

Farligt! Så fungerar förbjudna nervgifter

Kemisk tidsskrift

N^o1
2023

Maria Åstrand
är chef för
Northvolts
katodlabb i
Västerås.

Northvolt vässar framtidens batterier

Unikt besök på
nya anläggningen
i Västerås

PLUS: Ökande missbruk av lustgas / Reduktionsplikt eller inte? / PFAS-stopp

Ny populärvetenskap från Fri Tanke

Läs om Nobelprisbelönade upptäckter, revolutionerande teknik och banbrytande forskning om människan och naturen. Medlemmar i Svenska Kemisamfundet får med koden *kemi2023* 20% rabatt på alla böcker på fritanke.se

Livets kod:

Den genetiska revolutionen och mänsklighetens framtid
Walter Isaacson

Den bästsäljande biografen om Nobelpristagaren Jennifer Doudna vars upptäckt av gensaxen CRISPR har öppnat för en helt ny värld av medicinska möjligheter. Men vad innebär egentligen upptäckten för mänsklighetens framtid?



Neandertalmänniskan

Svante Pääbo

Med den världsberömda genetikern och Nobelpristagaren Svante Pääbos forskning har historien om människans ursprung tecknats om från grunden. I *Neandertalmänniskan* tar han med läsaren på jakten efter urgammalt DNA.

**VETEN-
SKAPLIG
KLASSIKER**



**I BUTIK
MARS
2023**

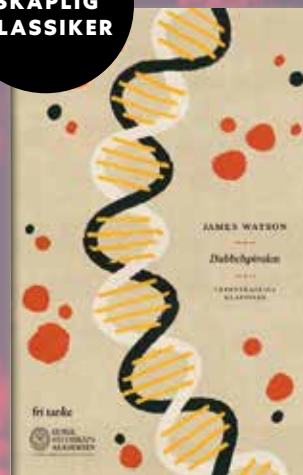


**Sinnenas trädgård:
Växterna som förändrar
medvetandet**

Michael Pollan

Hur kommer det sig att giftiga växter producerar molekyler som passar vår hjärnas receptorer så exakt? Michael Pollan undersöker tre droger – opium, koffein och meskalin – och riktar blicken mot de underligt starka tabun som omgärdar dem.

**VETEN-
SKAPLIG
KLASSIKER**



Dubbelspiralen

James Watson

I *Dubbelspiralen* berättar James Watson om det forskningsarbete, de rivaliteter och vänskaper, som skulle leda fram till att han, tillsammans med Francis Crick, identifierade DNA-molekylens struktur.



Signaler

- [6](#) Rent dricksvatten i Ukraina. Kritiskt metallfynd.
- [7](#) Anders Lorén, Green On, får SKR:s silvertacka 2022.
- [8](#) Laddad med antivirusmedel.
- [9](#) Säkrare tatueringar. Dna-pass för mediciner.
- [10](#) Osäker framtid för reduktionsplikten.
- [12](#) Stopp för all PFAS. Fluoret är kvar i spåret.

Krönika

- [13](#) Anders Svensson: Kemiorden på nyordslistan.

Framtidens batterier

- [14](#) I katodlabbet i Västerås utvecklar man de kritiska komponenterna.

Giftig kemi

- [20](#) Förbjudna nervgifter används mot dissidenter.

Därför är lustgas farligt

- [24](#) Missbruket ökar av gasen som är fritt tillgänglig.

För(o)reningar

- [28](#) En förorening kan vara harmlös eller livsfarlig.

Lästips

- [30](#) Kampen mot döden.
- [31](#) Överlevnadsguide för mänskligheten.

Karriär

- [32](#) Tomas Rosén knep andraplatsen i Forskar Grand Prix.
- [33](#) Avhandlingen: Lukt fria blöjor.

Till sist

- [34](#) Bevis som gav fint pris.

Medlemssidan

- [35](#) Han är nöjd med Berzeliusdagarna.



Var sak på sin plats

Genom mitt kontorsfönster följer jag en takrenovering. Hantverkare i varseljackor och säkerhetsselar vinkar ned tunga paket som verkar innehålla allt från regler och isolering till tältställningar och gastuber. I går och i natt snöade det. Varje nedsänkingsplats skottas och drivorna växer. Troligen kommer renoveringen att göra att husets värmeläckage minskar och därmed behovet av energi för vinteruppvärmning. Och förhoppningsvis kommer miljöproblemen som uppkommit inomhus efter vattenläckorna att minska.

När blir något ett problem och när ska man göra något åt det? Det beror på vilket perspektiv man har. Vatten på fel ställe – inte bara i tak och väggar – kan ses som en förorening och vi försöker därför hålla våra hus täta. Om taket läcker värme måste vi också elda mer för att hålla värmen inomhus, vilket genererar utsläpp av föroreningar som ökar atmosfärens värmehållande förmåga och påverkar hela systemet jorden på oönskade sätt. Men är koldioxid alltid en förorening? Inte om du är en fotosyntetiserande växt.

I denna tidning kan du läsa om den så kallade reduktionsplikten, som innebär att kolföreningar framställda från nyss levande råvara ska finnas i våra bränslen. Minskar detta utsläppen av koldioxid, som det kan verka i debatten? Nej, det spelar ingen roll varifrån en kolförening som förbränns till koldioxid kommer för dess effekt i atmosfären – molekylerna har inget minne. Vill vi att färre molekyler koldioxid – eller andra föroreningar som påverkar atmosfärens värmehållande förmåga – hamnar i atmosfären måste vi släppa ut färre molekyler, oavsett om de nyss ingick i ett träd, i resterna av en pasta bolognese, ett emballage kring en pall takisolering eller i rysk naturgas.

Den bästa platsen för det fossila kolet är dock i marken – där det är i dag. Det finns flera skäl till det. Fossila kolkällor är viktiga naturresurser som vi kommer att behöva för annat än energiinnehållet i bindningarna. De som kan skapa bränslen eller annat värdefullt utan att nyttja dessa gör viktiga insatser för framtiden. Kolatomerna är värdefulla och vi behöver hålla ordning på dem!

KEMISK TIDSKRIFT går till medlemmar i Svenska Kemisamfundet. Låna gärna ut ditt exemplar när du har läst klart. Kanske blir din vän en av våra nya medlemmar 2023?

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



Respons:
helena.grennberg@kemi.uu.se



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

Adress:

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

Chefredaktör:

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

Ansvarig utgivare:

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

Grafisk form:

Jesper Möller, ci.se

Språkgranskning:

Lili Guggenheimer

Annons och prenumeration:

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

Produktion:

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Gyllenstiernsgatan 16
115 26 Stockholm
anders.svensson@vetenskapsmedia.se,
076-868 58 24

Redaktionsråd:

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

Omslagsfoto: Oskar Omne.

Tryck: Pipeline Nordic.

Upplaga: 2 500.

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

 Vetenskapsmedia

 SVENSKA KEMISAMFUNDET
The Swedish Chemical Society



Skaffa en **företagsprenumeration** på Kemisk Tidskrift

Som företagsprenumerant får du:

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

Pris: **1 145 kr/år**

Teckna din företagsprenumeration på

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

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

Kemisk tidskrift

Signaler

Huitorel, vd i Feralco Group.

Sedan dess har Feralco regelbundet skickat vattenreningskemikalier till flera städer i östra delen av landet, som exempelvis till Charkiv, Kramatorsk och Mykolaiv. Det handlar om de kemikalier som behövs för att rena dricksvatten, som polyaluminiumklorid, aluminiumsulfat och järnklorid. I västra Ukraina är det flytande vattenreningskemikalier. Men i östra delen av landet och på allt fler platser längre från fronten efterfrågar man fast aluminiumsulfat, som håller länge och är enklare att hantera under de sämre förhållanden som råder i regionen.

PÅ VÄGEN HAR flera företag anslutit sig och donerat kemikalier, som exempelvis finska Voda Nordic och Kemira.

– Vi ville också bredda initiativet till fler produkter som behövs för rent vatten och även

skicka desinfektionsmedel. Flera företag var beredda att donera. Tyvärr är det svårt att transportera och lagra desinfektionsmedel vilket gjorde det omöjligt att nå det målet.

Tyska DB Cargo har hjälpt till med transporter från en av Feralcos fabriker i norra Tyskland till Kiev, eller om möjligt närmare frontlinjen. Därifrån tar den ukrainska regeringen varorna, skickar dem till en regionhuvudstad och vidare till de olika städer som behöver produkten.

I oktober tog Unicef över ansvaret för leveranserna. Feralco finns dock fortfarande kvar i bilden.

– Vi gjorde en leverans av 50 ton produkter i slutet av november och kommer säkert att göra en till snart, säger Ludovic Huitorel. ◻

Möter behovet av kritiska metaller

Sällsynta jordartsmetaller behövs för omställningen till ett fossilfritt samhälle. Sedan länge är det känt att sådana finns i malmen från LKAB:s gruvor i Kiruna och Malmberget. Förra våren kunde bolaget berätta att en fyndighet norr om Kirunagruvan innehåller stora halter av sällsynta jordartsmetaller – och fosfor som också är ett ämne som behöver utvinnas mer i Europa.

I samband med EU-toppmötet i januari visade LKAB beräkningar av mängden sällsynta jordartsmetaller i den aktuella fyndigheten. Det rör sig om mer än en miljon ton oxider av sällsynta jordartsmetaller, vilket enligt bolaget räcker till en stor del av EU:s framtida behov för tillverkning av bland annat de permanentmagneter som krävs för elmotorer i bilar och vindkraftverk. Där ingår till exempel praseodym och neodym.

Metallerna förekommer i grupp, och samtliga finns i malmerna från Kiruna och Malmberget. I dag importerar Europa 98 procent av de sällsynta jordartsmetaller som används från Kina. Fosfor har länge importerats, främst från Marocko och Ryssland.

Ukraina får hjälp att rena dricksvattnet

Kemiföretaget Feralco drog igång arbetet redan i april 2022.

DET BÖRjade MED ett telefonsamtal i mars 2022. Ägaren till den enda fabrik i Ukraina som tillverkar koaguleringsmedel för vattenrening ringde branschkollegan Feralco och berättade att fabriken tagits i beslag och stängts av den ryska armén.

– Då kontaktade vi miljöministeriet för att föreslå vår hjälp. Det gick ganska fort och vi skrev ett avtal med föreningen för ukrainska vattenverk om att vi skulle donera produkter till städerna som var under belägring. Det började redan i april 2022, säger Ludovic

4,7

TWh LITIJUMJONBATTERIER

kommer att produceras 2030, enligt en prognos från McKinsey & Company – en stor ökning mot de 0,7 terawattimmar som producerades 2022. Litium kan enligt rapporten bli en svår bristvara om inte utvinningen ökar kraftigt.

”Vi kan göra palmolja i Sverige”

Grattis Anders Lorén, medgrundare av och teknikchef i bolaget Green-On, som får Svenska Kemiingenjörers Riksförenings kemiteknikpris 2022.

– Tack! Jag blir oerhört överraskad och jätteglad.

Du belönas för ett koncept som är utvecklat inom Green-On, för att producera matfetter från el, koldioxid och vatten, utan jordbruk, i en helt kemisk process. Hur startade det?

– Ursprungligen var det ett hållbarhetsprojekt. Vi tittade på Rockströms planetära gränser redan 2009 och de har sedan dess funnits i bakhuvudet. De gränser som redan överskridits är klimatförändringar, förlust av biologisk mångfald, flöden av kväve och fosfor och förändrad markanvändning. Vi ville göra något för att minska belastningen på dessa och att komplettera jordbruk var den gemensamma nämnaren.

– Men nu ser vi även geopolitiska skäl och livsmedelsförsörjningsskäl. Det går att göra palmoljeersättare i mörka och kalla Sverige.

Varför just matfett och olja?

– De är lättast att göra med kemi. Vi gör mättade fettsyror som ger en extra hållbarhetsvinst då vi kan ersätta palmolja – och hindra ytterligare odling av regnskog – kokosfett, sheasmör, mejeriprodukter och djurfetter.

