

Nobelpris! Vassa organiska katalysatorer

Kemisk tidsskrift

N^o4
2021

Hanna Karlsson
utvecklar
metoderna

**Bättre
tester
utan
djur-
försök**

+ AI förändrar forskningen / Här skapas Sveriges nya vacciner / Giftig pistill



Minsta jätten

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

Banbrytande branschledande teknik

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

Uppfyller regulatoriska krav

såsom United States Pharmacopeia och 21 CFR part 11

Minsta fotavtrycket, stöder flexibel installation

antingen som bords-, väggmonterad eller stolpmonterad version

Största färg-pekpanelen

ger exceptionell överskådlighet med förenklad drift och datahantering



Signaler

- [6](#) Planerar storskalig bränsleproduktion med bakterier. Astra Zeneca satsar på rna.
- [7](#) Cecilia Sjöstedt, vd för Cytiva, har haft fullt upp under pandemin.
- [8](#) På expedition i Arktis.
- [9](#) Vacciner för hela Sverige. Batteridrivna sjötrafik.
- [10](#) Nobelpriset: Kraftfullt verktyg för syntes.
- [12](#) Nytt salt ska få backen att hålla längre. Granbarkborrens gener kartlagda.

Krönika

- [13](#) Henrik Ottosson: Det krävs tvärvetenskap för att klara den gröna omställningen.

Färre djurförsök

- [14](#) Hanna Karlsson utvecklar tester utan djur.
- [19](#) Senzagens djurfria tester ger bättre resultat.

AI eller experiment?

- [20](#) AI löser proteinstrukturer och förändrar forskningen.

Analytisk kemi får fart

- [24](#) Området utvecklades starkt under 1700-talet.

Rapport från labbet

- [27](#) Ulf Ellervik förundras.

Nobelpriset

- [30](#) Kemi- eller medicinpris?

Lästips

- [31](#) Nobelprisets historia.

Karriär

- [32](#) Får stort projektbidrag.
- [33](#) Avhandlingen: "Utsläppen måste hanteras globalt".

Till sist

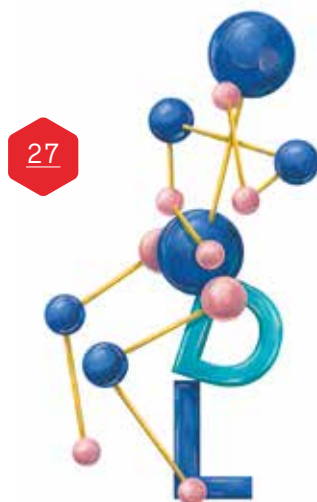
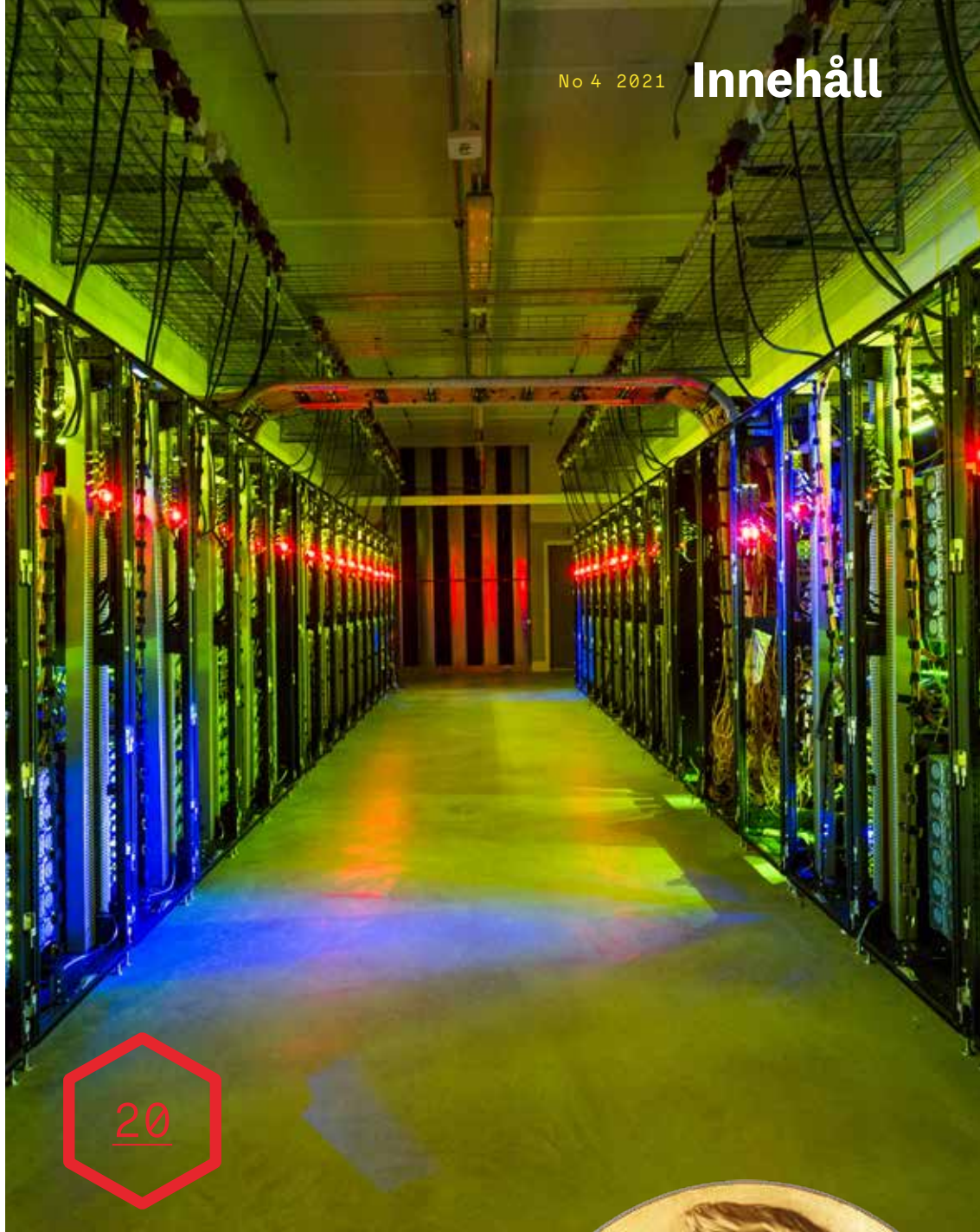
- [34](#) Den giftiga pistillen.

