från Malmö till Teckomatorp och startade produktionen av bland annat hormoslyr i den gamla sockerfabriken.
- 1971 såldes företaget till danska ägare och fick namnet BT Kemi.
- 1975 avslöjades att hundratals tunnor med höga halter av fenoxisyror och Dinoseb grävts ner på fabriksområdet. Kemiskt innehåller de båda ämnena lika delar 2,4-D och 2,4,5-T.



2,4,-D  
(2,4-DIKLORFENOXIÄTTIKSYRA)



2,4,5-T  
(2,4,5-TRIKLORFENOXIÄTTIKSYRA)

- 1977 upptäcktes ytterligare 160 sönderrostade tunnor med Dinoseb.
- De ansvariga cheferna på BT Kemi friades i två separata brottmål.
- 1979 sprängdes fabriksbyggnaden.
- 2007–2009 genomfördes en sanering av det norra fabriksområdet. 80 000 ton schaktmassor grävdes upp och skickades utomlands för specialbehandling. Hela platsen gjordes om till rekreationsområde.
- 2020–2021 genomfördes sanering av det södra fabriksområdet genom termisk behandling in situ i kombination med schaktsanering. Den största delen av området har därefter gjorts om till ett rekreationsområde med specialinriktning på biologisk mångfald.
- Det södra området är nu i princip färdigbehandlat, med undantag av några fickor som innehåller dioxin. Arbetet kommer därför att fortsätta ännu något år.

Hur hälsan hos de närboende och de anställda vid BT Kemi har påverkats har undersökts ett flertal gånger genom åren. Men undersökningen kom dock igång först flera år efter det att företaget lagts ner, och efter det att fabriken, bokstavligen, hade sprängts i bitar. Det gör att det i efterhand är svårt att säga något om hälsoeffekterna när fabriken var igång, och då klagomål från orsbor var som vanligast. Intervjuer med personalen visar dock att 60 procent av dem hade haft någon form av hälsoproblem under den tid då de jobbade på fabriken, särskilt med ögon, luftvägar och hud.

– Jag började göra hälsoundersökningar i Teckomatorp 1981 men då var alla gifttunnor borta sedan länge, säger Margareta Littorin, tidigare överläkare vid avdelningen för arbets- och miljömedicin vid Lunds universitet och som under många år har undersökt hälsoeffekter hos anställda på BT Kemi och hos närboende.

Det gör resultaten av de olika undersökningarna osäkra, vilket förstärktes av att Margareta Littorin och hennes kollegor bara kunde analysera fenoxisyror. Däremot fanns ingen teknik för att analysera herbiciden Dinoseb.

**I EN RAPPORT**, som var klar 1985, notades en liten ökning av tarmcancer, men underlaget var så litet att resultatet inte var statistiskt säkert.

– När vi 2007 gjorde en uppföljning av resultaten såg vi ett liknande mönster. Men även här bygger resultaten på alltför små underlag för att vi ska kunna dra några säkra slutsatser.

Enligt Margareta Littorin är det dock slående hur alla myndigheter som hade ansvar för att kontrollera hur BT Kemi skötte sin verksamhet blundade, samtidigt som de bemötte oroliga bybor med förakt.

– Dagens myndigheter är bättre och därför tycker jag mig se att den misstro som riktas mot de myndighetspersoner som ska svara på oroliga frågor från allmänheten har minskat. Även om jag fortfarande blir rätt nedslagen när jag ser att en del myndigheter fortfarande inte agerar när det kommer nya miljöalarm.

Att kemikaliehanteringen hos stora företag har blivit bättre är dock Margareta Littorin övertygad om, och att det som hände vid BT Kemi i hög grad har bidragit till den förändrade synen.

– Det betyder inte att allt har blivit bättre. Nu är det i stället små företag

Via 300 borrhål värms marken upp så att föroreningarna förångas och kan tas om hand ovan jord.



som inte har de bästa förutsättningarna att skydda sin personal som får utföra de tuffaste och smutsigaste arbetena.

**DET SOM HÄNDE** vid BT Kemi var vid den tiden inte något unikt. Att gräva ner det vi inte ville veta av, eller dumpa det i havet, var snarare något mer eller mindre självklart. En inställning som även påhejades av Naturvårdsverket, bland annat i informationsfilmen Sjövettt från 1964.

I den uppmanades fritidsbåtsägare att sluta kasta sopor över bord. I stället skulle de lägga allt sitt skräp i kartonger tillsammans med tunga stenar, och sedan dumpa allt på djupt vatten. På så sätt skulle allt skräp försvinna ner i det fördolda i stället för att flyta omkring på ytan.

Kontentan var att det som inte syns inte heller finns.

Erland Mårald, professor i idéhistoria vid Umeå universitet med miljöhistoria som specialitet, har studerat de samhällseliga konsekvenserna av BT Kemi. Enligt honom blev skandalen ett startskott för en radikalt förändrad syn kring vad miljö är och hur vi hanterar avfall.

– Ordet miljö ändrar betydelse under 1960-talet. I början av seklet var det något som vi människor skapat, till exempel i form av ordet stadsmiljö. I slutet av 1960-talet handlade det mer om vad vi släpper ut i vår omgivning. Det är även då vi börjar se miljö som en sammanhängande enhet, och vi börjar moralisera över vårt eget beteende.

Därför blev det plötsligt möjligt att prata om den amerikanska militärens användning av Agent Orange som en form av miljömord. Vietnamkriget och BT Kemi kom att få rollen som ögonöppnare.



– BT Kemi ändrade kanske inte synen på miljö och kemikaliehantering, men företaget synliggjorde en förändring som redan var på gång.

När de läckande gifttunnorna väl stod uppe på backen igen krävde många att de ansvariga för verksamheten i Teckomatorp skulle fällas för sina brott.

– De lagar som fanns då var designade för att förebygga eller minska miljöföroreningar, men de var inte tänkta för att hantera miljöbrott och preskriptionstiden var bara två år. Så de fungerade inte för att hantera BT Kemi-skandalen, vilket ledde till att man införde miljöbrott i kommande lagstiftning.

Det i sin tur ledde till en institutionalisering av det nationella regelverket. Naturvårdsverket fick i uppgift att hantera riskerna med kemiska produkter. Även allmänhetens syn på

kemikalier förändrades under 1960- och 1970-talen.

– Ända fram till 1980-talet fanns en syn på att miljöfrågor skulle hanteras förtroendefullt och i dialog mellan Naturvårdsverket, länsstyrelserna och företagen. Däremot var rättsväsendet nästan aldrig inblandat i miljöhanteringen.

Det var först efter den giftspridning som uppstod när den tågtunnel som byggdes genom Hallandsåsen behövde tätas för att förhindra vattenläckage som nästa större steg togs.

– Tack vare BT Kemi förstod alla direkt att det här var en skandal. Därför började man skapa speciella miljöpolis, miljöåklagare och miljödomstolar.

**HUR ÄR DET DÅ I DAG?** Mycket är bättre. Men det betyder inte att vi har sluppit undan nya miljöskandaler. Ett exempel på det är hantering av PFAS i Kallinge, i Uppsala och på ett flertal andra platser runt om i landet. Även de juridiska processerna är fortsatt knepiga att hantera, och resultaten av domstolsprövningar kan fortfarande bli lite märkliga. Som att de Kallingebor som nyligen vann en rättsprocess efter att de i många år hade druckit kravatten med höga halter PFAS i praktiken gjorde det genom att stämna den egna kommunen och därigenom i praktiken kräva skadestånd som ska hämtas från dem själva.

– Det negativa som har hänt under senare år är att många verksamheter som tidigare var offentliga har lagts ut på den öppna marknaden, och att vi därmed även har fått en helt ny form av kriminalitet på halsen.

**FÖRETAGET THINK PINK**, som byggde berg av sopor i stället för att återvinna dem, är ett möjligt fall på en verksamhet som är skenbart legalt men som misstänks ha bedrivits i brottsligt syfte. Totalt står tio personer knutna till företaget åtalade, men om de kommer att fällas när ärendet kommer upp i rätten under hösten återstår att se.