Vad används produkterna till?

– Livsmedelsindustrin använder dem som ingrediens i livsmedel. De är intresserade av egenskaper, till exempel smältpunkter och kristallina faser, som är viktiga för att kunna göra olika formuleringar, som bredbarhet, smältande ost eller chokladfyllning med olika egenskaper.

Hur framställer ni oljorna?

– Tekniken bygger på ett Power-to-X koncept som innebär ett första steg där metanol syntetiseras av el, koldioxid och vatten. Av



Anders Lorén

är teknikchef på Green-On och har disputerat i analytisk kemi.

metanolen görs eten via en process som redan används i stor skala och kallas MTO, metanol till olefiner. Nästa steg är att polymerisera eten till önskad längd och producera fettalkoholer. Efter det oxideras de till fettsyror som sedan esterifieras till triglycerider – samma typ av fett som naturen producerar.

– Nu tillverkar vi satser på 10–50 kilo som slutanvändarna vill ha för att göra tester i sina provkök tillsammans med partner runt om i världen. Vi kallar det att verifiera processen.

Hur tänker ni er produktion i fortsättningen?

– Vi planerar att bygga en pilotanläggning där alla delar av processen finns på samma ställe. Då kan vi göra processintegration, som är viktigt inför nästa steg, som innebär att bygga en fullskalig produktionsenhet där vi kan tillverka upp till 15 000 ton olja och fett per år.

Vad är svaghetera?

– Vi lämnar jordbruksberoendet men sätter oss i andra beroenden, av el och koldioxid. En mindre pilotanläggning går att bygga på många ställen medan en fullskalig anläggning behöver lokaliseras med bra tillgång på framför allt el.

Hur finansierar ni arbetet?

– Vi har stöd från Vinnova, två riskkapitalbolag och AAK- som tidigare hette Aarhus Karlshamn. Kunskap och engagemang från dem är viktigt för att vi ska kunna göra marknadsmissiga val av fettsyratyper och formulering av slutprodukter. ◦



Laddad med antivirusmedel

Forskare vid RMIT University i Melbourne, Australien, utvecklar material som kan leverera speciella läkemedel till celler, som den blomformade kristallen som svepelektronmikroskopibilden har fångat. Kristallen är en så kallad MOF – ett poröst metallorganiskt ramverk – uppbyggt av metalljoner som länkas ihop med organiska molekyler till ett nätverk. Inne i nätverken finns stora hålrum som kan innesluta kemiska föreningar, vilket gör att de kan användas exempelvis för att fånga upp olika ämnen eller leverera läkemedel.

Just denna kristall är biokompatibel och laddad med potenta antivirala medel. Det är små störande rna-sekvenser, designade för att tysta speciella virusgener och på så sätt oskadliggöra viruset. Forskarna har i en studie sett att antivirala medel levererade på detta sätt kan ge en betydande minskning av virushalten i celler. Det handlar om chikungunyavirus, ett virus som överförs av myggor och orsakar chikungunyafeber och som det för närvarande inte finns något godkänt vaccin eller behandling mot. ◦



Tatueringsfärger sprutas in under huden. Men det var först för ett par år sedan som det kom EU-regler för vad de får innehålla.

Nya regler ska ge säkrare tatueringar

Från januari regleras flera färger som vi inte vet om de är säkra.

SVERIGE HAR DEN mest tatuerade befolkningen i Europa. Drygt 20 procent av svenskarna har en tatuering någonstans på kroppen. I Europa i genomsnitt är det bara 12–15 procent.

Det var dock först i fjol som regler för vad man får spruta in under huden trädde i kraft.

– Det tog lång tid att få ett regelverk som gäller i EU. Arbetet har pågått sedan 2014, säger Elmira Tavoosi, som är toxikolog på Läkemedelsverket.

De nya reglerna innebar att totalt omkring 4 000 ämnen – varav många inte ens används i tatueringsfärger – begränsades.

I januari i år tillkom ytterligare två färger, blått och grönt pigment. Begränsningen innebär att färgerna inte får användas om de innehåller för hög koncentration av ämnena. Ibland handlar det dock om så låga halter att det i praktiken blir ett förbud.

Tatueringsfärger består av flera olika ämnen. Pigmenten är metallsalter eller organiska föreningar och kan vara ämnen som klassas som farliga. Men sammansättningen är inte helt känd.

– De begränsas eftersom det saknas dataunderlag som visar att de är ofarliga, säger Elmira Tavoosi.

DET FINNS OCKSÅ stora luckor i kunskapen om hur de kan påverka hälsan. Det är känt att de kan ge allergier. En tysk studie har visat att tatueringsfärg lagras i lymfkörtlarna, eventuellt permanent. Men annars är mycket fortfarande okänt.

– Långsiktig kunskap om hur tatuerares hälsa utvecklas saknas helt, säger Christel Nielsen, docent i epidemiologi på Lunds universitet.

För snart två år sedan drog hon igång en studie för att ta reda på om tatueringsfärger kan öka risken för cancer. 9 000 tidigare patienter i det svenska cancerregistret har fått svara på frågor om de har tatueringar. Samma frågor har ställts till 27 000 personer i en kontrollgrupp.

– För min del handlar det inte om att förbjuda färger utan om att man ska kunna fatta informerade beslut. Tatueringstrenden är så stabil att vi får räkna med den. Men färgindustrin måste ta fram säkra pigment. Förhoppningsvis kan lagstiftningen sätta press på dem, säger Christel Nielsen.

Insamlingen av materialet gjordes i fjol. Nu sammanställer forskarna data. Efter sommaren kan de svara på om tatuering ökar risken för malignt melanom, skivepitelcancer eller lymfom. ◦

Dna-pass leder till färre biverkningar

Vårt genetiska arv gör att vi reagerar olika på samma läkemedel. Vissa personer bryter exempelvis ned medicinen snabbare, vilket gör att de behöver en högre dos för att få önskvärd effekt.

En genetisk analys skulle kunna ge en mer träffsäker läkemedelsbehandling, enligt forskare från bland annat KI och universitetet i Leiden. De har nu utvecklat ett dna-pass som validerats i en studie.

– Det består av ett kort i kreditkortsstorlek med magnetband som innehåller alla viktiga genetiska uppgifter rörande patienten. När det skannas kan läkaren se vad den optimala doseringen av ett läkemedel är för just den individen, säger Magnus Ingelman-Sundberg, professor på KI.

I studien ingick nästan 7 000 patienter. Deras gener analyserades med avseende på variation i tolv specifika gener som har betydelse för läkemedelsomsättning, transport och biverkningar. Sedan fick de sina mediciner på vanligt sätt eller modifierat baserat på deras gener. Tolv veckor senare hade de som fått mer skraddarsydd behandling i genomsnitt 30 procent färre biverkningar än kontrollgruppen.

2

MILJONER ÅR GAMMALT

dna har hittats på Grönland. Det är en miljon år äldre än det tidigare kända äldsta fyndet, som kom från benrester från en sibirisk mammut. Det nya fyndet visar att där funnits hare, ren, lamm, björk, poppel och mastodont.



Osäker framtid för reduktions- plikten



SIKTERNA OM reduktionsplikten är delade, och de går från att ses som det viktigaste verktyget för att pressa ner transportsektorns koldioxidutsläpp till ett otyg som enbart tömmer bilisters plånböcker.

Bland politiker var enigheten länge desto större. Fram till sommaren 2021 ansåg sju av riksdagens åtta partier att reduktionsplikten var bra, skulle vara kvar och dessutom stegvis utökas. Därför beslutade riksdagen att de förnybara delarna i bränslet, från och med januari 2022, skulle vara 7,8 procent i bensen och 30,5 procent i diesel. Inblandningen skulle sedan öka till 28 respektive 66 procent till 2030.

Regeringen vill sänka REDUKTIONSPLIKTEN till lägsta möjliga nivå. Det har skapat en oro bland företag som har investerat för att producera biodrivmedel.

När Ryssland invaderade Ukraina förändrades allt. Kriget tillsammans med en ökad efterfrågan fick priset på både fossila och gröna drivmedel att stiga. Det fick flera partier att tvärvända och i stället kräva att reduktionspliktsnivåerna skulle sänkas radikalt för att få ner priset. Ett av den nya regeringens första tillkännagivanden var att reduktionsplikten skulle sänkas till EU:s miniminivå. Dock inte direkt, utan först i januari 2024.

STORA DELAR AV näringslivet ogillar förändringen. Det gäller framför allt de företag som har investerat stort för att kunna producera gröna drivmedel, medan andra ser den hastiga omsvängningen som problematisk. Inte minst eftersom näringslivet återkommande har värdjat om långsiktiga spelregler inom miljö- och energiområdet.

En fråga blir därmed rätt självklar – är det reduktionsplikten som har drivit upp priset på bensin och diesel?

– Ja, säger Ludwig Kollberg bestämt. Han är kommunikationschef på Preem. Och han fortsätter sedan med ett lika tydligt:

– Och nej.

Det som framför allt påverkade priset vid pump under våren och sommaren 2022 var, menar han, Rysslands invasion av Ukraina och att den svenska kronan förlorade i värde i förhållande till dollarn.

– Visst steg kostnaden även för biodrivmedlen, men effekten av den höjningen motsvarar inte de summor som har nämnts i debatten.

Han jämför prisutvecklingen i Sverige med den i Danmark.

– Danmark har en inblandning av biodrivmedel som ligger under EU:s genomsnitt, och ett dieselpriis som är ungefär två kronor lägre än i Sverige. En tydlig prisskillnad javisst – men betydligt mindre än vad kritikerna av reduktionsplikten hävdar. Och den skulle dessutom med stor sannolikhet ha blivit relativt lägre i takt med att inblandningen blev högre.

– Men den stora faran med en sänkt reduktionsplikt är att det riskerar att slå undan fötterna för en svensk framtidsindustri, säger Ludwig Kollberg.

Han talar i egen sak eftersom Preem under de senaste åren har gjort stora investeringar för att kunna ställa om den egna produktionen från fossila till biobaserade drivmedel. Men han menar att beslutet är större än så och att om företag nu tvekar om att bygga de fabriker som är i planeringsstadiet kommer omställningen från fossila till gröna drivmedel att tappa fart.

– De satsningar som vi har påbörjat är inte i farozonen men politikerna har skapat

en otrygghet på marknaden som inte kan leda till något gott, säger han.

ERIK FURUSJÖ ÄR forskare på Rise med hållbara drivmedel och kemikalier med systemaspekter, kostnader, hållbarhet och policy i fokus. Han är i grunden positiv till en ökad inblandning av biodrivmedel, om än inte förbehållslöst.

– Problemet med reduktionsplikten är att den är helt marknadsbaserad, och inte kombineras med något stöd för produktion av biodrivmedel.

Då väljer riskminimerande distributörer att importera i stället för att investera i produktion. Dessutom ökar efterfrågan på gröna drivmedel kraftigt globalt och därmed har priserna stigit.

Det som skulle behövas nu, menar han, är fler svenska produktionsanläggningar och en större råvarubas. Framför allt kan vi inte som i dag förlita oss på HVO, ett drivmedel som produceras av fetter och oljor, eftersom det är en alltför begränsad råvaruresurs.

– Därför måste vi satsa mer på lignocellulosa, framför allt restprodukter från skogsindustrin. Det är där vi har förutsättningar att producera stora volymer biodrivmedel.

Inte heller det är dock en enkel fråga.

– Vi har nu en diskussion om hur vi ska utnyttja den tillgängliga skogsråvaran, och konflikten mellan att utnyttja skogen som ersättning för fossil råvara respektive låta

den stå som kolsänka och för andra värden. Var vi kommer att landa avgör hur stora mängder vi kan producera. Men det lutar helt klart åt att vi kommer att kunna plocka mindre ur skogen än vad vi trodde för bara några år sedan, säger Erik Furusjö.

”Det lutar helt klart åt att vi kommer att kunna plocka mindre ur skogen än vi trodde”

Det finns också kritik mot reduktionspliktens effektivitet. Bland annat att de biodrivmedel som importeras hade gjort lika stor nytta där de produceras, förutsatt att de ersätter fossila drivmedel. Förespråkarnas svar är att ett syfte med reduktionsplikten är att få igång produktion i Sverige.