Medlemssidan

- [35](#) Boka in SCS 2022!



7



27



10

Vetenskap som utförandets konst

Senhöst innebär tillkännagivanden av vilka individer som belönas för upptäckter som gör nytta för mänskligheten, för forskning som på något sätt varit banbrytande, för idéer som påverkar hur samhället fungerar och för litteratur som berör. Årets Nobelpris i kemi belönar forskare som för omkring 20 år sedan i geografiskt åtskilda miljöer tog existerande koncept för att skapa kol-kolbindningar ett stort steg till – inte bara i labbet, utan ända fram till nästan samtida publikationer.

För att upptäckter över huvud taget ska kunna göras krävs rätt förutsättningar. Givetvis behövs individer med kunskaper i ämnet och kännedom om vad andra redan gjort. Det krävs även nyfikenhet och en beredskap för att uppmärksamma även det oväntade, något som Louis Pasteur anses ha sagt omkring 1850. Han var den förste att rapportera om kirala molkyler – innan molekylbegreppet var etablerat. Pasteurs arbete och den Nobelprisbelönade upptäckten av asymmetrisk organokatalys är åtskilda av mer än 150 år, men hör ändå ihop.

Var sker experimenten som leder till upptäckterna? Hos oss i västvärlden oftast i nya byggnader utrustade med el, olika vattenkvaliteter och gaser, med god ventilation, modern analysutrustning och ständig tillgång till all världens publicerade kunskap. När en byggnad inte uppfyller uppdaterade krav byggs den om eller ersätts, och vi förlorar lite av vår förståelse för villkoren för de upptäckter som gjorts medan den var i originalanvändning. Att European Chemical Society, Euchems, valt att uppmärksamma Justus von Liebig's laboratorium i Gießen från 1818, museum sedan 1920, som ett historiskt landmärke är viktigt. I Sverige har vi också några fina laboratoriemuseer. Alfred Nobels på Björkborn är ett av dem.

Tillgång till lämplig utrustning och kunskap om hur den används är också nödvändigt. Hur många skapar sin uppställning med hjälp av en skicklig glasblåsare, som på Liebigs tid? Nu använder vi hopbyggbara delar och glömmer kanske att dessa bygger på viktiga upptäckter och upptäckare. Ulf Ellervik lyfter fram några i sin inspirerande text om att destillera, på sidan 27. Det är helt enkelt en konst att utföra vetenskap.