– Det vi vet är att avfallshantering och kemikaliehantering har blivit alltmer intressant för kriminella nätverk, och att det fortfarande finns mycket pengar att tjäna för den som rundar miljölagar, säger Erland Mårald.

– Även om lagarna har blivit bättre är det juridiska utfallet i många processer mer eller mindre oförändrat. ◦

**Per Westergård är frilansjournalist.**



## Många platser att sanera

Gifter i marken finns lite varstans i Sverige, på platser där det tidigare har legat en industri som dumpat eller pumpat ner olika typer av avfall. Ibland har företagen gjort det utan att veta vad det är de sprider eller vad som händer när det hamnar i naturen.

I Naturvårdsverkets register finns 86 000 kända platser där det finns någon form av förorening. Det är inte alltid alarmerande nivåer men på omkring 1 300 platser bedöms föroreningarna vara allvarliga och på 22 är det så illa att det finns akuta risker för den omgivande miljön.

Naturvårdsverket uppskattade för några år sedan kostnaden för att sanera de 1500 mest förorenade områdena till 60 miljarder kronor – pengar som inte finns i någon budget. Sedan 2000-talet har Naturvårdsverket dock beviljat stöd för sanering av 170 av Sveriges mest förorenade områden.



# ESS ska ta oss till materiens inre

I slutet av 2027 kan den stora forskningsanläggningen **ESS** utanför Lund börja användas. Där får forskare inom kemisk industri och akademi möjligheter att undersöka materialens egenskaper – och få nya kunskaper som behövs för framtidens läkemedel, elbilsbatterier och växtbaserade livsmedel.

Text Tommy Nylander och Hanna Wacklin-Knecht



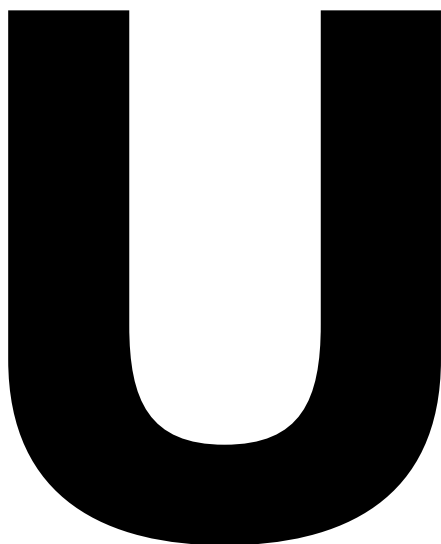


## Så fungerar ESS

**1.** Protoner frigörs i en jonkälla.  
**2.** I acceleratorn accelereras protonerna till nära ljusets hastighet och styrs mot målstationen.  
**3.** Här träffar protonerna målstationen – en 2,5 meter bred skiva av volfram. Neutroner frigörs och skickas iväg mot instrumenten.  
**4.** Neutronerna skickas i strålrör.  
**5.** Här görs själva experimenten. Neutronerna studsar mot materialproverna i instrumenten, vilket ger data om proverna. All data, cirka 5TB per produktionsdag, skickas sedan till ESS datacenter i Danmark för bearbetning.

Just nu byggs 15 olika instrument som kan användas för att undersöka olika material.

**6.** Grannen Max IV. Ett svenskt nationellt labb med världens mest briljanta röntgenkälla.



tanför Lund byggs den jättelika forskningsanläggningen ESS, European spallation source. Med 13 europeiska nationer som medlemmar, inklusive värdnationerna Sverige och Danmark, är det ett av de största vetenskapliga och tekniska infrastrukturprojekten som pågår just nu. ESS är en så kallad neutronkälla och förväntas bli världens mest kraftfulla sådan. Tillsammans med grannen Max IV, som är ett svenskt nationellt laboratorium och världens mest briljanta röntgenkälla, öppnar det för nya möjligheter till vetenskapliga genombrott inom forskning kring material, energi, hälsa och miljö.

Inte minst får kemiforskningen nya möjligheter. Men för att den ska kunna utveckla exempelvis framtidens läkemedel, bättre elbilsbatterier och nya växtbaserade livsmedel, krävs grundläggande kunskaper om materialens egenskaper och beteende. Sammansättningen är givetvis viktig för ett materials fysiska egenskaper, men de bestäms i lika hög grad av strukturen, från makroskopisk till mikro- eller nanoskopisk nivå. Genom att kombinera olika material går det dessutom att utforma komplexa strukturer som inte skulle kunna förutsägas utifrån egenskaperna hos de enskilda komponenterna.

Både neutroner som i ESS och röntgen som i Max IV kan användas för att undersöka strukturer – från så små som motsvarande avståndet mellan atomer i en kristall upp till en centimeter – men neutroner passar särskilt väl för att upptäcka strukturer i materialblandningar. I ESS finns en 600 meter lång linjär accelerator där

positivt laddade protoner accelereras mot en målstation – ett fem ton tungt roterande volframhjul. När protonerna träffar volframhjulet frigörs snabba neutroner från atomkärnorna i volfram. Det är den processen som kallas spallation. Neutronerna saktas sedan ner och leds in till ett antal forskningsinstrument med prover som ska undersökas. När neutronerna träffar proverna sprids de och bildar ett speciellt så kallat interferensmönster som ger information om provets egenskaper. Vid ESS byggs just nu 15 olika instrument varav flera kommer att vara klara att tas i bruk när anläggningen öppnar 2027. Fler tillkommer senare.

**NEUTRONEN ÄR EN** kvantpartikel men neutronstrålning kan ändå betraktas som en vågrörelse, som lyder under samma fysikaliska lagar som synligt ljus eller röntgenstrålning. När neutroner sprids av regelbundet ordnade atomer eller molekyler i ett material kan man precis som för röntgenstrålning få ett interferensmönster. Med hjälp av detta mönster kan man bestämma avståndet mellan atomerna eller molekyler i materialet. På så sätt går det att ta reda på hur en kristallstruktur hos till exempel is ser ut, eller hos en ordnad struktur som en mjuk plast eller vätska. Den stora skillnaden mot röntgen är att även lätta grundämnen som väte, kol, syre och kväve kan ge tydliga interferensmönster. I ESS-instrumenten sprids neutronerna på olika sätt (se faktaruta), och gör det möjligt att undersöka strukturer från ångströmskala till millimeternivå. Dessutom kan man mäta energin som neutroner förlorar när de studsar fram och sprids i materialet, och få information om hur atomerna eller molekylerna rör sig. Den förlorade energin hos neutronerna kan ge viktiga insikter i atomernas och molekylernas dynamik i strukturen, vilket ligger till grund för många materialegenskaper.

Neutroner påverkas också av magnetfält eftersom de faktiskt själva är små magneter. Detta gör att man kan polarisera neutroner i ett magnetfält och använda dem för att bestämma magnetiska egenskaper hos material som används till exempel i hårddiskar för datalagring och många andra elektroniska system.

En av de mest användbara egenskaperna hos neutroner är att de sprids väldigt olika av väte och av dess tyngre isotop, deuterium. Detta gör att neutronspridning är en mycket bra metod att använda för att undersöka material som innehåller många väteatomer, till exempel organiska och biologiska molekyler. Deuteriumisotopen används som kontrastmedel på ett sätt som

liknar medicinsk avbildning, men på molekylnivå. Genom att byta ut väteatomer mot deuterium i en molekyl eller material, kan man göra vissa delar mer synliga för neutroner och därigenom nå bättre upplösning i komplexa strukturer som proteiner. Man kan också dölja en del av strukturen från neutroner för att öka upplösningen ytterligare, genom att använda en blandning av väte och deuterium som blir osynlig mot omgivningen.