PÅ VILKEN NIVÅ reduktionsplikten slutligen hamnar är högst osäkert. Regeringen kan komma att tvingas välja mellan att behålla den på en hög nivå eller köpa utsläppsätter från andra EU-länder för ett just nu okänt antal miljarder kronor, för att klara de svenska klimatmålen. Enligt beräkningar som Dagens Nyheter har gjort kan det handla om 20 miljarder kronor fram till 2030. Och i praktiken finns ingen miniminivå för reduktionsplikt i EU. Det finns krav på att utsläppen från transporter ska minska – men det måste inte vara genom att blanda in förnybart bränsle i bensin och diesel. ◦

Av Per Westergård, frilansjournalist.



Pyrocell – samägt av Setra och Preem – förädlar sågspån till bioolja i en anläggning i Gävle.

Signaler



PFAS används i dag i bland annat skidvalla.

PFAS
Varje ämne som innehåller minst en fullt fluorerad metyl- (-CF₃) eller metylengrupp (-CF₂-) utan någon väte-, klor-, brom-, eller jodatombäst vid den, ska enligt förslaget förbjudas.

Föreslår stopp för all PFAS i EU

Sverige och fyra andra länder vill att all tillverkning och försäljning av PFAS förbjuds.

PFAS ÄR EN grupp syntetiskt framställda kemikalier som sedan 1950-talet använts i bland annat impregneringsmedel, skidvallor och brandskum. De kan inte brytas ner naturligt och hittas i dag över hela jordklotet, i mark, vatten och i många organismer.

– Det är ämnena som vi vet är

dåliga för miljön och människors hälsa, men de har flugit under den regulatoriska radarn för att de inte liknar de klassiska miljögifterna som DDT och PCB, säger Christina Rudén, som är professor vid Institutionen för miljövetenskap vid Stockholms universitet.

Några PFAS-ämnena är

reglerade sedan flera år. Vid årsskiftet införde EU nya gränser för halter i dricksvatten och livsmedel för ytterligare några av dem. Nu föreslår Kemikaliemyndigheten och myndigheter i Norge, Danmark, Tyskland och Nederländerna att alla PFAS-ämnen ska förbjudas. Det handlar om mer än 10 000 stycken ämnen som inte ska få tillverkas eller säljas.

– Det är en enorm styrka om vi får förbudet och att de hantaras som en grupp eftersom det är så många olika ämnen, säger Christina Rudén.

ENLIGT FÖRSLAGET ska vissa användningsområden få tidsbegränsade undantag från förbudet. Det handlar om där PFAS används i till exempel skyddskläder och produkter inom medicinteknik och där det i nuläget inte finns några alternativ.

Kristina Neimert Carne är ansvarig för kemikaliefrågor vid

Innovations- och kemiindustrierna i Sverige.

– Vi stödjer en reglering av PFAS som skyddar hälsa och miljö och samtidigt värnar företagens konkurrenskraft. För att uppnå det måste man prioritera resurser för tillsyn och stötta produktutveckling och innovation för att hitta alternativ, säger hon.

MILJÖLAGSTIFTNINGEN I USA ligger efter EU:s men även där skärps reglerna för vad som får komma ut i miljön. Samtidigt pågår en rad rättsprocesser där PFAS-tillverkare stäms för att ha kontaminerat miljön. 2018 fick exempelvis 3M böta motsvarande närmare nio miljarder kronor till delstaten Minnesota. Den amerikanska kemijätten har nu lovat att sluta tillverka kemikalierna till 2025, med undantag för det som krävs för att uppfylla avtal som löper under en övergångsperiod. ◻

Fortfarande fluor i VM:s skidspår

Internationella skidförbundet beslutade redan 2019 att sluta med valla som innehåller PFAS. Men införandet av förbudet har skjutits upp flera gånger. I augusti flyttade man fram det till säsongen 2023–24. Men frågan är om ens det kommer att hinnas med. Petter Myhlback, vallachef i landslaget, tror inte det.

– Den testprocedur som finns i dag är inte tillförlitlig och måste dessutom implementeras i ett tävlingssystem, så det går att göra mätningar under tävling. Nu måste skidorna lämnas in en timme före start för tester. I sprint kan det i praktiken bli fyra timmar innan heat. I dag är vallningen klar 5–10 minuter före start, säger han.

Systemet ska testas under skidspelen i Falun i slutet av mars. Det handlar inte om att byta vallor, utan att se om proceduren fungerar. Petter Myhlback är tveksam, men inte negativ till att fluorvallorna förbjuds.

– Jag hoppas vi får bort vallorna från vår vallabil och skidsporten men det får inte skyndas bort, utan måste göras på ett klokt sätt. Det får inte gå ut över det idrottsliga så att det kan gå att fuska som med doping, säger han.

30

PROCENT

ska avfallet som försas bort från Perstorp minska med till 2030, från basåret 2019. Användningen av färskvatten ska minska lika mycket, bland annat genom att återanvända renat kommunalt avloppsvatten.

Nygamla kemiord

Ett begrepp som är gammalt i vissa kretsar kan vara nytt i andra. Klickkemi hamnade på nyordslistan 2022 när ordet blivit allmänspråk. Men enligt **ANDERS SVENSSON** har ordens kändisskap en prislapp.

NÄR 2022 ÅRS Nobelpris i kemi gick till Carolyn Bertozzi, Morten Meldal och Barry Sharpless för forskning om klickkemi var det många kemister som jublade. När *klickkemi* togs med på 2022 års nyordslista var det däremot en del kemister som kliade sig i huvudet. Ordet var ju allt annat än nytt.

Som en av redaktörerna för Språktidningens och Språkrådets årliga nyordslista får jag ofta frågor av det här slaget. När vi tog med *gensax* 2018 var det också många som funderade. För åtskilliga kemister var även detta sedan länge ett etablerat begrepp. Emmanuelle Charpentiers och Jennifer Doudnas banbrytande teknik belönades dessutom med Nobelpriset två år senare – en händelse som ytterligare hamrade in ordet i medvetandet.

Barry Sharpless började tala om *click chemistry* för omkring tjugo år sedan. Begreppet etablerade sig inom vetenskapen och lånades snart in i svenskan där det översattes till *klickkemi* – och i sin tur har använts i åtminstone femton år.

För kemister var det alltså knappast ett nytt ord. Men bland den breda allmänheten var det i det närmaste okänt fram till Nobelpriset. Under några intensiva veckor diskuterades klickkemins bakgrund och möjligheter även i mittfåremedier. Därmed fick ordet en helt annan spridning.

Ett språkbruk som är gammalt i vissa



kretsar kan alltså vara färskt i andra. Nyordslistan fokuserar på just allmänspråket – det som till exempel syns i medierna, i information och reklam, i stora bloggar och nätforum. Begrepp som *klickkemi* och *gensax* var etablerade i fackspråket men tog steget över till allmänspråket när fenomenen bakom orden uppmärksammades.

Just detta är en ganska vanlig typ av nyord. Ofta dyker sådana ord upp i samband med dramatiska nyhetshändelser och

stora katastrofer när medierna vänder sig till forskningen för förklaringar. I sådana sammanhang kan fackspråk snabbt sätta sig även i allmänspråket.

Efter Estonias förlisning 1994 lärde sig svenska folket närmast över en natt hur ett *bogvisir* fungerade. För den som hade arbetat med sjöfart var ordet allt annat än nytt. Men plötsligt förekom det dagligen i nyhetsrapporteringen. När det väl blivit allmänspråk började det också användas i bildlig bemärkelse. I riksdagen kunde politiker anklaga varandra för att ”köra med öppet bogvisir” när det handlade om statsfinanserna – en metafor för en vårdslös politik.

Tio år senare chockades världen av flodvägskatastrofen i Sydostasien. Den som hade ägnat sig åt geologi visste sedan tidigare vad en *tsunami* var. För den breda allmänheten var både fenomenet och ordet nytt. Katastrofens dimensioner gjorde att ett fackspråkligt begrepp direkt blev en del av allmänspråket. Där används det oftare i bildlig bemärkelse om omvälvande händelser.

Under coronapandemin var det en rad medicinska termer som gjorde samma resa. En epidemiolog kände garanterat till *flockimmunitet* – men i den nya hemmasittartillvaron växte en nation av hobbyepidemiologer fram i sofforna med alldeles egna teorier om bästa sättet att bekämpa coronaviruset och att uppnå den åtråvärda flockimmuniteten.

HÄR ÄR NYORDEN från kemins värld undantag. *Gensax* och *klickkemi* är fria från associationer till katastrofer och symboliserar i stället landvinningar för vetenskapen.

Ordens kändisskap har dock en prislapp. Kanske förblir sådana ord inte lika väldefinierade i allmänspråket. Och den bildliga användningen bidrar till den minskade precisionen. Ett sådant exempel är *lackmuspapper* som är belagt i svenskan sedan 1800. Visst är det ett ord som för många tillbaka till kemilektionerna i skolan – men i medierna är det *lackmuspapper* som metafor som dominerar. *Svensk ordbok* beskriver det bruket av ordet som ”ofta bildligt om något som lätt förändras (och därvid kan utgöra tecken på något bakomliggande)”. Även *lackmustest* används på samma sätt i allmänspråket.

Än så länge är det sällsynt med bildligt bruk av *klickkemi*. Men jag tror att det finns en värld av dejtare som bara väntar på ingivelsen att använda ordet för ett möte med någon där personkemin säger klick. ◉

Anders Svensson är chefredaktör på Språktidningen och vice vd på Vetenskapsmedia.

Här utvecklas

FRAMTID BATTERI

Som första tidning har Kemisk tidskrift fått titta in i [NORTHVOLTS KATODLABB](#) i Västerås. Katodkemin avgör batteriets prestanda vilket ställer krav på recepten som utvecklas i labbet. Till 2030 ska hälften av katodmaterialet vara återvunnet.

DENS TERIER



Text Marie Alpman Foto Oskar Omne och Northvolt





Maria Åstrand, till höger, är chef för katodutvecklingen. Giada Martinova och Antonella Marra är ingenjörer från Italien som nyligen har börjat jobba på labbet.

MARIA ÅSTRAND trycker upp en tung dörr. Innanför öppnar sig en industrilokal med högt i tak. En handskbox står direkt till vänster. Längre in syns labbänkar på rad.

– Här inne sker den avancerade kemien, säger hon.

Som första tidning har vi fått komma in på katodlabbet hos batteritillverkaren Northvolt i Västerås. Här arbetar kemister och materialvetare med att utveckla den mest kritiska komponenten i batterierna.

Maria Åstrand är chef för aktiva material, vilket inkluderar katodutvecklingen, på Northvolt.

– När battericellerna väl sitter i elbilen är katodkemin avgörande för deras prestanda, säger hon och lägger snabbt till att det så klart är mycket annat som är viktigt i batterierna, som antalet elektrodlager, hur tjocka och täta de är samt elektrolytens egenskaper.

– Men katodmaterialens egenskaper sätter väldigt mycket av karaktäristiken hos cellen.

Totalt arbetar drygt 150 personer med katodmaterial, och fler ska det bli. Särskilt inom oorganisk kemi finns ett stort behov, berättar Maria Åstrand och hälsar glatt på två ingenjörer från Italien som nyligen börjat på labbet.

NORTHVOLT HAR SNABBT gått från idé till att bli en spelare att räkna med i batterivärlden. Företaget grundades 2016 av den tidigare Tesla-chefen Peter Carlsson, med målet att bygga världens grönaste batteri. Sju år senare har produktionen av litiumjonbatterier kommit igång i företagets första gigafabrik i Skellefteå, där "giga" betyder att den sammanlagda lagringskapaciteten hos de tillverkade batterierna mäts i gigawattimmar. Målet är att där om några



I katodlabbet arbetar kemister och materialvetare med att utveckla de mest kritiska komponenterna i batterierna.