AVSLUTNINGSVIS vill jag önska alla ett gott slut och en god start på 2022. Jag hoppas att ni tar chansen att ses samt utbyta tankar och idéer vid Kemisamfundets SCS2022 i Linköping.

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
Wallingatan 24, 3 tr
111 24 Stockholm
www.kemisamfundet.se

Chefredaktör:

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

Ansvarig utgivare:

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

Grafisk form:

Jesper Möller, ci.se

Språkgranskning:

Lili Guggenheimer

Annons och prenumeration:

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

Produktion:

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

Redaktionsråd:

Ulla Nyman, IKEM, ordförande;
Daniel Brandell, Uppsala universitet; Leif Jönsson, Umeå universitet; Anna Kärrman, Örebro universitet; Erika Lindbom Sierakowiak, Svenska Kemisamfundet; Oleg Pajalic, Chalmers och Perstorp; Petter Persson, Lunds universitet; Henrik Sundén, Göteborgs universitet; Tom Willhammar, Stockholms universitet.

Omslag: Pernilla Sjöholm.

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



Meet face-to-face with other chemists at SCS2022 in Linköping

Are you getting tired of digital meetings? Are you ready to meet friends and colleagues in person? In that case, don't miss the second national meeting of the Swedish Chemical Society, SCS2022, which takes place in Linköping, Sweden, on 20-22 June 2022.

The meeting will bring together members of the Swedish Chemical Society, who represent a wide variety of chemical disciplines. The meeting offers a compact program with top level lectures as well as parallel sessions and poster presentations. There will also be ample opportunity to interact with meeting participants and exhibitors between scientific sessions.

SCS2022 takes place on June 20-22 2022. The venue is Linköping Konsert och Kongress, which is located in downtown Linköping within walking distance to all hotels, restaurants and bars.

Read more on the homepage scs2022.se



**SVENSKA
KEMISAMFUNDET**

SCS2022
June 20-22 2022

Signaler

Cyanobakterier orsakar algblomning men kan också vara effektiva fabriker och producera butanol.

60 PROCENT av kolet som tas upp blir ren butanol. För att det ska gå att räkna hem måste andelen höjas till 90 procent.

Stora planer på bränslen med cyanobakterier

Desert Ocean vill odla bakterierna i stora flytande växthus på havet.

BUTANOL – som kan användas som fordonsbränsle i vanliga förbränningsmotorer – kan framställas med hjälp av cyanobakterier. Bakterierna gen-modifieras så att de producerar alkoholen av koldioxid och vatten med energi från solen. Det nybildade bolaget Desert Ocean vill göra detta i stor skala.

Planen är att odla bakterierna i jättelika, flytande växthus på havet.

– Vi vill sätta ut stora bioreaktorer som flyter, där cyanobakterierna pumpas runt och matas med vatten och infångad koldioxid. Den butanol som bildas ska sedan separeras ut och samlas upp för att därefter

hämtas av en tankbåt, berättar Urban Carlson, som är en av bolagets grundare.

Bioreaktorerna ska placeras ut i haven nära ekvatorn, där det finns stora områden med lite liv, men gott om solenergi.

– De instrålade energimängderna i vattenöknarna är gigantiska, säger han.

Att cyanobakterier kan producera butanol är känt sedan tidigare. Forskare i Uppsala kunde dock för ett par år sedan i en artikel i Energy & Environmental Science visa att de hade fått bakterierna att producera långt större volymer än som tidigare rapporterats. En av forskarna bakom den rapporten, Peter Lindblad, är med också bakom Desert Ocean.

NU SKA FÖRETAGET utveckla konceptet och hitta en samarbetspartner.

– Vi ska hitta ett ekonomiskt produktionssystem, där cyanobakterierna är kärnan. Men vi måste också ha pumpar, destillationsapparater, tankar, med mera, säger Urban Carlson.

Han är också chefsforskare och en av grundarna av Freevalve, ett företag som utvecklar elektriskt styrda motorventiler och som ingår i samma koncern som sportbilstillverkaren Koenigsegg.

Det var när han i den rollen undersökte olika biobränslen som han hittade biobutanolen.