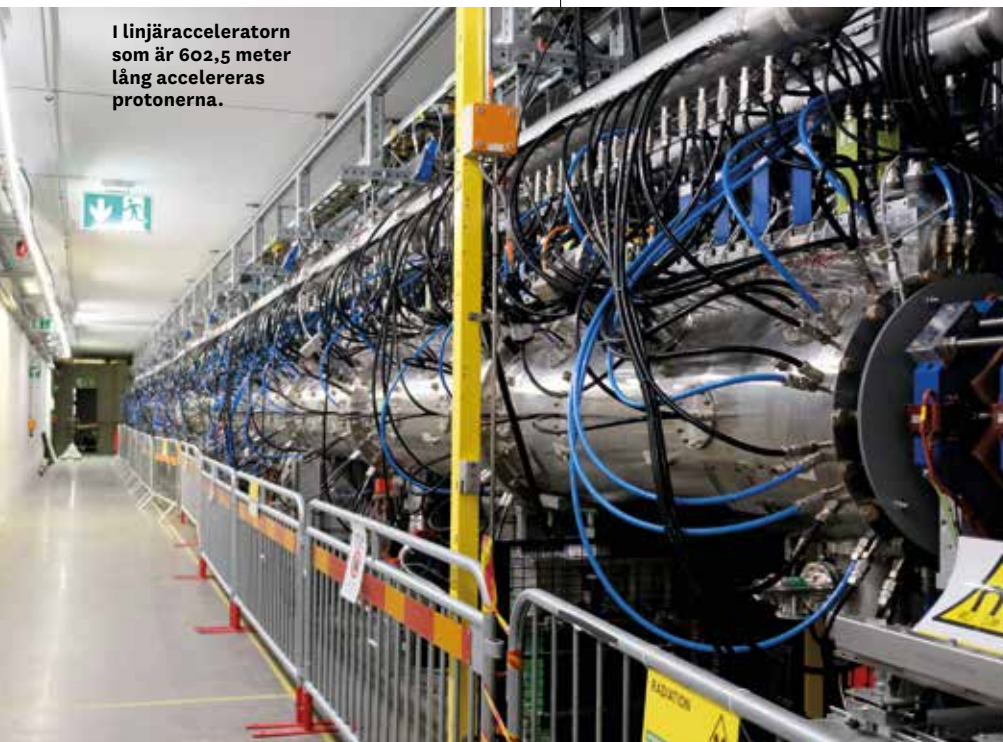
ESS kan användas för en rad olika undersökningar, bland annat av katalytiskt aktiva material. Katalys är ett av de många verktyg som kemister använder för att snabba på kemiska reaktioner. Dagens katalysatorer, till exempel i bilars förbränningsmotorer, är avancerade konstruktioner som gjorts baserat på studier med en rad olika experimentella tekniker. Neutroners unika förmåga att penetrera material ger möjlighet att undersöka det inre av en katalysator och vilka processer som sker där.

Läkemedel, bioteknik och livsmedel är andra forskningsområden där anläggningen kan komma till stor nytta. Utvecklingen av nya läkemedel och vacciner har gått framåt med stormsteg de senaste årtiondena. Det beror inte till ringa del på de biofysikaliska studier av relevanta läkemedel och läkemedelsbärare som genomförts på synkrotroner och neutronkällor runt om i världen. Anledningarna till att covid-19-pandemin kunde bekämpas så effektivt var dels att forskare kom på hur de skulle kunna använda rna, dels hur de kunde kapsla in rna effektivt i nanostora lipidpartiklar. Med hjälp av en neutronteknik som kallas lågvinkelspridning var det möjligt att titta på hur olika nukleinsyror påverkar strukturen och stabiliteten hos lipidpartiklarna. Efter som vissa av lipiderna också kan märkas med deuterium, är det möjligt att bestämma sammansättningen av partiklarnas inre kärna och det yttre skalet. Denna typ av studie kommer att kunna göras med ett av de allra första instrumenten som tas i drift på ESS, Loki-instrumentet.

**ÄVEN MILJÖ- OCH KLIMATFORSKNINGEN** kan använda ESS. Varje molndroppe börjar som en aerosolpartikel i atmosfären. På grund av utsläpp i atmosfären kommer varje droppe att täckas av en tunn film av fettsyror, där tjockleken och livslängden på filmen avgör hur stor effekt droppen har på molnbildningen och därmed på klimatet.

Brittiska forskare har tidigare använt tekniken neutronreflektometri för att studera reaktionen mellan ozon i atmosfären och den typen av organiska filmer, genom att mäta tjockleken hos filmerna och hur snabbt de reagerar med ozonmolekyler

I linjäracceleratorn som är 602,5 meter lång accelereras protonerna.



i atmosfären. Eftersom neutroner inte skadar fettsyramolekylerna, kunde forskarna även följa reaktionen mellan ozon och fettsyrafilmer över tid.

Ozon är en av de reaktiva molekyler som finns i atmosfären. Denna kunskap kommer väl till pass när man ska modellera klimatet där molnbildning är en viktig faktor vars betydelse man hittills inte helt förstått. Neutronreflektometri kan också användas för att undersöka nya tekniska material med ytor som svarar mot faktorer i omgivningen, till exempel ytbeläggningar som reagerar på ljus eller luftfuktighet, sensorer, textilier och biomedicinska material.

**UNDER DE SENASTE ÅREN** har nya kemiska processer utvecklats för att bilda nya spännande och potentiellt tekniskt viktiga material. Neutroner och röntgenstrålar är de mest grundläggande verktygen för att karakterisera dessa nya material, till exempel förekomsten av kvarvarande spänningar och ogynnsam fördelning av olika domäner i metallkomponenter som producerats med additiva tillverkningsmetoder, som är ett välkänt fenomen. Neutronavbildningstekniken kan vara till hjälp för att utvärdera kristallografiska egenskaper och spänningar i dessa material, för att kunna vidareutveckla värmebehandlingscykler och nå bra resultat.

Genom etableringen av ESS jämte Max IV får kemi och kemiteknisk forskning

ett nytt unikt och kraftfullt verktyg för att kunna möta samhällets utmaningar och utveckla nya material, öka kunskaperna om biologiska system och utveckla mer hållbara produktionssystem. ESS och Max IV och den forskningsmiljö som byggs upp som gemensam plattform ger nya möjligheter till samarbete, innovation och grundläggande forskning inom nya områden. ◦

**Tommy Nylander är professor i fysikalisk kemi vid Lunds universitet och Hanna Wacklin-Knecht forskare vid ESS samt docent i fysikalisk kemi vid Lunds universitet.**

## Undersöker material med olika teknik

ESS använder neutronspredning, medan Max IV använder röntgen. Här är skillnaden:

- Neutroner sprids av atomkärnan medan röntgenstrålar sprids av elektroner runt atomkärnan.
- Neutroner är bra på att se lätta grundämnen som väte i vatten. Dessutom sprider olika isotoper av samma ämne neutroner olika.
- Röntgen är bäst på att se tunga, elektronrika grundämnen som metaller.
- Röntgen kan ge bilder med högre upplösning men neutroner tränger djupt in i material och tillåter avbildning av osynliga delar i till exempel batterier. Röntgen stoppas nära materialens yta.
- Neutroner kräver speciella anläggningar för att produceras i stora mängder. Röntgenstrålning kan också produceras i labbet, men med betydligt lägre intensitet än i en synkrotron som Max IV.
- Neutroner känner av magnetfält och kan därför användas för att studera ämnens magnetiska egenskaper.
- I anläggningarna finns flera olika röntgen- och neutrontekniker som kan visa materialens kemiska sammansättning, struktur och också användas till att studera dessa under snabba reaktionsförlopp.

## Instrument på ESS

ESS INSTRUMENT	NEUTRONSPRIDNINGSMETOD	VAD MÄTS?
Dream, NMX Magic, Heimdal, Beer	Diffraction	Strukturer på atomnivå, Å
Loki, Skadi	Lågvinkelneutronspredning	Nanostruktur, nm-µm
Freia, Estia	Neutronreflektometri	Ytstrukturer, Å-nm
CPEC, T-rex, Bifrost, Miracles, Vespa	Neutronspektroskopi	Dynamik (rörelse) av atomer och molekyler, ps-ns
Odin	Neutronavbildning	Strukturer på nm-mm nivå

# VAKENH



Det går att mota sömtrycket och hålla sig vaken på KEMISK VÄG. Men vakenheten har ett pris. Ofta är det bäst att lyssna på kroppens behov.