Torkugnen i pilotfabriken där litiumjonbatterierna tillverkas.



år tillverka batterier med en kapacitet på motsvarande 60 gigawattimmar. Produktionen vid den första av sammanlagt fem produktionslinjer har börjat komma igång. En andra gigafabrik med en kapacitet på 50 gigawattimmar ska byggas i Göteborg, tillsammans med biltillverkaren Volvo Cars.

Västerås är företagets utvecklingscentrum. Här arbetar drygt 1 000 personer med utveckling av såväl batterier som själva produktionsprocessen. Här finns också en fabrik för prototyp tillverkning av batterier och en pilotanläggning för återvinning. Vi återkommer dit.

Ett av Northvolts vanligaste batterier är av typen NMC 811. Beteckningen betyder att katoden innehåller 80 procent nickel

och 10 procent mangan respektive kobolt. Men riktigt så enkelt är det inte, förklarar Maria Åstrand.

– I själva verket är 811 en hel djungel av material där metallhalterna kan justeras några procent upp och ner. Du kan använda olika beläggningar på katodpartiklarna och tillsätta olika dopningsämnen för att kontrollera kristallgittret.

TRENDEN GÅR MOT mer nickel vilket betyder högre kapacitet, samtidigt som tillverkarna försöker minska mängden dyr kobolt. Eftersom kobolt fungerar stabiliserande gäller det att hitta andra sätt att få materialet att tåla att de små litiumjonerna kilar in och ut när batteriet laddas ur och laddas upp.

På labbet testas nya recept som tillverkas i liten skala. Grundmaterialen är nickel-sulfat, koboltsulfat och mangansulfat som först blandas i en våtkemisk process till en så kallad prekursor. Prekursormaterialet blandas sedan med litiumhydroxid. Blandningen hettas upp och renas i ett stort antal processteg för att skapa ett metalloxidkomplex med en specifik struktur.

Vi får inte se närmare hur tillverkningen går till, utan bara kika in genom ett fönster. Maria Åstrand förklarar att volymerna som produceras är från 100 gram till kilo-skala. Efter varje steg plockas materialet ut för analys innan det stoppas in i nästa steg.

I full skala sker allt kontinuerligt. Råmaterialet matas in i ena änden och katodmaterialet kommer ut i den andra i form av ett svart pulver. Det blandas med lösningsmedel och bindemedel till en sörja, tjock som filmjöl. Sörjan breddas ut på en tunn aluminiumfolie och torkas i en ugn.

På motsvarande sätt blandas en anod-sörja. Det aktiva materialet i anoden består av ren grafit som blandats med vatten och små mängder tillsatser. Anoden läggs på en folie av koppar innan den också åker in i ugnen. Efter torkningen varvas anod och katod med ett separerande plastmembran emellan. Ett antal lager rullas ihop och placeras i en rund kapsel för cylindriska batterier. Northvolt tillverkar även prisma-tiska celler där de olika lagren klipps till rektangulära ark innan de kapslas in. →



Northvolt labs heter anläggningen i Västerås.

Sedan fyller de på med elektrolyt, sätter på lock och skickar cellerna vidare till den viktiga formeringen. Där laddas cellerna upp och ur upprepade gånger enligt ett schema där ström och spänning anpassas till den aktuella batteritypen. Vid formeringen bildas ett tunt skikt på anoden, SEI, *solid electrolyte interphase*, som är avgörande för cellernas elektrokemiska egenskaper.

– Beroende på hur vi lastar på och lastar av kan du få samma material att bete sig på väldigt olika sätt, säger Maria Åstrand.

Men det är inte bara formeringen som måste anpassas för att ge de färdiga batterierna de egenskaper biltillverkarna vill ha.

– Varje processteg är superdelikat. Det är en stor utmaning, men också det som gör att jag gillar katodkemi. Med samma kemikalier kan du tillverka en katod som är jättebra, men också en som är ganska kass.

VI LÄMNAR LABBET och tar oss vidare till prototypfabriken. Det kan låta som en liten försöksverksamhet. I själva verket är det en jätteanläggning. Bara torkugnarna är 70 meter långa. Arbetet sker i stora renrum av operatörer i vita skyddsdräkter. Minsta orenhet kan förstöra flödet av joner mellan de aktiva lagren.

Inga besökare tillåts innanför luftslussarna där mycket av arbetet sköts av maskiner. De färdiga batteripacken går till kunder, däribland Volvo Cars, BMW och Volkswagen, som använder dem i sin utveckling av kommande elbilsmodeller.

I den storskaliga fabriken i Skellefteå växlas allt upp ännu en nivå. Varje produktionslinje mäter 300 meter. Väggen i väggen med fabriken i Skellefteå byggs även en separat anläggning för återvinning av batterier. Även återvinningsprocessen är utvecklad i Västerås i samarbete bland annat med forskare på Chalmers och KTH.

Återvinningslabbet ligger i en separat byggnad. Här är flödet omvänt. In kommer uttjänta bilbatterier som först laddas ur. Batterierna är tunga och i olika format.



I återvinningen ska metallerna i batterierna sorteras och samlas upp var för sig.



Katodkemin avgör batteriernas prestanda.

– Det är en utmaning. I Skellefteå planerar vi för 125 000 ton om året och varje pack måste hanteras effektivt, säger Emma Nehrenheim, som är miljöchef på Northvolt och ansvarig för återvinningen.

En robot håller på med ett batteripack som nu ska öppnas så att batterimodulerna kan plockas ut. Nästa anhalt är krossen som förvandlar battericellerna till flagor. Flagorna torkas så elektrolyten ångar bort. Genom ett antal mekaniska sorteringssteg blåser sedan plast åt ett håll medan koppar, järn och aluminium samlas in för sig.

Kvar blir svartmassan, en blandning av grafit från anoden och de åtråvärda metallerna i katoden. Svartmassan löses upp i svavelsyra, väteperoxid och vatten vid ett pH nära noll. Katodmetallerna lakas då ur medan grafiten blir kvar i fast fas och kan pressas ut. Grafiten går dock ännu inte att återvinna till nya anoder.

– Problemet är att materialet inte är till-



Battericellerna har förvandlats till flagor i en kross.

räckligt rent och inte har rätt struktur, men vi har ett forskningsprojekt med målet att kunna göra nya anoder på ett antal års sikt.

FÖR ATT FÅ UT katodmetallerna följer flera steg där först resterna av koppar, järn och aluminium som finns kvar efter den mekaniska sorteringen fällt ut. Efter rening återstår en lösning med katodmetallerna som ska återvinnas. Genom att långsamt höja pH och temperatur kristalliserar de sedan ut i en form av nickelsulfat, koboltsulfat och mangansulfat. Till sist kristalliserar litiumhydroxid. Allt kan sedan gå tillbaka till katodtillverkningen.

Northvolt är inte det enda företaget som återvinner litiumjonbatterier. Flera anläggningar är redan i gång i länder som Kina och Sydkorea. Det speciella med Northvolts process är bland annat att det inte behövs några organiska lösningsmedel.

– Vi jobbar i stället med tryck och temperatur, säger Emma Nehrenheim.

En annan finess är att metaller som inte kristalliserar ut förs tillbaka i processen, vilket ökar utbytet.

I slutet av 2021 kunde Northvolt visa upp de första små cellerna tillverkade med



Emma Nehrenheim är miljöchef och ansvarig för återvinningen av batterier.

återvunna metaller. Bygget av återvinningsfabriken i Skellefteå är i full gång och produktionen planeras starta till sommaren. Målet är att hälften av råmaterialet ska komma från återvinning 2030.

I VÄSTERÅS FORTSÄTTER samtidigt utvecklingen av nästa generations återvinningsprocess. Enligt Emma Nehrenheim handlar det om att minska kostnaderna, mängden restprodukter och kemikalieanvändningen.

Hon säger att hållbarhetsarbetet pågår på "alla fronter". En av biprodukterna, natriumsulfat, ska till exempel bli mineralgödsel genom ett samarbete med företaget Cinis Fertilizer i Lund. Tillsammans med skogsindustribolaget Stora Enso undersöker man om grafiten i anoden kan ersättas med kol baserat på lignin.

Tack vare återvinning och att fabriken i Skellefteå använder förnybar el kan klimatavtrycket från själva tillverkningen

minska. Relativt sett skjuts det i stället till försörjningskedjan.

– Vi behöver därför jobba väldigt mycket med leverantörerna av metaller, säger Emma Nehrenheim.

I DAG FINNS MAJORITETEN av världens kobolttillgångar i Kongo där arbetsförhållandena vid många gruvor är mycket dåliga och barnarbete förekommer.

– Northvolt är öppna inför att sourca material från Kongo, men det måste då ske på ett sätt som säkerställer arbetsvillkor och bidrar till landets generella utveckling.

En extra kritisk råvara är litium. Efterfrågan ökar i takt med batteriproduktionen världen över och priset har också stigit. För att säkra tillgången på litiumhydroxid av rätt kvalitet har Northvolt bildat ett samriskföretag med ett portugisiskt bolag för att bygga ett eget litiumraffinaderi i Setúbal söder om Lissabon. Målet är att starta tillverkning 2026. ◦

Marie Alpmann är frilansjournalist.



Utvecklar metallisk anod

I februari 2021 köpte Northvolt det amerikanska batteriföretaget Cuberg som utvecklar nästa generations litiumjonbatteri. Till skillnad från Northvolts batterier använder Cuberg metalliskt litium i anoden, vilket ger högre energitäthet. Problemet med rent litium är att det lätt bildas så kallade dendriter, utväxter som riskerar att kortsluta batteriet. Cubergs lösning är en egenutvecklad elektrolyt. Företaget siktar i första hand på att tillverka batterier för elflygplan.

Gifftig

Nervgifter som novitjok binder till enzymer i nervsystemet och får det att löpa amok. Trots att nästan alla världens länder skrivit under en konvention som förbjuder kemiska vapen används de – på senare tid för att förgifta politiska motståndare.

Text Andreas Larsson och Rikard Norlin



kemi



Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, i Umeå, analyserar kemiska stridsmedel. Labbet gjorde exempelvis analyser för att ta reda på vad Aleksej Navalnyj förgiftats av.



D

EN 20 AUGUSTI 2020 blev den ryska oppositionsledaren Aleksej Navalnyj innet anande ombord på ett flygplan i sibiriska Tomsk. Han var på väg mot Moskva. Redan efter en timmes flygning hade han dock utvecklat svåra symptom på förgiftning. På filmer inifrån flygplanet hör man hur han skriker av smärta.

Flygplanet nödlandade och efter initial vård i Omsk i Sibirien förflyttades Navalnyj till Berlin där han fick avancerad vård.

Tyska myndigheter kunde snart verifiera att han förgiftats av ett kemiskt stridsmedel ur novitjok-gruppen. Det är en typ av nerv-

gifter som – enligt avhoppade ryska forskare – utvecklades av Sovjetunionen. Enligt uppgifter i media hade Aleksej Navalnyjs underkläder preparerats med giftet. När han klädde på sig blev han långsamt förgiftad av nervgiftet som penetrerade huden. Navalnyj tillfrisknade efter en lång tids rehabilitering och reste sedan tillbaka till Ryssland där han greps och än i dag sitter fängslad.

KEMISKA VAPEN brukar delas upp i tre olika grupper: hudskadande såsom senapsgas och så kallade lewisiter, lungskadande ämnen som exempelvis fosgen och klorgas, samt nervgifter. Under första världskriget användes både lungskadande och hudskadande ämnen i mycket stor omfattning av i stort sett alla stridande parter. Därefter var världen relativt förskonad från kemiska vapen under en lång period. Under till

exempel andra världskriget sågs endast sporadisk användning trots att både axelmakterna och de allierade förfogade över stora lager av kemiska stridsmedel. I större skala återkom de först på 1980-talet under kriget mellan Iran och Irak där man förutom senapsgas även använde nervgifter på slagfältet för första gången.