– Att ersätta fossila bränslen är en gigantisk utmaning då vi använder 100 miljoner fat olja varje dag, säger han.

Frågan är om den bakterieproducerade butanolen kan vara en del av lösningen.

– Jag tror att det kommer att krävas många lösningar för att ersätta oljan och jag är säker på att butanol är ett tänkbart framtida bränsle i en bränslemix.

Ingen av de lösningar som finns i dag klarar ensam allt. Det är konceptuellt snyggt att göra bränsle av solenergi. Men det finns många fallgropar att trilla i, säger Ola Wallberg, som är professor i kemiteknik vid Lunds tekniska högskola. ◊

Astra Zeneca satsar på rna-teknik

Astra Zeneca ger sig in på rna-området. Bolaget har skrivit ett avtal om ett långsiktigt samarbete med brittiska Vax Equity, som är en avknoppning från Imperial college i London. Målet är att ta fram behandlingar med hjälp av en teknik som liknar den som använts i rna-vaccinerna mot covid-19.

Det handlar om så kallad självförstärkande rna, som kan användas för att utveckla vacciner och andra läkemedel. Astra Zeneca stödjer det mindre bolagets forskning och utveckling och ska dessutom samarbeta med Vax Equity för att utveckla och kommersialisera tekniken.

Flera av de stora läkemedelsbolagen satsar nu på rna-teknik. Pfizer och tyska Biontech – som tillsammans tog fram ett vaccin mot covid-19 – fortsätter att samarbeta. De siktar såväl på att utveckla vacciner mot flera virusjukdomar som på vaccin mot cancer, där immunförsvaret kan fås att attackera tumörceller. En influensavaccinkandidat har redan börjat testas på människa och ett cancerläkemedel kommer snart att börja testas.

17

POSTDOKTORER

ska Umeå universitet rekrytera inom det livsvetenskapliga programmet Excellence by choice. Nobelpristagaren Emmanuelle Charpentier, som upptäckte den så kallade gensaxen som forskare i Umeå, blir mentor för programmet.

”Vi räknar med fortsatt hög efterfrågan”

Cytiva – tidigare GE Healthcare Life Science – har ökat produktionen och anställt 500 fler sedan coronapandemin startade. Cecilia Sjöstedt är bolagets vd.

– Vi har haft en enorm global efterfrågan på alla våra produkter eftersom de används vid tillverkning av vacciner. Vi har fått öka produktionen snabbt för att svara upp mot växande efterfrågan.

– Det har varit en stor utmaning men vi är otroligt stolta att kunna bidra till kampen mot covid-19.

Vad har det inneburit mer konkret?

– Vår nettoomsättning ökade nästan 32 procent 2020 jämfört med 2019, från 18,6 miljarder kronor till 24,5 miljarder kronor. Vi har de senaste 18 månaderna fått öka skiftgången, vi har optimerat processer, investerat i en ny produktionslinje i Uppsala och ska bygga ut fabriken i Umeå.

– Dessutom har vi anställt cirka 400 nya medarbetare i Uppsala och 100 nya i Umeå, från processoperatörer, labbingenjörer, projektledare, projektingenjörer och sektionschefer till forskare. I dag är vi 1 550 anställda i Uppsala och 600 i Umeå.

Vad är det för produkter som särskilt har efterfrågats?

– Vår anläggning i Umeå

tillverkar högteknologiska labbinstrument. I Uppsala gör vi kromatografimedia, geler, som används för att rena och separera biomolekyler vid framställning av biologiska läkemedel. Såväl instrument som kromatografimedia har använts i tillverkningen av både vacciner och antivirala läkemedel mot covid-19.

Vilka är era kunder?

– Vi levererar till alla stora läkemedelsbolag, mindre biotechbolag, små nystartade bolag och till forskare på institut och universitet i hela världen.

Hur räknar ni då med att efterfrågan kommer att se ut framöver, när pandemin avtar?

– Vi räknar med fortsatt hög efterfrågan. Många länder är inte igenom pandemin och många kommer att behöva ytterligare doser. Det är svårt att veta var det hela tar vägen, men den snabba uppgång vi har upplevt kommer att dämpas. Vi kommer dock att ha ett fortsatt högt tempo och hög tillväxt eftersom ordinarie produktportfölj också växer.