Text Ulf Ellervik  
Illustration Amanda Berglund

Det här är ett bearbetat utdrag ur *Nattens gudar* av Ulf Ellervik [Fri tanke 2024]

# ETENS



# ILEMMA



# P

**Å EFTERMIDDAGEN** den 18 november 1943 lyfte fler än 400 brittiska flygplan med målet att för första gången bomba Berlin, en resa om minst 100 mil enkel väg. Royal Air Force hade från början i huvudsak skickat bombflygplan under dagen då det var lättare att hitta rätt mål men de tunga farkosterna var hårt utsatta för tyskt jaktflyg och luftvärn och britterna bestämde sig snart för att bara bomba nattetid. Resan fram och tillbaka till Berlin tog drygt sju timmar och besättningarna var utmattade när de kom tillbaka – inte minst på grund av stressen att bli nedskjutna, nedisade eller förfrusna på de höga höjderna. Stressen gjorde det svårt att sova och nästa dag var det dags för nästa långdistansflygning. Även om kaffe i de allra flesta fall var det som höll mannarna vakna var det också möjligt att efter genomgången inför nästa uppdrag be om ett eller två wakey wakey-piller – det brukade inte ens krävas någon vidare kontroll av en läkare. De undergörande pillren innehöll ett ämne som i dag är betydligt mer kontroversiellt än vad det var då: amfetamin.

**HISTORIEN OM AMFETAMIN** och dess nära släkting metamfetamin tar sin början långt tidigare. 1871 reste Nagayoshi Nagai från Japan till Berlin för att studera medicin.

Tanken var att Nagai skulle studera till läkare men efter att ha hört en föreläsning av en av denna tids mest kända kemister, August Wilhelm von Hofmann, ändrade han sig och bestämde sig i stället för att bli organisk kemist. Så blev det och under tolv

år arbetade Nagai som assistent till Hofmann och disputerade på en avhandling om eugenol, det kraftigt luktande ämnet i kryddnejlikor.

Nagai, som blev professor i kemi och farmaci vid Tokyos kejserliga universitet, räknas i dag som den moderna farmacins fader i Japan. Redan när universitetet grundades 1877 var det inriktat på att föra in västerländskt tänkande i den traditionella japanska folkmedicinen. Detta passade Nagai perfekt och han satte upp ett forskningsprogram där han med moderna kemiska metoder han lärt sig i Berlin analyserade naturprodukter i traditionella japanska läkeväxter. En av de växter han intresserade sig för var ma huang (*Ephedra sinica*) som bland annat användes mot feber. Ur detta växtmaterial lyckades han 1885 rena fram ett ämne som fick namnet efedrin. Efedrin lade grunden till en hel rad av liknande föreningar varav många har stark påverkan på hjärnan, däribland amfetamin, metamfetamin och katinon.

För en organisk kemist är efedrin ett intressant ämne eftersom det innehåller två olika kemiska funktioner: en alkohol och en amin. Några år senare, 1893, lyckades Nagai reducera alkoholfunktionen och fick fram ett helt nytt ämne som senare kom att döpas till metamfetamin. Den kemiska strukturen är lik amfetamin med den lilla skillnaden att aminfunktionen har en extra metylgrupp. För Nagai betydde det nya ämnet inte mer än ytterligare ett indicium på att han från början föreslagit rätt struktur för efedrin och han rapporterade inga andra egenskaper hos ämnet.

#### EGENTLIGEN BORDE DEN

rumänska kemisten Lazăr Edeleanu vara mest känd för sin metod att raffinera råolja i syfte att få fram så kallade aromatiska föreningar som är värdefulla för den kemiska industrin i allmänhet och läkemedelsindustrin i synnerhet. Så blev det dock inte utan i stället fick han evig berömmelse för en kemisk syntes av ett ämne han själv säkerligen tyckte var ganska meningslös. Efter att han avslutat gymnasiestudier i Bukarest flyttade Edeleanu till Berlin för att studera under Nagais handledare, August Wilhelm von Hofmann. Det är troligt att Hofmann hade kontakt med Nagai för samtidigt som Edeleanu anlände till laboratoriet pågick ett projekt kring syntes av föreningar som liknade efedrin. Ett av de ämnen som Edeleanu syntetiserade namngavs fenylisopropylamin. Långt senare, när ämnets påverkan på hjärnan uppdagades, fick det

ett nytt namn: amfetamin, vilket är en sammandragning av alfa-metyl-fenetylamin.

Eftersom man ofta smakade på nya ämnen var det förvånande att ingen uppmärksammade de psykoaktiva effekterna av amfetamin och dess kusin metamfetamin förrän i slutet av 1920-talet – och då av en ren slump.

**GORDON ALLES HADE** utbildat sig till kemist och disputerade från California institute of technology 1926. Vid den här tiden hade efedrin blivit ett viktigt läkemedel som bland annat användes mot astma och Alles idé var att modifiera molekylens en smula och på så vis få en bättre medicin. Utan att känna till att ämnet syntetiserats flera decennier tidigare råkade han framställa amfetaminsulfat, och efter att ha testat det på marsvin, som inte verkade må dåligt, bestämde han sig för att själv testa ämnet. I dag är det fullständigt otänkbart för en forskare att testa ett nytt potentiellt läkemedel på sig själv men på 1930-talet var det precis tvärtom. Om ett ämne så småningom skulle prövas på patienter hade man en moralisk skyldighet att själv avgöra om det var ofarligt. Dessutom, vem skulle göra det bättre än forskaren själv? Sagt och gjort. Den 3 juni 1929 fick Alles hjälp av en läkare som injicerade 50 milligram amfetaminsulfat. Efter sju minuter började drogen verka och Alles blodtryck steg och en stund senare kände han att hjärtat slog kraftigt. Han hade också en märklig känsla av välbefinnande som höll i sig hela dagen och vid en middag på kvällen var han, åtminstone enligt egen utsago, osedvanligt spirituell. Problemen

**”Problemen kom lite senare samma kväll för han kunde helt enkelt inte somna”**

kom lite senare samma kväll för han kunde helt enkelt inte somna och tankarna flöt omkring utan struktur. Det var förvisso ett intressant ämne – men vad skulle man egentligen ha det till?

**LÄKEMEDELSFÖRETAGET** Smith, Kline & French, SKF, hade ungefär samtidigt som Alles gjorde sin upptäckt utvecklat en inhalator med amfetamin. Som läkemedelsnamn hade man valt Benzadrine. Oftast är salter av aminer fasta ämnen och därmed lättare att dosera och göra piller av. Alles vände sig därför till SKF som dels lovade royalty på försäljningen av det fasta

amfetaminsulfatet, dels anställde den unge kemisten och gav honom tillräckliga resurser för att han skulle kunna fortsätta att forska på dessa spännande ämnen. För att passa in bättre i SKF:s portfölj döptes amfetaminsulfat om till benzedrinesulfat och i slutet av 1930-talet testades det mot allt från depression till narkolepsi. Vid ett försök vid University of Michigan gav forskarna ett antal studenter benzedrinesulfat för att testa vilka psykologiska effekter medicinen hade. Försöket gick säkert bra men studenterna upptäckte också att de kunde hålla sig vakna betydligt längre och plugga hårdare. Redan året efter kunde man läsa i New York Times om ett utbrett missbruk av amfetamin bland studenter i USA.

Anledningen till att amfetamin har uppiggande effekter är att molekylerna kemiskt sett liknar dopamin och noradrenalin och påverkar hur dessa signalsubstanser transporteras i hjärnan. Dopamin och noradrenalin är en del av en funktion i hjärnan som kan liknas vid en volymkontroll för känslor och påverkar allt från njutning och inläring till aptit och kroppstemperatur. Med amfetamin ökar nivåerna av dessa signalsubstanser vilket ger en rad olika effekter. Förutom en känsla av välbehag och lycka kan det också öka koncentrationsförmågan och motivationen. Ökade nivåer av dopamin och noradrenalin leder till att vakenhetssystemet vinner över sömntrycket vilket gör att vi håller oss vakna betydligt längre. Dessutom verkar det som att vi faktiskt presterar en smula bättre både vad gäller minne och koncentrationsförmåga men också fysisk uthållighet, vilket gör att amfetamin numera klassas som dopningsmedel.