Nervgifter har sedan dess använts i terrorattentat såsom sarinattacker mot Tokyos tunnelbana 1995 och för storskaliga attacker med sarinbestyckade raketer och flygbomber under kriget i Syrien. På senare tid har de också nyttjats för att förgifta politiska dissidenter, som Aleksej Navalnyj och Kim Jong-Nam, halvbror till Nordkoreas diktator Kim Jong-Un som giftmördades på flygplatsen i Kuala Lumpur 2017. De användes även i brittiska Salisbury 2018, vid förgiftningen av ex-spionen Sergej Skripal och hans dotter.

Nervgifterna tränger in i kroppen genom exempelvis kontaminering av huden eller genom inandning. Vid förgiftningen i Salisbury hade bland annat ett dörrhandtag belagts med nervgift. När Sergej Skripal tog i handtaget överfördes giftet till handen. Det tog sig sedan vidare genom huden eller lungorna och ut i blodomloppet för att transporteras till sitt mål, enzymet acetylkolinesteras i nervsystemet. Acetylkolinesteras hjälper till att reglera nervsystemet genom att det bryter ned signalsubstansen acetylcholin. Nervgift reagerar med enzymets aktiva säte och blockerar detta så att det inte kan bryta ned acetylcholin. Det gör att nervsystemet snabbt överstimuleras vilket leder till svåra kramper hos den förgiftade och därefter andningskollaps och död.

DE FLESTA MILITÄRT utvecklade nervgifter, som novitjok, är relativt små fosfororganiska molekyler. De är oftast färglösa vätskor med hög kokpunkt och varierande, men inte särskilt stark, doft. I konventionen om förbud mot kemiska vapen listas flera olika grupper av förbjudna nervgifter. De har alla en fosforylgrupp i centrum, ett par alkylgrupper som ligander och en så kallad

lämnande grupp (se figur). Den lämnande gruppen är viktig då det är denna som släpper från giftet så att det kovalent kan binda in till sin målmolekyl.

Genom att nervgiftet fastnar i enzymet och sitter fast under mycket lång tid går det att bestämma orsaken till en förgiftning. Ett vanligt blodprov avslöjar vilket nervgift det handlar om. Enzymerna extraheras då fram ur blodprovet och klipps sedan på biokemisk väg ned till mindre fragment som kan analyseras. Genom att undersöka det fragment där nervgifterna fäster kan man studera den molekyl som fastnat där och bestämma dess struktur.

EN ANNAN MÖJLIGHET är att analysera urinprover då hydrolyserat nervgift, alltså nervgift där den lämnande gruppen bytts ut mot en OH-grupp och bildat en fosfonsyra, utsöndras av kroppen genom urinet. Genom att bestämma strukturen på denna fosfonsyra kan man säga vilken substans som använts. ◦

Andreas Larsson och Rikard Norlin är forskare vid Totalförsvarets forskningsinstitut FOI i Umeå.



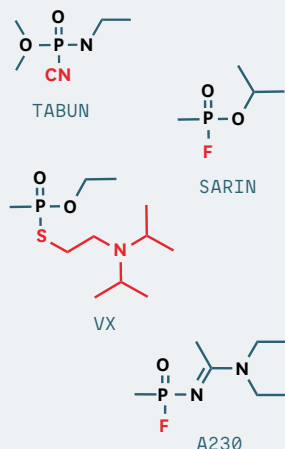
FOI gör analyserna

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, är ett av cirka 25 labb i världen som är certifierade av organisationen för förbud mot kemiska vapen för att analysera kemiska stridsmedel. FOI har flera gånger fått i uppdrag att analysera prover, till exempel efter attacken med sarin i Ghouta i Syrien 2013, och efter förgiftningen av Aleksej Navalnyj 2020.

Konventionen om förbud mot kemiska vapen trädde i kraft 1997. Den förbjuder utveckling, produktion, lagring och användning av kemiska vapen och kräver att de som har kemiska vapen destruerar dessa. 193 av världens länder är anslutna – men bland dessa finns länder som ändå har kvar och använder kemiska vapen. Nordkorea, Sydsudan och Egypten har inte skrivit under konventionen medan Israel inte har ratificerat den.

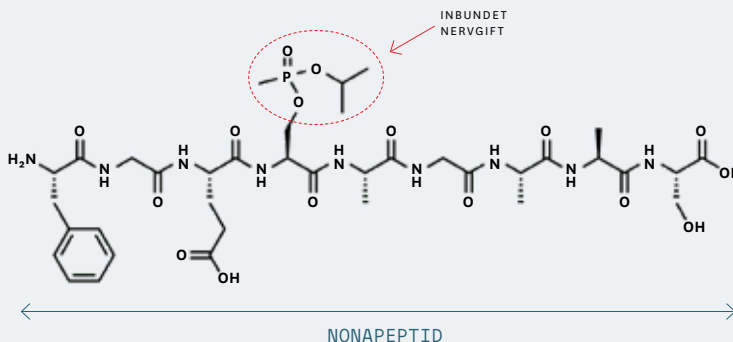
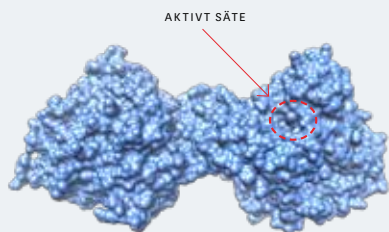
Kända nervgifter

Tabun och sarin hör till den så kallade G-serien av nervgifter som utvecklades av Tyskland vid tiden runt andra världskriget. VX är det mest kända nervgiftet från V-serien som togs fram i Storbritannien under 1950-talet. A230 tillhör de av Sovjetunionen utvecklade novitjokerna. Alla dessa nervgifter har en fosforylgrupp i centrum, ett par alkylgrupper som ligander och en grupp som lämnar när giftet binder till sitt mål, acetylkolinesteras. Gruppen som lämnar är färgad i rött.



FÅR NERVSISTEMET ATT LÖPA AMOK

Nervgifter binder kovalent till det aktiva sätet i enzymerna acetyl- eller butyrylcholinesteras. Med ett enkelt blodprov kan man ta reda vilket nervgift en person utsatts för. Blodprovet behandlas med enzymet pepsin, och cholinesteras bryts ned till små peptider. Den del som nervgiftet har bundit till bryts ner till en nonapeptid som analyseras med hjälp av kromatografi och masspektrometri för att utröna vilket nervgift som bundits in. I exemplet nedan är det sarin.



Lustgas är fritt tillgängligt och säljs helt utan restriktioner.

DÄRFÖR ÄR LUSTGAS FARLIGT SOM BERUS

Ett missbruk kan dock ge irreversibla enzymskador.

Text Björn Lindeke



D

DET VAR I SLUTET av 1700-talet som man fann att dikväveoxid – eller lustgas – vid inandning ger lätt bedövning, en förändrad omvärldsuppfattning och en känsla av upprymdhet. Den engelska kemisten Humphrey Davy (1778–1829) lär ha varit den första som – under sitt arbete i laboratoriet – kom underfund med hur gasen påverkade andningsvägarna. Till skillnad från eter ger den inte medvetlöshet. Humphrey Davy kallade gasen *laughing gas* men hans upptäckter beaktades till en början inte av den medicinska professionen. Trots att gasen kunde befria en medveten människa från smärta, skulle det dröja 44 år innan den började användas för anestesi. I stället fann den engelska noblessen att man kunde använda gasen som ett nöjesattribut vid fester och det arrangerades reella "laughing gas parties".

1844 användes lustgasen för första gången i bedövningssyfte, av den amerikanska tandläkaren Horace Wells (1815–48). Dikväveoxid uppblandad med syrgas – som den i medicinskt syfte ges ännu i dag – introducerades 1868. Blandningens användning för tillfällig smärtlindring (analgesi) kom i allmänt bruk vid förlossningar i Sverige under senare delen av 1930-talet. Smärtlindring med lustgas inom svensk tandvård blev tillåten 1978.

UNDER DE SENASTE åren har de mer än sekelgamla "laughing gas parties" återuppväckts och användningen av lustgas i berusningssyfte ökat lavinartat. Giftinformationscentralen fick 2022 tre gånger så många frågor om exponering för lustgas jämfört med året före. Även frågorna från sjukhus om enskilda

patienter var tre gånger fler – totalt 145 stycken.

Lustgasen är fritt tillgänglig. Den har också tekniska användningar och får nyttjas till livsmedel och som syrekälla i förbränningsmotorer. Den klassas som en dissociativ drog – som är en undergrupp till hallucinogener – men är inte narkotikaklassad. Det betyder att det inte finns några restriktioner för icke-medicinsk hantering av gasen. Den tillhandahålls i komprimerad, flytande form i olika typer av tryckcylindrar.

De noterbara akuta effekterna av lustgas är i stort sett reversibla. Gasen är huvudsakligen stabil i vävnaderna. Den utsöndras så gott som oförändrad genom lungorna – en del diffunderar genom huden. Lustgasen betraktades därför länge som ogiftig och ett säkert medel då den uppblandad med syre används inom vården. Inandning av höga lustgaskoncentrationer (över 70 procent) kan däremot leda till akut syrgasbrist och orsaka hjärtarytmier samt leda till dödsfall av typen *sudden sniffers death*.

I slutet av 1950-talet dök det upp flera rapporter om toxicitet, som kunde tillskrivas för höga koncentrationer efter upprepad eller långvarig användning. I de första fallen fann man en förändrad blodbild, liknande den man ser vid blodbrist (perniös anemi) och låga nivå-

Lustgasens kemi



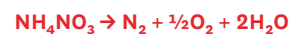
Liksom syrgas vill flertalet av kvävetoxider sno åt sig elektroner. Dikväveoxid är en bra elektronmottagare och avger sitt syre till lättoxiderade ämnen.



Det finns en grupp naturliga enzymer – kopparhaltiga reduktaser – som katalyserar reduktion av dikväveoxiden till kvävgas. De kan därmed minska mängden av denna växthusgas.



Ett sätt bland flera att framställa gasen är genom kontrollerad termisk (omkring 250 °C) sönderdelning av ammoniumnitrat.



Blir värmen för hög (över 300 °C) exploderar det.

er av vitamin B₁₂, samt därefter korrelerande fynd av såväl muskelsvaghet (myopati) som nervförlamning (neuropati).

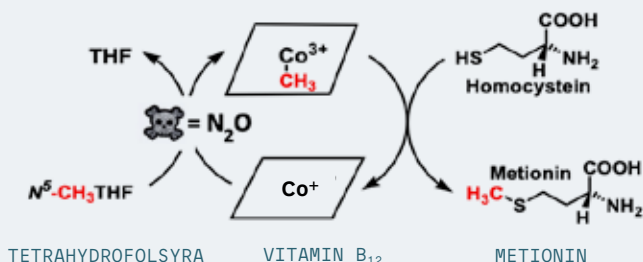
VIDARE BIOKEMISKA STUDIER visade vad som kan ske i cellerna. Dikväveoxid interagerar med vitamin B₁₂ så att det förstörs (se figur). Data visar också att exponering för dikväveoxid påverkar markörer för oxidativ stress. Gasen försvagar kroppens försvar mot reaktiva fria syreradikaler, bland annat genom att minska uttrycken för enzymer. Mekanismerna bakom dikväveoxidens degenerativa organskador kan således kopplas till gasens starkt oxiderande egenskaper samt utpräglade benägenhet att interagera med metallinnehållande enzymer. Vitamin B₁₂-systemet är sannolikt inte det enda systemet som påverkas.

Speciellt stora risker med lustgasanvändning föreligger således vid inandning av koncentrerad gas från tuber, men också vid upprepade exponeringar för lägre koncentrationer. Lustgas som används i berusningssyfte har visat sig ge kumulativa effekter. 1800-talets "laughing gas parties" har återuppstått, men nu känner vi till och borde förstå riskerna. ◦

Björn Lindeke är professor emeritus i läkemedelskemi vid Uppsala universitet och ledamot i Svenska kemisamfundets kemihistoriska nämnd.