– Åtta av tio läkemedel som godkänns i dag är biologiska, läkemedel mot cancer, alzheimer, med mera. För att tillverka dem krävs kromatografimedia. Vi är bland de ledande på den marknaden och står för en procent av Sveriges totala exportvärde. ◦



Cecilia Sjöstedt

vd för Cytiva med verksamhet i Uppsala och Umeå.



Forskarna tar prover av havsvatten från ytan ner till 4 000 meters djup för det marina koldioxidsystemet (pH, alkalinitet, löst oorganiskt kol), syrgas, löst och partikulärt organiskt kol samt närsalterna nitrat, fosfat, silikat och ammonium.

På expedition i Arktis

I september kom de 38 forskare som varit med på isbrytaren Oden tillbaka från en två månader lång expedition till Nordpolen. Expeditionen ingår i ett stort internationellt samarbete.

– Målet är att kartlägga tillståndet i så stora delar av Arktis som möjligt genom observationer av fysikaliska, kemiska och biologiska variabler och processer. Att följa utvecklingen i Arktis är viktigt, eftersom Norra ishavet genomgår snabba, storskaliga

förändringar i temperatur, havsis, färskvattentillförsel och kolets kretslopp – förändringar som alla påverkar det lokala och globala klimatet, berättar Adam Ulfsbo, som är forskare vid Göteborgs universitet.

Hans uppdrag är att ta prover av havsvatten, från ytan ner till 4 000 meters djup. Han borrar också iskärnor i havsisen – något som kräver både uppmärksamhet och beväpnade kollegor, då det finns risk för att isbjörn lockas till platsen.

– Vi undersöker bland annat havsförurningens utbredning och ackumulering av koldioxid orsakad av människans utsläpp. Våra mätningar är viktiga även för de grupper

i expeditionen som har en mer biologisk eller oceanografisk inriktning.

Tillrinnande vatten påverkar miljön i Arktis. Försurningen ökar eftersom allt mer sötvatten från floder rinner till området och späder ut havsvattnet och havets buffertkapacitet. Vatten från Atlanten för med sig stora mängder koldioxid.

– Våra preliminära resultat visar att den antropogena koldioxidhalten har ökat sedan tidigare i de centrala delarna av Norra ishavet, vilket till största delen beror på inflöande vatten från Atlanten. ◻



Northx Biologics är även med och skapar en innovationshubb i Matfors för att bland annat utveckla vacciner.

– Vi bedömer att till exempel när det gäller rna-vacciner kommer vi att ha kapacitet som skulle räcka för hela Sveriges och sannolikt hela Nordens behov, säger han.

NU SKA BOLAGET tillsammans med Vinnova också skapa en så kallad innovationshubb, för att utveckla vacciner och läkemedel som bygger på dna, rna, proteiner och celler. Det betyder att utrustningen och personalen i fabriken ska vara tillgänglig för att hjälpa även andra, små och stora företag, forskningsinstitut och akademiska forskare, med deras projekt.

– Det finns en lucka i Sverige för den här typen av kapacitet och teknik. Under pandemin har vi dessutom blivit påmind om att det ibland är en fördel att ha produktion nära och inte på andra sidan jorden, säger Thomas Eldered.

Vinnova satsar 50 miljoner kronor för att etablera hubben de kommande två åren och

Northx Biologics ytterligare 100 miljoner kronor.

– Pandemin gjorde att en ny typ av rna-läkemedel snabbt kom ut på marknaden. Vi har i dag ingen i Sverige som kan tillverka dessa produkter i kommersiell skala. Vi fyller en roll. Det är väldigt roligt att vara med och skapa innovationshubben med stöd av Vinnova.

FLERIE INVESTS FOKUS är på investeringar i bolag verksamma inom läkemedelsutveckling. I portföljen finns i dag 16 bolag. Thomas Eldered, som också har varit med och grundat kontraktstillverkaren Recipharm, säger att bolaget är en långsiktig ägare.

– Vi är otåliga men långsiktiga. Det här är inte ett projekt vi går in i och gör en exit ur, men vi vill komma framåt, säger han. ◊

Kan tillverka vacciner för hela Sverige

Vaccinanläggning i Matfors köps av svenskt investmentbolag.

LÄKEMEDELSTILLVERKAREN Cobra Biologics fabrik i Matfors får åter svenska ägare. Det svenska investmentbolaget Flerie invest köper tillsammans med ett antal privata investerare anläggningen från amerikanska Charles River för motsvarande 450 miljoner kronor. Enheten med närmare 130 anställda

får det nya namnet Northx Biologics.