**TROTS DEN FÖRNEDRANDE** freden i Versailles blomstrade den tyska kemiska industrin och i början av 1930-talet producerades omkring 80 procent av allt kokain i världen i Tyskland, liksom 40 procent av allt morfin. Dessa droger var också en del av nattlivet i syndens huvudstad Berlin. I januari 1933 tog nazisterna över makten i Tyskland och den nazistiska ideologin såg inte med blida ögon på nattklubbar som uppmuntrade sexuell frigjordhet. Som en del i det nya renhetsidealet utropades därför ett krig mot droger, Rauschgiftbekämpfung, och användningen av alla typer av narkotika minskade. Men det är skillnad på drog och drog. Samma år som nazisterna kom till makten flyttade det tyska läkemedelsbolaget Temmler in i nya lokaler i sydöstra Berlin. Företaget hade vid starten två delägare men Albert Mendel, som var jude, tvingades snart bort och kvar stod Hermann Temmler som ensam ägare. Företagets forskningschef Fritz Hauschild hör-



Marsvinen som fick amfetaminsulfat verkade må bra.

de om ett rykte att vissa av idrottsmännen under de olympiska spelen i Berlin 1936 hade använt Benzedrine för att prestera bättre. Det var på inget vis olagligt och företaget påbörjade ett projekt med syfte att ta fram nya prestationsökande läkemedel. Under hösten 1937 lyckades kemisterna vid Temmler utveckla en ny syntesmetod för metamfetamin och redan senare samma år presenterade man den nya produkten Pervitin. Till skillnad från drogerna kokain och opium var detta ett läkemedel som endast ökade förmågan att prestera och Pervitin togs emot med öppna armar av både nazistpartiet och den tyska befolkningen. Genom en rad lyckade reklamkampanjer och ett tydligt varumärke – Pervitin såldes i blå-röda metallburkar – blev läkemedlet snart en Volksdroge. Det såldes till och med choklad med metamfetamin som en hjälp för utarbetade hemmafruar.

Snart fick även armén upp ögonen för den nya drogen och under våren 1938 utförde Otto Ranke, som var chef för avdelningen för försvarsfysiologi, en intressant studie där han lät en grupp försökspersoner lösa matematiska problem fram till klockan fyra på morgonen. De delades in i fyra grupper och fick slumpmässigt Pervitin, koffein, Benzedrine eller placebo.

Resultatet var väldigt tydligt och de som fått Pervitin arbetade hårdast och längst. Däremot gjorde de fler misstag och det var uppenbart att de inte blev smartare. Drogen var således perfekt för arméns behov.

Under våroffensiven 1940 då Tyskland invaderade Frankrike och Beneluxländerna användes en ny taktik som kallades för Blitzkrieg som gick ut på att med stridsvagnar bryta igenom motståndarens frontlinje och sedan snabbt röra sig in i landet. Detta krävde dels en samordning mellan →



**Benzedrinesulfat (amfetamin) hjälpte de allierades piloter att hålla sig vakna på långa flygningar under andra världskriget.**

En möjlig nackdel var att det till en början inte fanns några data kring hur en besättning som går på amfetamin beter sig under en flygning, liksom riskerna med att öka vakenheten på kemisk väg. Problemet är ju att amfetamin, liksom koffein, inte minskar sömtrycket utan bara för en tid gör oss mindre påmind om det. Ett annat problem var oron för att besättningarna som fortfarande kände av effekterna av amfetaminet när de kom tillbaka efter uppdragen skulle ha svårt att somna och därmed vara ännu tröttare nästa dag. Under de kommande åren gjorde man därför flera försök men kom fram till att fördelarna trots allt uppvägs nackdelarna och från och med november 1942 släppte man därför på restriktionerna kring droger.

Medan tyska soldater fick metamfetamin valde de allierade alltså att i stället använda amfetamin, i form av Benzedrinesulfat. Förutom att hjälpa mannarna att hålla sig vakna gjorde den dem dessutom mer optimistiska och inte sällan lite mer aggressiva vilket sågs som fördelar. Under andra världskriget beställde det brittiska försvaret omkring 72 miljoner tabletter med Benzedrinesulfat. Det var aldrig något krav från myndigheternas sida att besättningarna skulle använda amfetamin men det var heller inga större problem att få drogen ifall man så önskade. De amerikanska myndigheterna fattade, efter flera stora studier, ett liknande beslut och använde olika former av Benzedrine under hela kriget. Det amerikanska försvaret har därefter använt amfetaminderivat i någon form under de flesta efterföljande krig. Ett problem var dessvärre att soldaterna inte bara använde amfetamin som en förberedelse inför ett anfall, utan även för sitt höga nöjes skull eller för att undfly vardagen under några timmar.

**IBLAND ÄR DET** bara så att vi måste hålla oss vakna av en eller annan anledning. Vi bör dock vara medvetna om att vakenhetens kemi kommer till ett pris. Medan vi fortfarande är vakna och ibland till och med pigga fortsätter sömtrycket att byggas upp – och förr eller senare kommer det att ta ut sin rätt. De tyska soldater som tog Pervitin under blixtkriget kraschade så småningom och sov som döda för att ta igen den förlorade sömnen. I bästa fall kom de undan med blotta förskräckelsen.

I värsta fall drabbades de av psykoser och hjärtproblem. Det är sällan en god idé att inte lyssna på kroppens behov. ◊

**Ulf Ellervik är professor i bioorganisk kemi vid Lunds universitet och författare till en lång rad populärvetenskapliga böcker om kemi.**

pansar, infanteri och flygvapen, dels en förmoda att snabbt röra sig över stora avstånd. För att trupperna skulle orka användes metamfetamin och under några få månader delades sammanlagt 35 miljoner tabletter

## ”Medan tyska soldater fick metamfetamin valde de allierade i stället amfetamin”

ut till trupperna. Inför den stundande invasionen beordrades alla soldater att ta Pervitin och sedan marschera till dess man uppnått målet. Ur ett militärt perspektiv var användningen av metamfetamin inte bara positiv. Snart kom det in rapporter om att soldaterna betedde sig som robotar och

om att antalet hjärtattacker var oroväckande högt. Vissa soldater som använt Pervitin under lång tid hade till slut så högt blodtryck att de inte längre kunde vara kvar i armén, medan andra fick psykoser. Samtidigt hade många soldater blivit beroende och eftersom detta inte passade in i den nazistiska ideologin minskade användningen av metamfetamin och i juni 1941 förbjöds ämnet.

Användningen av Pervitin hos de tyska trupperna var välkänd även för de allierade. I den brittiska propagandan beskrevs de tyska soldaterna som drogade, vilket på det stora hela var sant. Problemet var dock de stora fördelar som briterna såg i att använda droger för att hålla flygplansbesättningar vakna under långa bombträder och man bestämde sig till slut för att testa. Däremot höll man tyst om det och försökte tona ner användningen.



# Hjälp till att inspirera framtidens kemister – Bli sponsor för Berzeliusdagarna

Berzeliusdagarna är ett årligen återkommande inspirationsmöte där kemiintresserade gymnasieelever från hela landet får ta del av spännande presentationer om kemins värld.

Den 24-25 januari 2025 anordnas mötet för 70:e gången.

## Inga Berzeliusdagar utan sponsorer

Gymnasisterna får sitt deltagande bekostat genom stipendier från företag och föreningar. Stipendiet doneras oftast till en skola på sponsorns hemort. Kemilärarna och rektorerna utser kemiintresserade elever till Berzeliusstipendiater.

## Hur blir man sponsor?

Vill du och ditt företag/förening donera stipendier till en skola på orten? Läs mer och anmäl er som sponsor på [berzeliusdagarna.se](http://berzeliusdagarna.se)

## Berzeliusdagarna 2025

**När?** 24-25 januari

**Var?** Aula Magna,  
Stockholms universitet



# Berzeliusdagarna

[berzeliusdagarna.se](http://berzeliusdagarna.se)



Giftsvampar och svampgifter kan bli ett standardverk om giftiga svampar, spår recensenten.

Giftsvampar och svampgifter  
Rut Folke, Anders Hirell, Peter Hultén och Anna Myrnäs  
[Svamprutan, 2023]

## Gediget om giftsvampar

Svampar, gifter och svamparnas historia i samma bok. Recensenten **OLLE MATSSON** blir inte besviken.