Det här händer vid förgiftning



Enzymet metioninsyntas förmåga att katalysera reaktionen ovan påverkas av lustgas. Dikväveoxid interagerar med vitamin B₁₂, som innehåller ett metallkomplex med kobolt. Dikväveoxid – som starkt oxidationsmedel – snor åt sig elektroner från koboltjonen som oxideras och B₁₂ förstörs. Kofaktorn B₁₂ hämmas irreversibelt vilket inaktiverar enzymet metioninsyntas och leder till minskad syntes av aminosyran metionin och koenzymet tetrahydrofolsyra. Låga nivåer av B₁₂ kan leda till såväl muskelsvaghet som i värsta fall nervförlamning. Enzymet metioninsyntas kräver att kobolt i B₁₂ kan redoxcykla mellan Co⁺ och Co³⁺ vid överföring av metylgrupper. Såväl metioninsyntas och DNA-metylering som folatmetabolismen påverkas.

Ingår i kvävetts kretslopp

Kemisten Joseph Priestleys (1733–1804) upptäckte och karakteriserade dikväveoxid. Hundra år senare anger P. T. Cleve i sin lärobok *Oorganisk kemi* (1872) att "Qväfoxidulen är en färglös gas af eg. v. 1,495, har knappt någon lukt, men sötaktig smak, verkar vid inandning häftigt på nervsystemet, åstadkommer känslolöshet samt konvulsioner eller skrattparoxysmer (kallas därför lustgas)".

I naturen ingår dikväveoxid som en komponent i kvävetts kretslopp. Gasen finns i biosfären som får ett ständigt tillflöde från naturliga källor som sumpmarker och skogsjordar. I kulturlandskapet frigörs gasen också från kvävegödsblad åkermark. Den bildas även vid avfallshantering – inte minst vid rening av avloppsvatten.

Sett till vikten av utsläppta växthusgaser kommer dikväveoxid på tredje plats efter koldioxid och metan. Dess växthuseffekt per utsläppt kilo är 300 gånger värre än koldioxid. Gasen har även ozondestruktiva egenskaper. Det finns en grupp naturliga kopparhaltiga enzymer som katalyserar reduktion av dikväveoxid till kvävgas och som därmed minskar mängden av denna växthusgas. Reduktionen främjas av en anaerob miljö där dikväveoxiden slipper

konkurrera med syrgas. Reaktionen kräver dock en förhållandevis hög aktiveringsenergi, vilket underlättas av att dikväveoxid interagerar med enzymcentra.

Ett sätt bland flera att framställa gasen syntetiskt är genom kontrollerad termisk sönderdelning av ammoniumnitrat. Den första syntesen av ammoniumnitrat genomfördes 1659 av den tyska kemisten Johan Rudolf Glauber (1604–70), följt av arbeten av ytterligare några kemister med intresse för kvävetts kemi. Dels balttysken Wilhelm Ostwald, (1853–1932), för framställning av salpetersyra, dels de processer som utvecklades av norrmännen Birkeland–Eyde samt tyskarna Haber och Bosch. I de senare utgår man från atmosfäriskt kväve för framställning av såväl nitrater som ammoniak.

Förutom inom medicinen har dikväveoxid tekniska användningar. Den hämmar mikrobiell tillväxt och får nyttjas till livsmedel (E-nummer 942). Från 1950-talet och framåt marknadsförs den till exempel som drivgas i patroner till sifoner för vispgräddare. I Svenska Dagbladet kunde man 1951 läsa om nyheten strutgräddare, "vispad på senaste sätt, nämligen i sifon med lustgas".

Lustgas är ett kraftigare oxidationsmedel än syrgas och den energirika föreningen tillämpas även som syrekälla i förbränningsmotorer och i raketmotorer – där syre till förbränning kommer från dikväveoxiden i stället för från luft.

Gasen kan lätt kondenseras genom kompression. Vätskans kokpunkt är –89,5 °C.



Håll dig själv och dina elever uppdaterade om kemins värld – Skaffa en skolprenumeration!

Som skola kan du teckna upp dig för en skolprenumeration av Svenska Kemisamfundets medlemstidning Kemisk Tidskrift, som bevakar det senaste inom kemien.

En skolprenumeration innebär att du får:

- En tryckt upplaga av Kemisk Tidskrift, som utkommer 4 gånger/år.
- Kemisk Tidskrift i PDF-format.
- Svenska Kemisamfundets nyhetsbrev 1 gång/vecka (med undantag för några veckor under sommaren och kring jul/nyår)

Teckna en skolprenumeration på kemisamfundet.se/skolprenumeration-av-kemisk-tidskrift/

Kostnad: 450 kr.



Föreningar och föroreningar

En **FÖRORENING** är en förening som i större eller oftast mindre grad finns där den inte borde finnas. Men den finns där av olika skäl.

A

TT ETT SIMPELT o kan vara skillnaden mellan tes och antites är välkänt för oss alla. Ett o förvandlar det verkliga till det överkliga. Fullt lika motsatt är kanske inte den organiska kemin den oorganiska, för visst finns det överlapp och gråskalor dem emellan precis som mellan djur och odjur eller gräs och ogräs. Men bokstaven o har också nästlat sig in på ett annat ställe där den språkligt inte har samma funktion, men ändå kraftfullt modifierar betydelsen av ett ord.

En förening i kemiskt hänseende är en sammanfogning av olika grundämnen på ett eller annat sätt. En förorening däremot är en förening som i större eller oftast

mindre grad finns med i ett sammanhang där den inte borde finnas. Historiskt var föroreningen något som oavsiktligt fanns kvar. I dag verkar den också avsiktligt kunna tillsättas. Men vi börjar med ett klassiskt exempel.

I Sverige har strösocker en renhet på minst 99,7 procent. Svenskt florsocker inkluderar 2 procent potatisstärkelse.

När det gäller socker är produktionsprocessen väldefinierad och det som eventuellt kan finnas kvar efter raffineringen är föroreningar i form av spårmängder av någon metalljon och kanske någon gnutta av en annan mono-, di- eller trisackarid.

Trisackariden raffinös är en kandidat som skulle kunna finnas kvar i såna spårmängder. Och en sensorisk jämförelse av rent strösocker framställt ur sockerrör respektive sockerbetor visar trots allt finstämda skillnader.

Sockret är ändå renat så långt det är praktiskt och ekonomiskt möjligt och återstoden av föroreningar är så liten att deras påverkan för de allra flesta av oss som mest blir en notering i marginalen. Men så är det inte alltid.

ALLA FÖRORENINGAR ÄR inte så harmlösa som lite kvardröjande järnjoner eller raffinös som på sin höjd orsakar en finstämd nyansskillnad i smaken på socker. Det finns ämnen som kan ha stor och skadlig effekt fast de finns i mycket små mängder.

Föreställ dig situationen där föroreningen som kanske finns i ännu mycket lägre halt än i exemplet socker, utgörs av ett superpotent narkotiskt centralstimulerande fentanyl- eller katinonderivat som ger en stark fysiolgisk effekt, trots att koncentra-

tionen är på föroreningsnivå. Metylendioxipivaleron (MDPV) är ett katinonderivat som även går under namn som *monkey dust* och kannibaldrog. Det är ett potent centralstimulerande medel som dessutom är svår doserat och vid intag utsätter brukaren för risk för multiorgansvikt, som kräver narkosassistans och kontinuerlig övervakning, i regel intermediär- eller intensivvård.

På marknaden förekommer flaskor märkta "Xplosion", vilka innehåller en okänd mängd MDPV. De är försedda med en text som varnar för förtäring, men där står också att läsa att man inte ska använda mer än en flaska. Produkten började säljas i slutet av 2004 i Nederländerna och deklarerades officiellt som luftrenare.

XPLOSION ÄR UPPEBART inte rent i betydelsen att den bara innehåller de substanser som innehållsförteckningen anger, utan också andra saker, precis som strösockret. Varför föroreningarna hamnat i flaskan är dock oklart. Man får anta att de inte kommit dit av en ren slump, utan att de aktivt satts till. I sockerfallet handlade det däremot om att det någonstans fanns en gräns för hur långt reningsprocessen kunde drivas och att återstoden utgjordes av föroreningar. Men vi talar om föroreningar också när det gäller utsläpp till luft och vatten, till exempel när per- och polyfluorerade alkansubstanser, PFAS, har förorenat en dricksvattentäkt. Här har det med säkerhet aldrig varit förorenarens avsikt att PFAS ska skapa en miljö- och hälsoproblematik för andra människor, men likafullt har det med samma säkerhet varit ett känt faktum för förorenaren att utsläppen kommer att förorena vattnet. Betydelsen av ordet förorening kan därmed inte reduceras endast till kvardröjandet av föreningar avsedda att avlägsnas under en viss process, utan även det aktiva tillsättandet av föreningar.

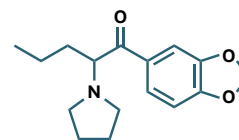
DET ÄR EN OMÖJLIG uppgift att märka alla livsmedel med vad de verkligen innehåller. Dels förbättras vår analysteknik ständigt så att allt lägre halter kan mätas, dels blandar vi i sådan märkning friskt mellan naturliga och syntetiska beståndsdelar. Äppelmust framställd av besprutade äpplen kan ju mycket väl tänkas innehålla spår mängder av något bekämpningsmedel och kanske någon gnutta sulfat från surt nedfallande regn, men i livsmedelssammanhanget är äppelmust tillräckligt utförligt. De syntetiska ämnen som tillsätts i större mängder redovisas också, som aspartam eller glykos. Men frågan är alltså var gränsen nedåt

Strösocker har en renhet på minst 99,7 procent. Föroreningar finns endast i spår mängder.



Farliga tillsatta föroreningar

Metylendioxipivaleron, MDPV, är ett svår doserat och superpotent narkotiskt preparat.



METYLENDOXIPYROVALERON

egentligen går. Och vilka kriterier ska gälla för att krav ska kunna ställas på att föroreningen ska redovisas? Ska ett sådant krav gälla om man tror att föroreningen är ofarlig, bara om man vet att den har en avsedd effekt eller i båda fallen?

Det ligger nära till hands att detta är ett svårforcerat men viktigt område framöver. Denna artikel har inte bjudit på några enkla svar, men kanske på några enkla frågor som pockar på svar. ◦

Av Martin Ragnar och Kurt Samuelsson, för Svenska Kemisamfundets Nomenklaturutskott.



Evigt ung – min och människans dröm om odödligheten
Peter Ottsjö
[Volante 2022]

Författaren tränar, lägger om kosten och testar läkemedel som minskar risken för hjärt- och kärlsjukdom.

Kampen för evig ungdom

Ska åldrandet betraktas som en sjukdom som ska förhindras?

ULLA NYMAN är tveksam till idén.

FRAM TILL ATT min mor dog, av en massiv stroke vid 85 års ålder, levde hon ett aktivt liv. Gick på föreningsmöten, passade barnbarn och träffade vänner. Hon bodde kvar i familjevillan, sågade ved med motorsåg, tog hand om sin trädgård och sina krukväx-

ter. Det enda riktigt tydliga tecknet på åldrande var att en allt mindre del av gräsmattan blev klippt för varje år. Det var förstas sorgligt när hon dog, men jag tyckte ändå att det var ett rätt bra sätt att dö på – fortfarande tillräckligt frisk för att bo kvar i sitt hem och utan

tecken på sviktande minnesfunktioner. För dö ska vi ju alla, tänkte jag. Det är en av livets grundläggande realiteter.

Det anser inte Peter Ottsjö. I sin bok *Evigt ung – min och människans dröm om odödligheten* argumenterar han för att själva åldrandet borde betraktas som en sjukdom som ska bekämpas. Han menar att vi tänker fel när vi tror att ett längre liv måste innebära att vi under en allt längre tid måste vara sjuka och skröpliga. En frisk ålderdom är vad vi borde förvänta oss när vi blir allt äldre.

PETER OTTSJÖ tar oss med genom historien kring människans syn på åldrande och död. Han berättar bland annat om daoismen, den kinesiska livsfilosofin som förespråkar måttfullhet, och om alkemins sökande efter ett livselixir. Fokus i boken ligger dock på de senaste årtiondenas framsteg inom gerontologin, läran om den friska ålderdomen.