I fabriken i Matfors tillverkar man i dag proteiner, plasmider, ett dna-vaccin och dna för annan användning, framför allt genterapi. Tillverkningskapaciteten är betydande, säger Thomas Eldered, som är vd för Flerie invest.

Batterier ska driva sjötrafik i Stockholm

Under 2023 ska de stockholmare som bor nära vatten kunna ta en utsläppsfri höghastighetskataran till jobbet. Det är i alla fall målet för Green City Ferries som nu ska bygga sina första båtar i kolfiber.

– Skrovet blir 30 procent lättare än om vi byggt det i aluminium, som är det vanliga, säger Hans Thornell, som är ordförande i Green City Ferries.

Bolaget har gjort två prototyper som är konstruerade för att minimera energiåtgången. En av båtarna ska gå kortare sträckor – tio sjömil – och drivas med el från LTO-batterier. LTO står för litiumtitanatoxid.

– De går att ladda på tio minuter, vilket är viktigt med den trafik vi planerar.

Den andra båten ska gå längre sträckor och kommer drivas med bränsleceller och vätgasstackar. Den har också ett litet batteripaket som används vid acceleration och tomgång. Batterier och bränsleceller levereras av det solnabaserade bolaget Echandia.

Ännu finns dock några frågor kvar att lösa. Bland annat är finansieringen inte helt klar. Bolaget har fått stöd med 82 miljoner kronor från EU och Naturvårdsverkets satsning Klimatklivet, men det behövs mer innan bygget kan starta.

139
PROCENT

har den vetenskapliga publiceringen i Asien ökat med mellan 2009 och 2019, enligt Forskningsbarometern 2021. I Europa och Nordamerika var ökningen drygt 30 respektive 20 procent under samma period.



Kraftfullt verktyg för syntes

ÅRETS NOBELPRISTAGARE belönas för en metod som ger helt nya sätt att snabbt och effektivt tillverka molekyler.

K

atalysatorer är fundamentala verktyg för kemister. Benjamin List och David MacMillan får Nobelpriset i kemi 2021 eftersom de år 2000, oberoende av varandra, utvecklade organiska katalysatorer som är mycket mer effektiva och reaktiva än de katalysatorer som har använts tidigare.

– Organiska katalysatorer har dels potential att vara ett hållbart alternativ och är dels ”enkla” att designa. Det är relativt lätt att

förstå vad man behöver påverka i katalysatorns struktur för att få ett önskvärt resultat, säger Peter Somfai, som är ledamot i Nobelkommittén för kemi.

De båda Nobelpristagarna publicerade oberoende av varandra sina resultat i *Journal of the American Chemical Society* med en månads mellanrum i början av 2000. Det var Benjamin Lists första vetenskapliga artikel, och David MacMillans andra, som självständiga forskare med egna grupper.

Sedan dess har området exploderat. Organiska katalysatorer kan användas för att driva mängder av olika kemiska reaktioner och vid syntes av allt från nya läkemedel till molekyler som kan fånga in ljus i solceller. Att de blivit en succé beror till stor del på att katalysatorerna gjort det lättare att tillverka asymmetriska molekyler, det vill säga en spegelbild av två möjliga. Vid kemisk syntes bildas ofta två molekyler som är varandras spegelbilder. Många gånger vill kemister bara ha den ena, framför allt vid framställningen av läkemedel.

– Årets pris är lite speciellt eftersom det är sällan Nobelpriset går till metodutveckling. Det var 30 år sedan sist då E.J. Corey fick det för utveckling av retrosyntes. Före det var

det 1965 då Robert Woodward belönades för förtjänster om den organiska synteskunstens utveckling, säger Peter Somfai.

FRAM TILL ÅR 2000 var nästan alla katalysatorer antingen metaller eller enzymer.

Metaller fungerar ofta utmärkt som just detta, eftersom de har en förmåga att tillfälligt hårbärga eller låna ut elektroner till andra molekyler. Det gör att bindningar mellan olika atomer kan brytas och nya formas. Vissa av dem kan dock behöva en syre- och fuktfri miljö för att fungera – vilket kan vara svårt att få i industriell skala. Många är också tungmetaller och påverkar miljön negativt.