**EN MODERN SVENSK BOK** om giftiga svampar! Den är efterlängtd – det är mer än 30 år sedan ett häfte med samma titel gavs ut och då som en del i Brevskolans kurs *Plocka svamp*. Författare till det häftet

var Pelle Holmberg och Hans Marklund.

Redan insidan av pärmen på *Giftsvampar och svampgifter* väcker lust. Den pryds av tjugo vackra frimärken med svampmotiv. Boken är som sig bör rikt

illustrerad med välliknande fotografier i färg.

Några inledande sidor ger allmän information om artnamn, mykologiska grundbegrepp som exempelvis sporfärger och hattformer samt ordförklaringar. De följs av ett kort kapitel om allmänna aspekter på svampförgiftningar.

Svamparna presenteras genomgående med underrubrikerna kännetecken, lukt och smak, sporer, eventuell färgreaktion med reagens, växtplats, växtsätt och säsong, utbredning och frekvens samt förväxlingsarter. På motsvarande sätt presenteras toxinerna med namn, inledande beskrivning, verkningsmekanism, symtom och behandling.

**DEN FÖRSTA STÖRRE** avdelningen är avsnittet *De allvarligaste förgiftningarna*. Det inleds med 15 sidor om de livsfarliga amatoxinerna som finns i vit och lömsk flugsvamp, men även i gifthätting och bandad giftfällskivling. Kapitlet är försett med nära dussin utomordentliga färgfoton. Några kemiska strukturformler ges inte i boken, och det vore inte heller rimligt.

Enbart amatoxinerna är kända i nio varianter. Det kunde kanske ändå ha nämnts att amatoxinerna är cykliska peptider. Är man ändå intresserad av strukturformler men inte har tillgång till vetenskaplig litteratur kan engelska Wikipedia rekommenderas som ett komplement.

De tidiga symtomen vid förgiftning av amatoxiner, efter 8–24 timmar, är buksmärter och diarréer, men efter några dygn mår den drabbade bättre. Om inte behandling sätts in i tid kan giftet dock orsaka en mycket farligare bestående leverskada. Levertransplantation är då nödvändig – i annat fall leder förgiftningen till döden.

I nästa kapitel avhandlas orellanin, som finns i flera arter av spindelskivlingar. Vid förgiftningar orsakade av dessa är njurskador de mest allvarliga följderna men symtomen kommer oftast först efter en till två veckor.

Sedan följer ett kapitel om gifter i pluggskivling som kan orsaka autoimmun hemolys samt om gyromitrin, som finns bland annat i stenmurkla. Svamptoxiner som påverkar nervsystemet ägnas 26 sidor. Här finns ibotensyra och muskimol (finns i panterflugsvamp) samt röd och brun flugsvamp), psilocybin och psilocin samt muskarin. En femtedel av boken ägnas sedan åt toxiner som i huvudsak är mag-tarmretande.

**I SEPARATA KORTARE** avsnitt behandlas arter som inte låter sig inordnas under huvudrubrikerna. Några, till exempel grå bläcksvamp, innehåller coprin som ger besvär tillsammans med alkohol. Svampar som misstänks orsaka cancer eller ger allergier, mögeltoxiner, mjöldryga och miljögifter avslutar genomgången av giftsvampar och svampgifter.

De avslutande drygt 40 sidorna, som avhandlar giftsvampshistoria, finner jag särskilt intressant. Först presenteras Elias Fries (1794–1878) som brukar anses vara mykologins fader. Därefter följer historiska notiser om 25 av de arter som tas upp i boken.

Ett avsnitt med referenser är organiserat efter kapitelrubrikerna och följs av ett användbart index.

Mina högt ställda förväntningar har infriats med råge. Boken kommer under lång tid att vara standardverket om giftsvampar i Sverige, till gagn för både intresserade lekmän, läkare och andra specialister – och inte minst för folkhälsan. ◦

**Av Olle Matsson, professor emeritus i kemi, Uppsala universitet.**



# Vägen till det moderna Sverige

Tandkräm, tvättmedel och Losec. Det är några av ett antal korta berättelser om svensk industrihistoria.

**BOKEN** *Då blev Sverige modernt* består av 48 relativt korta kapitel, de flesta på runt tre sidor, om olika uppfinningar och industriprojekt som sett dagens ljus i vårt land under andra hälften av 1900-talet.

Det rör sig om artiklar som ursprungligen publicerats i Ingenjörsvetenskapsakademins tidskrift IVA Aktuellt och som nu omarbetats till en bok. Boken spänner över ett vitt område och om man inte tjuvkikat i innehållsförteckningen kan man alltid vänta sig en överraskning i nästa kapitel. Många av kapitlen handlar om saker vi alla känner igen, som till exempel Ölandsbron, X2000 och bilbältet, medan andra produkter åtminstone har gått mig förbi, till exempel Teleguide och plastcykeln Itera. Det råder alltså inget tvivel om att alla som är allmänt intresserade av jetmotorer, kärnreaktorer och obsoleta hemdatorer kommer att få sitt lystmäte, men nu ställer sig naturligtvis läsaren frågan: Var döljer sig kemien i boken? Hör denna recension hemma i Kemisk Tidskrift?

**EN DEL AV** kemins charm är just att den finns överallt omkring oss och därför har många av kapitlen en kemianknytning även om själva kemien inte diskuteras; det kapitel som har starkast kemikoppling är kapitlet om Losec. Jämfört med motsvarande kapitel i Johan Wennerbergs förträffliga bok *Läkemedel som förändrat världen* är föreliggande text mycket kortare och ger bara en lätt hint om de fascinerade äventyr som mot alla odds, och alla nedläggningshot till trots, slutligen ledde fram till det storsäljande läkemedlet. Historien som presenteras här skiljer sig också något från Johan Wennerbergs version. Man kan inte undgå att ägna en tanke åt de läkemedel vi måste gått miste om på grund av olika missöden.



Ett annat kapitel med tydlig kemikoppling handlar om tvättmedlet Via, som utvecklades i Norrköping på 1950-talet då cylindertvättmaskiner började bli vanliga. Problemet var nämligen att dåtidens tvättmedel var baserade på tvål och därför löddrade för mycket. Den ursprungliga produkten var tydligen ingen succé, eftersom den bland annat ansågs lukta illa vilket krävde vidareutveckling. Dagens Via har ett helt annat innehåll än det som såldes på 1950-talet.

**EN NYHET FÖR** mig var att Bofors, som väl de flesta förknippar med vapen och sprängämnen, även tillverkat tandkräm en gång i tiden. Boforstandkrämen innehöll mikrosfärer av akrylplast (PMMA), vilket slet mindre på tänderna än det gängse kritpulvret och dessutom inte deaktiverade den tillsatta natriumfluoriden. På 1960-talet framstod det kanske som en god idé, men i dag är det förbjudet att tillsätta

**Då blev Sverige modernt - framgångar och bakslag 1945-1999**  
Erik Mellgren  
[Carlsson 2024]

mikroplaster till tandkräm och liknande produkter.

Tillverkningen av skifferolja i Kvarntorp för inhemsk bensinproduktion är ett annat ämne som anknyter till kemins område. Ursprungligen var det en nödlösning under andra världskriget, då Sveriges tillgång till bensin ströps. Märkligt nog fortsatte utvinningen ända in på 1960-talet, trots att den gav minimalt utbyte, var gravt olönsam samt orsakade miljöförstöring av gigantiska mått. Man får dock medge

att utsikten från den gigantiska avfallshögen i Kvarntorp är imponerande och väl värd ett besök om man har vägarna förbi.

En annan produkt som kan betraktas som kemisk är de järnmalmspellet som producerats av LKAB i Kiruna sedan 1980. Det var en produkt man ursprungligen tvingades ta fram eftersom separationen av järnmalm från fosforhaltig apatit krävde att malmen maldes. Pellets var helt enkelt det enda sättet att göra malmpulvret användbart och möjligt att frakta.

**BOKEN ÄR TRYCKT** i relativt stort format, 22 gånger 28 centimeter, så den är kanske snarare något man läser hemma i soffan än tar med sig på resan. Det kan ju ha både för- och nackdelar, där fördelen väl är att det rika bildmaterialet kommer bättre till sin rätt i det större formatet. Avslutningsvis vill jag tillägga att jag gärna skulle läsa en uppföljare från tiden före 1945! ◊

**Av Anders Lennartsson, doktor i kemi och författare till flera böcker om kemihistoria.**



Magsärsmedicinen Losec togs fram av Astra i Mölndal.