Enligt Peter Ottsjö sker så stora framsteg inom gerontologin just nu att den inom en ganska snar framtid kan förse oss med de verktyg som kan förhindra åldrandet. Och därmed döden. Det gäller bara att hålla sig vid liv tillräckligt länge för att få ta del av de nya läkemedlen och de andra medicinska och tekniska framstegen. Och det är precis det som är hans ambition.

Vi får följa hur Peter Ottsjö ställer om till en sundare livsstil. Han tränar, lägger om kosten och testar metformin, ett läkemedel som ökar cellernas insulinkänslighet och som sedan 1980-talet ges till diabetiker. Enligt senare forskning minskar metformin risken för hjärt- och kärlsjukdom och kognitiv funktionsnedsättning även hos personer som inte har diabetes. Han gör dessutom ett gentest för att kunna undvika

sina egna genetiska fallgropar och mäter regelbundet sina värden.

Peter Ottsjö är inte den första som skriver om vetenskapliga framsteg som kan ge oss längre liv. Nyligen läste jag *Maneter åldras baklänges* av dansken Nicklas Brendborg (Polaris 2021).

Gemensamt för båda författarna är att de skriver populärvetenskapligt. Peter Ottsjö skriver dock mer ingående om de olika forskningsrönen och använder fler facktermer. Det ställer därför större krav på läsaren att hänga med i hans text.

Det som är styrkan i Peter Ottsjös bok är att han redogör för vilka forskare som gjort de viktigaste upptäckterna och vad som ligger bakom genombrotten. Det märks att han till vardags är journalist på Ny Teknik. Han har koll på vilka verktyg som finns för att mäta sin medicinska status och även tankar om hur vårt medvetande skulle kunna digitaliseras och på det sättet göra oss odödliga.

PETER OTTSJÖS BOK är en stridsskrift. Han tycker att vi ska kräva av politikerna att mer pengar satsas på gerontologin

och att forskningen borde ha större fokus på att förhindra åldrandet, i stället för att bara förhindra åldersrelaterade sjukdomar. Genom att lägga om till sundare vanor på det sätt som han beskriver i sin bok

kan vi då förhoppningsvis leva så länge att de stora forskningsgenombrotten ger oss ett evigt liv. Själv är jag fortfarande tveksam. Precis som de flesta andra vet jag att man lever längre och friskare om man rör på sig, äter bra och umgås med människor man tycker om. Det är något att satsa på. I övrigt hoppas jag på att jag ärvt min mammas gener som gav henne ett relativt långt och friskt liv. ◊

Ulla Nyman är ordförande i redaktionsrådet för Kemisk tidskrift.



Så får vi en ekonomi baserad på välbefinnande

JOHANNA BJÖRKLUND har läst vad hon hoppas ska bli en överlevnadsguide för en civilisation under det tjugoförsta århundradet.

EN JORD FÖR ALLA är en bok för alla. Det är en bok som behövs i politikernas och nationalekonomers litteraturkanon. Författarna argumenterar för att den klimat- och miljökatastrof vi med full fart är på väg mot inte har sin lösning i ny teknik – även om det också behövs – utan i en omstart av det ekonomiska systemet. Vi behöver gå från en tillväxtekonomi till en välbefinnande-ekonomi.

Utgångspunkten i resonemanget är att den ojämlika fördelningen av resurser i världen omöjliggör lösningar som gör att vi kan leva tryggt på planeten. Boken beskriver hur dagens ekonomiska system leder till stora sociala spänningar, skenande klimatförändringar och en rovdrift på naturen som utarmar de ekosystem som är vårt livsunderstöd. I stället ackumuleras stora rikedomar hos några få.

Ojämlikheten urholkar tilliten och gör det svårt för demokratiska samhällen att fatta de långsiktiga och gemensamma beslut som behövs. Författarna argumenterar för att ojämlikhet ger grogrund för populism och autokratiska ledare som talar till människors kortsiktiga egon och demonterar demokratin.



Bokens slutsatser bygger på en simuleringsmodell för att studera komplexa globala samband: Earth4All. Författarna redovisar två simuleringar gjorda med modellen. För lite för sent är den ena. Den visar dagens utveckling där vi fortsätter som vanligt med otillräckliga åtgärder för att bromsa klimatförändringarna och får växande globala spänningar orsakade av en alltmer ojämlik värld. I den andra simuleringen, jättesprånget, har vi på allvar tagit tag i problemen och ställt om till en ny ekonomi som mäter framsteg utifrån hur bra människor och planeten mår. Genom fem hävstänger menar författarna att den stora omställningen kan starta och få momentum. Hävstångerna är utrotad fattigdom, minskad ojämlikhet, jämställdhet, regenerativa livsmedelssystem samt ren energi och en förväntan om energi i överflöd genom elektrifiering, effektivisering och ny batteriteknik.

EN KÄRNA I välbefinnandeekonomin är ett system för omfördelning av pengar och andra resurser från de fåtal som tjänar orimliga och allt större summor på fastigheter och finansiella tillgångar

En jord för alla – ett manifest för mänsklighetens överlevnad
Johan Rockström m.fl.
[Natur & Kultur 2023]

till alla medborgare. Författarna föreslår att vi använder våra allmänningar – det som vi äger gemensamt och som företag i dag gratis exploaterar. Det är till exempel atmosfären där man släpper ut koldioxid och berggrunden där man utviner fossila bränslen och mineraler. Allmänningar är också vägnät, utbildad arbetskraft och patent, menar författarna. Dessa kan bli basen för medborgarfonder som delar ut så kallade dividender till alla medborgare i världen, som medägare av jorden. Pengarna betalas via avgifter från dem som nyttjar allmänningarna. En tilltalande och revolutionerande tanke som på allvar skulle kunna ge alla människor en grundläggande trygghet och utjämna ekonomiska skillnader. Däremot skyddar den inte automatiskt naturen från exploatering eller ser till att naturens rättigheter värnas. Inte heller förhindras rovdrift på sällsynta jordartsmetaller som behövs för ny grön teknik och elektrifieringens batterier. För det behövs en förändring i natursyn, värderingar och förhållningssätt.

BOKEN VÄJER INTE för de globala utmaningarna, utan tar dem som utgångspunkt för en konkret och realistisk färdplan som avslutas med 15 förslag till politiska åtgärder. Några kommer att protestera mot bokens starka argumentation och kraftfulla förslag för omfördelning. Om förändringen ska lyckas måste stater använda sin makt och medborgare börja ”se sig själva som en gemenskap vars framtid är värd att investera i”, menar författarna. För det behövs tillit, som kommer av ökad jämlikhet och en känsla av att stater jobbar för sina medborgares väl. Författarna hoppas att boken ska bli en ”överlevnadsguide för en civilisation på en ändlig planet under det tjugoförsta århundradet”. Det hoppas jag också – det skulle ge en fredligare jord. ◦

Av **Johanna Björklund**, universitetslektor vid Örebro universitet. Hennes forskning är tvärvetenskaplig med fokus på hållbar mat.

Nya uppdrag och utmärkelser



Per Alfredsson är ny vd för Astra Zenecas svenska verksamhet. Han är civilingenjör i kemiteknik med utbildning från KTH och har arbetat över 25 år på Astra Zeneca.



Stefan Woxström är ny chef för Astra Zeneca i Europa och Kanada.



Ib Jensen är ny vd för Perstorp Group. Han var tidigare finanschef i samma bolag.



Maria Selmer, professor i strukturbioologi vid Uppsala universitet, är ny ledamot i rådet för forskningens infrastruktur. Biokemisten Björn O. Nilsson fortsätter som ordförande.



Jessica Martinsson är ny vd för Sweden Bio. Hon har grundat och varit vd för Sprint Bioscience.



Anton Hoos blir forsknings- och utvecklingschef i Sobi. Han ersätter **Anders Ullman** som går i pension.



Belén Martin-Matute, professor i organisk kemi vid Stockholms universitet, är ny ledamot i klassen för kemi vid

Kungliga Vetenskapsakademien.



Emma Nehrenheim, miljöchef Northvolt, **Maria Åstrand**, chef för aktiva material Northvolt, **Kimberly Dick Thelander**, professor i materialvetenskap vid Lunds universitet, **Martin Andersson**, professor i yt kemi vid Chalmers, **Nina Cromnier**, generaldirektör vid Strålsäkerhetsmyndigheten, **Christel Bergström**, professor i molekylär galenisk farmaci vid Uppsala universitet, samt **Rikard Landberg**, professor i livsmedelsvetenskap vid Chalmers, är nya ledamöter i Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien.



Mikael Akke, professor i biofysikalisk kemi vid Lunds universitet, får tillsammans med kollegor från Köpenhamns och Hamburgs universitet 95 miljoner kronor från Europeiska forskningsrådet till ett projekt som handlar om bindningsförloppet mellan protein och läkemedel.



André Mateus, biträdande universitetslektor vid kemiska institutionen vid Umeå universitet, och **Mika Sipponen**, biträdande lektor vid institutionen för material- och miljö kemi vid Stockholms universitet, får drygt 17 miljoner kronor i *starting grant* från Europeiska forskningsrådet till projekt om hur olika läkemedel påverkar bakteriearter i tarmen respektive om ligninmaterial.



Tomas Rosén, som är forskare i fiberprocesser vid KTH, knep andraplatsen i Forskar Grand Prix.

”Var inte rädd att göra det enkelt”

KTH-forskaren **TOMAS ROSÉN** kom tvåa i tävlingen där den som bäst presenterar sin forskning vinner.

FORSKARE VID KTH använder nanometerstora fibriller av cellulosa som byggstenar för att bygga material med olika egenskaper. De gör först trådar av fibrillerna, som sträcks ut i ett vätskeflöde. När de sedan tillsätter salt eller syra byggs trådarna ihop. Tomas Roséns forskning handlar om hur den processen kan kontrolleras i industriell skala.

– Materialens egenskaper beror på hur strukturerna på nanofibrillerna ser ut. Kan man styra strukturerna kan man styra egenskaperna – det är nyckeln i min presentation. Och att få publiken att förstå problematiken. Det är svårt att styra strukturerna på nanonivå. Naturen på den nivån älskar ordning, säger han.

Det var en kollega som jobbar med forskningskommunikation som frågade om han ville vara med i Forskar Grand Prix. Upplägget är att under fyra minuter presentera sin forskning på ett sätt som är begripligt för gymnasieelever.

– Det var en fantastisk upplevelse – särskilt kul att det riktar sig till gymnasieelever som kan lockas att läsa teknik och naturvetenskap.

Tomas Rosén byggde strukturer av spaghetti och lim för att illustrera nanostrukturerna. Han har redan tidigare ritat seriefigurer som hjälper till i presentationer och som fick vara med också denna gång.

– Jag har lagt ner mycket tid på dessa fyra minuter, testat olika koncept. Sen handlar det om att öva, öva, öva och tajma ordentligt.

Vad har du för råd till alla andra som vill bli duktigare på presentationer?

– Var inte rädd för att göra det så enkelt ni bara kan. Fundera på vad som är minsta gemensamma nämnare för din publik där alla är med på tåget.

Vann tävlingen gjorde Matthew Tompkins, postdoktor i kognitionsvetenskap vid Lunds universitet, som med illusions-trick fångade publiken. ◻

AVHANDLINGEN

Aktivt kol kan ta bort lukt i blöjor

ISABELLE SIMONSSON visar att aktivt kol – främst i form av grafen – kan ta bort kisslukter. Kolet binder lukt molekyler och hindrar dem att komma ut i luften.

DAGENS BLÖJOR består av flera olika lager som effektivt suger upp vätska. Men de är inte lika bra på att ta upp lukt. Under sitt avhandlingsarbete vid Göteborgs universitet har Isabelle Simonsson undersökt olika material för att se vilka egenskaper som är viktiga för att ta upp lukt i urin.

Hennes doktorandtjänst finansierades av hygienföretaget Essity. Bolagets forskare har tidigare identifierat nio organiska molekyler i urin som bidrar till dålig lukt. En av dessa är para-kresol.