Enzymer driver kemiska reaktioner i kroppen. Många är specialister på asymmetrisk katalys och formar i princip alltid bara en spegelbild av två möjliga. Dessutom jobbar de sida vid sida. När ett enzym är klart med en reaktion, tar nästa vid. På det viset kan de med stor precision bygga komplexa molekyler, som kolesterol och klorofyll. De är dock väldigt specifika och fungerar bara för att katalysera vissa reaktioner.

Nobelpristagarna är båda 53 år gamla – vilket är ungt i Nobelprissammanhang. De gjorde sina arbeten tidigt i karriären. Benjamin List var postdoktor och jobbade med enzymer på Scripps institute i Kalifornien när han kom in på området.

ENZYMER ÄR STORA molekyler uppbyggda av hundratals aminosyror. Men ofta är bara några av dem inblandade i den kemiska reaktionen. Benjamin List funderade på om aminosyrorna måste ingå i ett enzym för att kunna katalysera en kemisk reaktion, eller om en enskild aminosyra kunde göra samma jobb. Han visste att forskare redan i början av 1970-talet hade använt aminosyran prolin som katalysator och testade om prolin kunde katalysera en kemisk reaktion. Försöket fungerade direkt. Han kunde också visa att prolin kan driva asymmetrisk katalys. Av två möjliga spegelbilder bildades nästan bara den ena.

Prolin är en enkel, billig och miljövänlig molekyl och till skillnad från de forskare som tidigare hade testat prolin som katalysator, såg Benjamin List vilken enorm potential den kunde ha. När han publicerade upptäckten beskrev han asymmetrisk katalys med organiska molekyler som ett nytt koncept med många möjligheter.

På ett laboratorium längre norrut i Kalifornien fanns vid samma tid David MacMillan. Han hade två år tidigare flyttat till universitetet i Berkeley från Harvard. På Harvard hade han arbetat med att med



hjälp av metaller förbättra asymmetrisk katalys. När han flyttade till Berkeley började han i stället formge enkla organiska molekyler som – precis som metaller – tillfälligt skulle kunna låna ut eller hårbärgera elektroner. David MacMillan insåg att om en organisk molekyler skulle katalysera den reaktion som han var intresserad av, behövde den kunna bilda en iminiumjon. I en sådan finns nämligen en kväveatom som drar åt sig elektroner. Han valde ut ett antal organiska molekyler som hade de önskade egenskaperna. Sedan testade han deras förmåga att driva en Diels-Alderreaktion, som används för att bygga ringar av kolatomer. Det fungerade utmärkt. Vissa av molekylerna briljerade också i asymmetrisk katalys.

NÄR DAVID MACMILLAN skulle publicera sina resultat insåg han att det koncept för katalys som han hade upptäckt behövde ett namn. Forskare hade tidigare lyckats katalysera kemiska reaktioner med hjälp av små organiska molekyler. Men det fanns bara enstaka exempel på detta, och ingen hade insett att metoden gick att generalisera. David MacMillan ville hitta ett begrepp som beskrev metoden och valde att kalla den organokatalys.

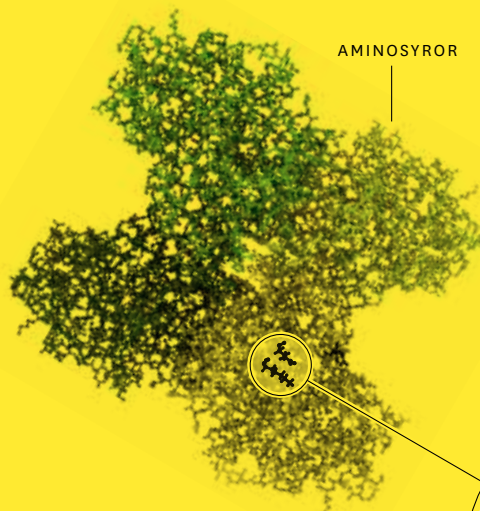
– De belönas för konceptualiseringen av området. Det var det som gjorde att det tog fart. Det finns många enskilda exempel på användning av organiska katalysatorer, men de resulterade inte i större aktivitet. Benjamin List och David MacMillan pekade ut potentialen och utvecklingsmöjligheterna och rationaliserade sina observationer. Det är inte en upptäckt, utan en förbättring som ligger i metodutvecklingen. Det är de två möjligheterna vi har enligt Nobels testamente. Vi kan belöna upptäckter eller förbättringar, säger Peter Somfai.