## Nya uppdrag och utmärkelser



**Hans Adolfsson**, professor i metallorganisk kemi och nuvarande rektor vid Umeå universitet, är föreslagen att bli ny rektor vid Stockholms universitet.



**Jan Ellenberg**, professor vid European molecular biology laboratory, EMBL, i Heidelberg, är ny chef för Science for life laboratory. Han blir också professor vid KI och associerad professor till Stockholms universitet och KTH.



**Ulla Wändel Liminga**, vetenskaplig ledare vid Läke medelsverket, är ny ordförande för den europeiska läkemedelsmyndighetens vetenskapliga kommitté för säkerhetsövervakning och riskbedömning av läkemedel.



**My Moberg** är ny direktör på Läke medelsverket för verksamhetsområdet tillstånd. Hon är sedan 2020 enhetschef vid myndigheten och har en doktorexamen i analytisk kemi.



**Mats Nilsson**, professor i biokemi vid Stockholms universitet, **Maria Falkenberg**, professor i biomedicinsk

laborativetenskap vid Göteborgs universitet, **Oliver Billker**, professor i bioteknik vid Umeå universitet samt **Tuuli Lappalainen**, professor i genomik vid KTH har blivit invalda i Europeiska molekylärbiologiska organisationen EMBO.



**Rickard Sandberg**, professor i molekylär genetik vid KI, är ny ledamot i Kungliga Vetenskapsakademiens klass för medicinska vetenskaper. Han har bland annat utvecklat nya metoder för att studera gener i enstaka celler.



**Sylvia Schwaag Serge**, professor vid ekonomisk-historiska institutionen vid Lunds universitet, är från 1 oktober ny vd i Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien.



**Per Augustsson**, docent i biomedicinsk teknik vid LTH, får ett så kallat proof of concept-anslag från Europeiska forskningsrådet, ERC. Anslaget på motsvarande cirka 1,7 miljoner kronor ges till forskare som tidigare har fått ERC-anslag för att vidareutveckla forskningsresultaten.



**Thomas Helleday**, professor i kemisk biologi vid KI, får **Anders Jahres stora medicinska pris 2024**. Han får priset, motsvarande närmare en miljon kronor, för sina upptäckter av mekanismer för hur cancer utvecklas.



Sara Naumann har jobbat med utbildningen sedan den startade.

# Hon kämpar för högskoleingenjörerna

Utbildningen finns bara kvar på ett lärosäte i Sverige.

**KTH HAR I ÅR** tagit in fler nybörjarstudenter på högskoleingenjörsprogrammet i kemiteknik än på länge. Då Chalmers sedan denna hösttermin inte längre tar in några studenter på programmet är KTH numera det enda lärosäte som ger utbildningen.

– När jag började fanns utbildningen på tretton lärosäten. De har försvunnit en efter en. Jag hoppas vi kan fortsätta ha ett högskoleprogram inom kemiteknik, det vore skruvt annars. Det är en väldigt bra arbetsmarknad för kemiingenjörer och det finns även förutsättningar att läsa vidare till civilingenjör, säger Sara Naumann som är universitetsadjunkt och prefekt vid Institutionen för ingenjörspedagogik vid KTH.

Hon har jobbat med programmet sedan det startade i början av 1990-talet tillsammans med parhåsten Janne Vedin.

– När utbildningen förlängdes från två- till treårig jobbade vi mycket med den utveckling-

en. Programmet är vår bebis, säger Sara Naumann.

Hon undervisar i kemiteknik. Janne Vedin har gått i pension men leder fortfarande laborationer i kemiteknik på sin gård i Gnarp. Dit flyttades utrustningen från KTH:s apparathall när höga hyror gjorde att de inte kunde vara kvar på campus, något Kemisk Tidskrift rapporterat om i 1/2020.

– I årskurs två åker studenterna upp till Gnarp och labbar i stor skala.

Institutionen sysslar bara med undervisning och har ingen forskning.

– Det gör att vi kan fokusera på programmet. Lärare och studenter lär känna varandra och det blir familjärt.

Ett problem är dock att det är få som söker utbildningen i första hand. Ett annat är ekonomiskt. Laborationer är dyra, liksom overhead- och lokal-kostnader.

– Om KTH lyckas sänka dessa tror jag att det finns en ekonomiskt bärig framtid. ◻

AVHANDLINGEN

# Mikrosmå alger med stor potential

En avhandling från Umeå universitet visar att mikroalger som odlas i avloppsvatten både kan rena avloppsvatten och vara råvara för nya produkter.

**MIKROALGER ÄR INTE** mer än 2–10 mikrometer långa men har potential att göra stor nytta.

– Vi kan använda mikroalger för att rena vatten och därefter använda dem som råvara för något annat, säger Martin Plöhn.

Han visar i sin avhandling vid Umeå universitet att mikroalger som matas med avloppsvatten från kommunens reningsverk och från massa- och pappersindustrin växer både snabbare och bättre än om de odlas i vanliga medium.

Mikroalgerna har samlats in från avloppsvatten samt från sjöar och älvar i närheten.

– Det ger en mycket hållbar process. Vi behöver inte tillföra mer ljus eller värme för att de ska växa. De är anpassade till den speciella miljön.

Algerna får energi genom fotosyntes. Med hjälp av solenergi omvandlar de koldioxid och vatten till energirika kolhydrater.

Martin Plöhn kunde se att mikroalgerna lagrade extra mycket kolhydrater när de växte i avloppsvatten. Dessa kolhydrater extraherade han, analyserade och matade bakterier med. Bakterierna bildade då en helt nedbrytbar bioplast som kallas polyhydroxybutyrat eller PHB.

– Mikroalgerna kan alltså återanvändas efter vattenreningen, i det här fallet för att göra sockret tillgängligt för bakterierna. Dessa kan inte använda det som finns i avloppsvatten själva, mikroalgerna blir ett mellansteg.



**”Revealing the potential of Nordic microalgae – Turning waste streams into resources”**

**Martin Plöhn**

**Kemiska institutionen  
och Företagsforskarskolan,  
Umeå universitet.  
Handledare: Christiane Funk,  
Leif J. Jönsson.**

Den bioplast som bildas kan extraheras från bakterierna och omvandlas till en rad plastartiklar, som flaskor, påsar och förpackningar.

Martin Plöhns arbete består av två delar. I den andra delen undersökte han om mikroalgerna kunde fånga upp tungmetallerna kadmium, bly och koppar som används inom vissa industrier och då

hamnar i deras avloppsvatten. De visade sig kunna binda ganska höga koncentrationer av tungmetaller – en speciell sorts mikroalger upp till 98 procent av metallerna i vattnet.

– Pågående forskning visar att det kan finnas möjlighet att återvinna dessa metaller från mikroalgerna och återföra dem till industrin, vilket skulle kunna minska behovet av utökad gruvdrift och risken för miljöföroreningar, säger Martin Plöhn.

Han fortsätter arbeta i forskargruppen som nu fokuserar bland annat på att optimera processen för att rena tungmetaller. Ett annat projekt går ut på att förbättra behandlingen av avloppsvatten för att göra resterna mer tillgängliga för mikroalgerna och öka utbytet av kolhydrater som bildas av dem. ◦



Mikroalgen *Scenedesmus obliquus* hittades i det kommunala avloppsvattnet.



## Visar hur bränsleceller bryts ned

Ett problem med bränsleceller är att de har relativt kort livslängd. Forskare på Chalmers har nu utvecklat en metod för att studera hur de bryts ned vid användning. De har monterat isär bränslecellen med jämna intervaller, och med hjälp av elektronmikroskop sedan kunnat följa hur katodelektroden bryts ned. Resultaten har publicerats i bland annat ACS Catalysis.

## Seg spindeltråd av 18 proteiner

Den tråd som spindlar använder som flyktlina är känd för sin styrka och flexibilitet. Nu har forskare vid SLU och KI undersökt spindelns silkesproducerande körtel på cellnivå för att se vad tråden består av och hur den är uppbyggd. Den visade sig bestå av tre rörformade lager inuti varandra, uppbyggda av 18 olika proteiner. Lagren har olika egenskaper och bildas i olika delar av spinnkörteln. Resultaten har publicerats i Science Advances.