– Para-kresol är ett organiskt, flyktigt kolväte som finns i mänsklig urin. Det är hydrofobt och skyr alltså vatten. Det är en av anledningarna till att det lämnar urin och går ut i den omgivande luften, så att lukten sprider sig, säger Isabelle Simonsson.

HON HAR UNDERSÖKT hur para-kresol adsorberas i olika material, bland annat i aktivt kol.

– Aktivt kol är välkänt för att ta upp lukt, men det är inte undersökt på djupet vad som ger egenskaperna, förutom att materialet har stor yta.

Isabelle Simonsson ändrade ytan och fick fyra slags kol med olika egenskaper. Hon studerade hur de tog upp lukt i vatten och i syntetisk urin, undersökte kemiska och fysikaliska



”On the interactions of ions and odor molecules with nanomaterials in water and synthetic urine”

Isabelle Simonsson
Institutionen för kemi och molekyllärobiologi
Göteborgs universitet
Handledare: Zareen Abbas

egenskaper och använde sedan statistik för att korrelera materialens egenskaper med deras luktupptagningsförmåga.

– Det material som mest effektivt drog till sig para-kresolmolekyler ur vätskan var aktivt kol, som till stor del bestod av kolvarianten grafen – med minst laddning.

– Analyserna visade att en stor yta och hydrofob yta är viktigt för adsorptionen.

Tidigare adsorptionsstudier har gjorts i extremt rent vatten.

– Vi använde syntetisk urin som innehöll de vanligaste jonerna och molekylerna i urin och gjorde det så verklighetsliknande som möjligt, berättar Isabelle Simonsson.

I rent vatten blev effekten inte densamma. Det beror på att salter i urin minskar organiska molekyler vattenlöslighet så att de binder till kolet.

Isabelle Simonsson är nu på väg att flytta till Australien för att söka jobb i industrin. För att få arbetsvisum krävs att man har en attraktiv utbildning som finns med på en speciell lista. En av de yrkesgrupper som efterfrågas är kemister. ◦



Dagens blöjor är bra på att suga upp vätska men sämre på att ta upp lukt.



Mer energisnål träförädling

Två vanliga steg i träförädling är att avlägsna och förtäta ligninet. KTH-forskare har tittat på hur de processerna kan bli mer energisnåla, genom att studera hur svampar bryter ner trä. De har sedan imiterat svamparnas enzymlaserade process för att skapa en ny och stark träfilm, utan att använda hög temperatur, högt tryck eller förbehandling med kemikalier. Resultaten är publicerade i tidskriften Small.

Metallskrot kan bli el och värme

Järn och aluminium finns i jordskorpan och som skrot. Enligt forskare vid LTH kan metallerna förbrännas och bli el och värme. Med hjälp av elektrolyt kan den metalloxid som bildas omvandlas till metall igen. Strömkällan är sol- eller vindkraft. Enligt forskarna som har publicerat resultaten i flera artiklar i olika tidskrifter är processen säker, billig och fossilfri.

Proteinerna bakom dna-kopiering

Dna-kopiering börjar med att dna-strängarna separeras. Det sker med hjälp av speciella proteiner, helikaser. En grupp forskare vid Umeå universitet har med kryoelektronmikroskopi visat hur det går till. Helikaserna flyttar olika delar, domäner, via två separata rörelser. Två domäner roterar och lutar mot varandra. Rörelserna ger ledtrådar till hur trådarna separeras. Arbetet är publicerat i Nucleic Acids Research.



Alfred Werner fick 1913 Nobelpriset i kemi.

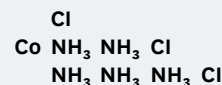
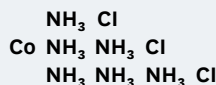
Bevis som gav ett Nobelpris

Valensteorin ökade vår förståelse för molekyler. **ALFRED WERNER** fick de bitar som fattades på plats.

EN KOLATOM BINDER till fyra andra atomer medan en syreatom binder till två grannatomer. Detta är den så kallade valensteorin som lanserades på 1850-talet och som kom att revolutionera vår förståelse för molekyler. Vi fick våra moderna strukturformler

på 1860-talet då den moderna organiska kemien föddes. En grupp av ämnen ställde dock till problem: metallkomplexen. I föreningen $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ är ammoniakmolekylerna så hårt bundna att de inte ens påverkas av koncentrerad svavelsyra. Koboltatomen tycks binda till

Formler för $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ respektive $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ enligt den felaktiga kedjeteorin:



sex ammoniakmolekyler och tre kloridjoner, alltså totalt nio atomer. Enligt valensteorin kan kobolt dock bara binda till tre atomer. Tillsätter man silvernitrattill $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ kan man fälla ut alla kloridjonerna som svåröslig silverklorid, precis som förväntat. Man kan också framställa en förening med sammansättningen $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$. Här kan man dock bara fälla ut två tredjedelar av kloridjonerna med silvernitratt.

Den första som kunde leverera en heltäckande, om än felaktig, förklaring till dessa observationer var Lundaprofessorn Christian Wilhelm Blomstrand (1826–97), som 1869 presenterade den så kallade kedjeteorin. Blomstrand menade att kväveatomerna kan bilda kedjor precis som kolatomer. På så sätt uppfyller alla atomer valensteorin. Blomstrand menade vidare att endast de kloridjoner som binder till kväve kan fällas ut med silvernitratt, medan kloridjoner som binder direkt till en metallatom sitter hårdare bundna. Kedjeteorin fick sin främsta anhängare i Blomstrands vän Sophus Mads Jørgensen (1837–1914) i Köpenhamn. Jørgensen framställde många nya metallkomplex och förklarade deras sammansättning och egenskaper utifrån kedjeteorin.

DEN SOM TILL SLUT löste problemet var en ung organisk kemist i Zürich, Alfred Werner. Han insåg att en atom har en huvudvalens – i dag säger vi oxidationstal – och en undervalens som vi kallar koordinationsstal. I föreningen $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ sitter de sex ammoniakmolekylerna bundna till koboltatomen och bildar en oktaeder. De tre kloridjonerna binder inte till kobolt och kan därför fällas

ut med silverjoner. Vi skriver i dag formeln $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$. I föreningen $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ har en av kloridjonerna tagit en av ammoniakmolekylernas plats: $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$. När man läser Werners artikel från 1893 förundras man över hur han genast lyckades få alla bitar att falla på plats. Den moderna koordinationskemien föddes i princip över en natt.

JØRGENSEN VÄGRADE bestämt att acceptera Werners teori och tog upp en kamp som skulle bli legendarisk. 1899 tvingades han att ge upp men vi vet inte om han faktiskt lät sig övertygas. Werner fann många bevis för sin koordinations teori – bland annat studerade han ledningsförmågan hos metallkomplex i vattenlösning. Han kunde till exempel visa att lösningar av $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ har mycket låg ledningsförmåga trots att kedjeteorin förutspådde att det bildas nitritjoner i lösning. En stor triumf kom 1907 när Werner lyckades framställa två isomerer, cis och trans, av jonen $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$. Detta var inte alls i linje med kedjeteorin. Redan 1897 insåg Werner att det fanns ett definitivt sätt att bevisa att han hade rätt. Hans koordinations teori förutspår nämligen att vissa metallkomplex är kirala och kan förekomma i två spegelvända former. Det skulle dock dröja till 1911 innan en av Werners doktorander, Victor L. King (1886–1958), äntligen lyckades separera dessa spegelbildsisomerer från varandra. Två år senare fick Werner ett välförtjänt Nobelpris i kemi. ◊

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



BERZELIUSDAGARNA 2023

Energi, bark och mammutar

De 68:e **BERZELIUSDAGARNA** hölls i januari. Syftet är att inspirera eleverna att fortsätta läsa naturvetenskap efter gymnasiet.

ÅRETS KONFERENS på Aula Magna vid Stockholms universitet lockade nära 300 gymnasieelever från olika delar av

landet, som alla fått stipendier från olika sponsorer för att kunna delta. Under Berzeliusdagarna fick de lyssna på en

rad föreläsningar av representanter från både akademien och industrin.

PÅ PLATS FANNS bland andra Dan Nocera, professor vid institutionen för kemi och kemisk biologi vid Harvard university, som kom till Sverige för att tala om den globala energikrisen och om sin forskning om förnybar energi. I en annan presentation berättade Isabella Kwan från KTH om sitt arbete med att göra bark från skogen till en råvara för nya hållbara material. Fokus låg på nanocellulosa, som är ett material med många intressanta egenskaper.

Ytterligare en föreläsare var Love Dalén från Centrum för paleogenetik vid Stockholms universitet, som berättade om hur han och hans kollegor forskar på förhistoriskt dna. Han påpekade att det finns ett flertal utmaningar med att arbeta med gammalt dna.

– Förhistoriskt dna är både skadat och kontaminerat. I ett prov utgör dna:t från djuret i fråga cirka 1 procent av det genetiska materialet. Resten kommer från till exempel växter och från bakterier.

Fokus i presentationen låg på dna från mammutar. Djuren dog ut för 10 000 år sedan, med undantag från en mindre population som överlevde i ytterligare 6 000 år på Wrangels ö i norra ishavet. Det är fortfarande oklart hur de dog ut men förhoppningen är att dna-analyser ska ge en ökad förståelse för detta som kan

hjälpa till i arbetet med att rädda utrotningshotade arter i dag.

En av de stipendiater som deltog var Jonatan Haraldsson, som går andra året på naturvetenskapsprogrammet vid gymnasieskolan Knut Hahn i Ronneby.

– Det kändes jättebra att vara där och träffa andra med liknande intressen, säger han.

Han tillade att Berzeliusdagarna gav en bra insikt om olika typer av jobb som man kan få efter en naturvetenskaplig utbildning.

– Det finns väldigt många möjligheter – man måste bara lista ut vad som passar en själv bäst.

ROBIN GÖRANSSON från Rudbeck i Sollentuna var också nöjd med Berzeliusdagarna.

– Det har varit spännande att träffa alla andra här. Både de andra stipendiaterna samt utställarna och föreläsarna. Jag tyckte det var väldigt intressant att höra om Kemiolympiaden. Jag har inte hört om den tävlingen förut och skulle kanske vara intresserad av att delta. Kemi är nog mitt favoritämne. Jag gillar att det är mer visuellt än fysik och att man till exempel kan se olika molekyler och reaktioner med hjälp av animeringar.

Du går andra året på gymnasiet. Vad tänker du göra när du har tagit studenten?

– Jag tänker inte ta något sabbatsår utan jag planerar att plugga vidare till civilingenjör på KTH, gärna inom kemiteknik.

Stor upplutning till masspektrometrimöte

Nästan 190 deltagare med talare från USA, Tyskland, Nederländerna, Island, Danmark, Sverige och Norge samlades på den nordiska konferensen inom masspektrometri som i januari hölls för artonde gången på Vestlia resort i Geilo i Norge. Danmark, Norge, Finland och Sverige är värdnationer för mötena som organiseras av lokala kommittéer.

I år var Svenska masspektrometrisällskapet (SMSS) och den norska föreningen för masspektrometri (NSMS) arrangörer. Jonas Bergquist (SMSS) och Léon Reubsaet (NSMS) organiserade konferensen tillsammans med en organisationskommitté.

Bieman-medaljvinnaren Sarah Trimpin höll öppningsföreläsningen om så kallad

matrisassisterad jonisering. Dessutom hölls ytterligare 30 föreläsningar, alla med masspektrometri som huvudämne. Det blev 38 postrar och 22 utställare. Många av bidragen kom från unga forskare och studenter.

Årets möte var vetenskapligt och socialt en succé och det beslutades att Danmark i samarbete med Island ska anordna det nittonde nordiska mötet i Danmark 2026.

ANNONS

EBSA CONGRESS 2023

July 31 - August 4, 2023
Stockholm, Sweden



- Largest Biophysics congress outside the US
 - 800 – 1000 participants expected
 - International participation
 - Nobel Prize auditorium for lectures
- Exhibition space integrated with posters for maximum interaction

Read more details at: www.EBSA2023.org