## Skräp-dna gör att växten klarar stress

En stor del av det dna som inte innehåller några gener och som forskare tidigare trodde var skräp, har olika funktioner. Forskare från Umeå plant science centre och SLU visade nyligen i en artikel i The Plant Cell att aktivering av detta dna kan främja växternas överlevnad under köldstress, genom att de påverkar andra gener som slås på i växter vid kyla och som hjälper dem att anpassa sig.

Kemisten Fritz Haber utvecklade senapsgasen.



## Kemistens svåra ansvar

Kemiforskningen har gagnat oss, men också gjort skada. Resultat har även använts i riktigt onda syften.

**ATT KEMIN PÅ** ett avgörande sätt bidragit till att vår civilisation utvecklats, inte minst materiellt, går inte att förneka. Svante Arrhenius (1859–1927) skrev redan 1919 att kemin som

ingen annan vetenskap ligger till grund ”för vår nutida materiella kultur”. Men efter de två världskrigen blev den bilden för många inte lika entydig. Då kemin spelade en betydande

roll i vapenutvecklingen – inte minst genom första världskrigets gaskrig – kom det smolk i glädjebägaren.

Det kriget har ofta fått den föga ärofyllda benämningen ”det första kemiska kriget”. Det började med klogas, som Tyskland på uppmaning av kemisten Fritz Haber (1868–1934) vid Kaiser-Wilhelm-institutet första gången använde 1915. Fransmännen under ledning av kemisterna Victor Grignard (1871–1935) och George Urbain (1872–1938) satsade på fosgen, vilket användes 1916. Därefter utvecklade den tyska kemiingenjören Wilhelm Lommel (1879–1949) och kemisten Wilhelm Steinlopf (1879–1949), under Fritz Haber, senapsgasen, som snabbt kom i bruk. Under 1930-talet arbetade kemisten Gerhard Schrader (1903–1990) på IG-Farben med nervgaser, framför allt sarin, som dock inte kom till användning under andra världskriget, men väl

i senare lokala konflikter och terrordåd.

**KEMISKA VAPEN**, särskilt stridsgaser, betraktades av många som barbariska och upprörde samtiden. Deras användning fördömdes i flera konventioner (Haag 1899 och 1907, Geneve 1929 och 1949) men tillverkningen fortsatte och under kalla kriget lade stormakterna upp väldiga lager, också av sarin. I Washington hade redan 1924, inom ramen för Internationella kvinnoförbundet för fred och frihet, bildats en internationell kommitté med syfte att diskutera vetenskapens missbruk i krigföring. Drivande i kommittén var

dess ordförande, den svenske kemisten Naima Sahlbom (1871–1957), samt den schweiziske kemisten Gertrud Woker (1878–1968). 1929 arrangerades en konferens i Frankfurt direkt inriktad på gaskriget och dess följd, med skarpa fördömanden som resultat.

**DEN STORA FRÅGAN** är vilket ansvar man kan avkräva de kemister som var med och utvecklade stridsgaser. De var alla kända och respekterade. Både Grignard och Haber blev Nobelpristagare – och även om Haber fick priset tack vare ammoniumsytensen, kritiserades priset starkt på grund av hans bidrag till gaskriget. Men Haber hävdade att stridsgaser var ett humant vapen. Dels förkortade de kriget – samma argument användes för övrigt för att försvara de första atombombarna – dels paralyserade de fienden i stället för att massakrera den. Sättet att dö på slagfältet saknade dessutom enligt Haber betydelse. Han formulerade också en lag om det matematiska sambandet mellan koncentrationen av en gas och hur lång tid den måste inandas innan döden inträffar.

Frågan om vilket ansvar kemister och andra naturvetare har för sin forskning och för hur resultaten används är en ständigt återkommande fråga. Kan man gömma sig bakom argumentet att alla uppfinningar har en god och en dålig användning, och att man måste skilja vetenskapen och dess resultat från hur dessa resultat används, av vem och varför? Sarin var exempelvis en utomordentlig insekticid, vilket skulle ha gynnat lantbruket. Men även om kemisterna själva inte fattar det avgörande beslutet om att använda till exempel stridsgas, kände de givetvis till möjligheten. Går de då fria? Kan kemin skiljas från sin utövare? ◻

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



Henneke Herrmann har fått Gösta Lindners stipendium.

PRISAT GYMNASIEARBETE

# Han gjorde el av avloppsvatten

Gymnasieeleven Henneke Herrmann får Gösta Lindners stipendium.

**HENNEKE HERRMANN** från Luleå gymnasium tilldelades Gösta Lindners stipendium 2024 för sitt gymnasiearbete *Mikrobiella bränsleceller – en studie om mikrobiella bränslecellers användning för elproduktion från svartvatten*. Syftet med gymnasiearbetet var att undersöka om mikrobiella bränsleceller, MFC, kan användas för att generera elektrisk energi ur svartvatten, det vill säga orenat spolvatten från toaletter.

I sitt examensarbete skriver Henneke Herrmann att resultatet visar att svartvatten är ett passande substrat. Han föreslår att det i framtiden ska ses som en resurs i stället för att behandlas som avfall. Ett

förslag är att MFC:er kan läggas till som ett nytt steg i reningen av avloppsvatten – om man gör det kan svartvattenrening gå från att vara energikrävande till att vara energigivande.

”MFC:er hade kanske även kunnat användas i en mindre skala i exempelvis hushåll där MFC:n utvinner energi från svartvattnet innan det skickas vidare. En sådan MFC hade kunnat förse delar av hushållet med el eller driva mindre elektriska apparater som lampor”, skriver Henneke Herrmann men tillägger att det först krävs en hel del vidareutveckling av metoden innan den kan användas i samhället.

Stort grattis säger Svenska Kemisamfundet! Bra jobbat!

## Höjdpunkter från Sweprot

I juni gick mötet Sweprot (The Swedish conference on macromolecular structure and function meeting) av stapeln för tjugosjunde gången. Den fyra dagar långa konferensen ägde som vanligt rum i Tällberg i Dalarna och lockade cirka 150 deltagare. Förutom intressanta föreläsningar och posterpresentationer bjöd programmet även på gott om tid för umgänge, i form av exempelvis ett pubquiz och en karaoke- och discokväll.

Under dagarna delades en rad priser ut:

- SFBBM/Kemisamfundets posterpris: **Ping Li**, Lunds universitet.
- FEBS openbio posterpris: **Jacob Whitaker**, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Bästa muntliga presentation av en junior forskare: **Med Mehta**, Stockholms universitet.



Det fanns gott om tid för sociala aktiviteter i vackra Tällberg.

## Årets sommarmolekyl

Under sommaren anordnade Kemisamfundet tävlingen Årets sommarmolekyl där medlemmar bjöds in att föreslå vilken molekyl de förknippar mest med sommaren och varför. Från de inskickade svaren lottades vinnaren Finn Englund fram. Hans favoritmolekyl är linalool (3,7-dimetylocta-1,6-dien-3-ol) och han motiverade sitt val så här: ”I fri eller förestrad form är den en viktig beståndsdel i en lång rad blommors doft, nästan bedövande mycket i en del tropiska blommor, men i måttligare mängder i bergamott, lavendel, timjan och många andra kryddväxter. Jag tror också att den är en väsentlig del av den spröda, men ack så underbara doften av gullviva.”

Stort grattis, Finn!

Totalt skickades 20 bidrag in till tävlingen. Ett återkommande tema hos flera sommarfavoriter var doftmolekyler av olika slag.

ANNONS



# What are you doing next summer? Visit Stockholm for SCS2025!

**The 3rd National Meeting of the Swedish Chemical Society, SCS2025, takes place in Stockholm next year.**

Participants from all fields of chemistry are welcome. The program will include inspiring presentations, interactive poster sessions, and ample networking opportunities.

*scs2025.se*

**When?** June 16-18 2025  
**Where?** Stockholm, Sweden



**SVENSKA  
KEMISAMFUNDET**  
The Swedish Chemical Society