ORGANOKATALYS HAR HAFT stor betydelse inom läkemedelsforskningen, som vanligen kräver asymmetrisk katalys. Innan det blev möjligt innehöll många läkemedel båda spegelbilderna av en molekyler. Den ena var verksamt, medan den andra kunde ge oönskade effekter. Ett katastrofalt exempel från 1960-talet, var då den ena spegelbilden av läkemedlet neurosedyn orsakade allvarliga missbildningar hos tusentals foster.

På läkemedelsföretag används metoden också för att effektivisera framställningen av befintliga läkemedel. Även Peter Somfai, som är professor i organisk kemi vid Lunds universitet, har fokus på att framställa ämnen som är vanliga i läkemedel, aminer och aminoalkoholer.

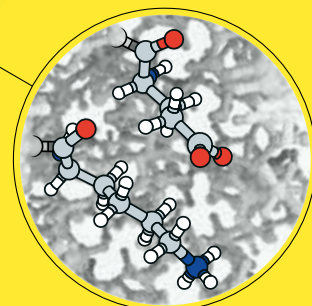
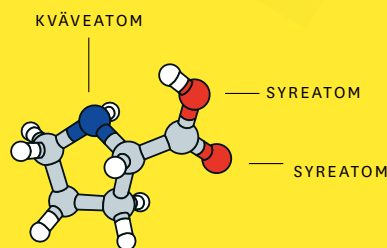
– Vi har valt andra vägar, men det skulle mycket väl gå att göra molekylerna med organokatalys, säger han. ◊

Organiska katalysatorer



ENZYM

Enzymer består av hundratals aminosyror, men ofta är bara några av dessa inblandade i den kemiska reaktionen.

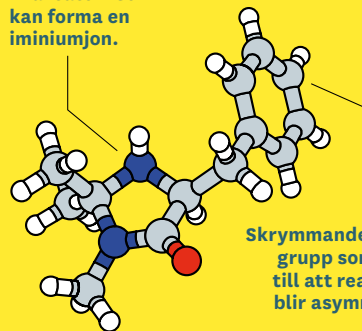


Två av aminosyrorna som katalyserar den kemiska reaktionen.

PROLIN

Benjamin List testade om aminosyran prolin ensam kunde katalysera en kemisk reaktion. Det fungerade utmärkt. Prolin har en kväveatom som kan hårbärgera och låna ut elektroner under kemiska reaktioner.

Kväveatom som kan forma en iminiumjon.



Skrymmande kemisk grupp som bidrar till att reaktionen blir asymmetrisk.

MACMILLANS ORGANO-KATALYSATOR

David MacMillan utformade en rad enkla molekyler som kunde bilda så kallade iminiumjoner. En av dessa visade sig briljera i asymmetrisk katalys.



Pristagarna är:

BENJAMIN LIST, född i Frankfurt, Tyskland, 1968.

Föreståndare vid Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr, Tyskland.

DAVID W.C. MACMILLAN, född i Bellshill, Storbritannien, 1968. Professor vid Princeton university, USA.

De delar på prissumman tio miljoner svenska kronor.



Plusgrader? Då måste snön saltas för att hålla hela tävlingen.

Nytt salt ska få skidbacken att hålla längre

Perstorp testar om salter av myrsyra kan användas.

UNDER ALPINA TÄVLINGAR är det viktigt att snön håller ända till den sista åkaren har tagit sig ner. Särskilt när temperaturen ligger på noll eller plusgrader kan snön smälta okontrollerat och bilda gropar och åsar som kan skapa problem för den som startar senare.

Vid plusgrader saltar man därför i backar och längdspår. Det är ett sätt att få rättvisa förhållanden oavsett startnummer. Eller att få längdspåret att hålla hela tävlingen.

– Vanligen används natrium- eller kalciumklorid. Nackdelen är att klore i salterna påver-

kar miljön och växtligheten negativt. Växternas upptag av näringsämnen förändras, säger Christophe Molina vid kemiföretaget Perstorp.

Perstorp vill i stället använda salter av myrsyra, som natrium- eller kaliumformiat.

De fungerar precis som de klorinnehållande salterna. De sänker smältpunkten så att snön smälter. Omvandlingen från fast till flytande form kräver energi som tas från omgivningen som kyls ner. Resultatet blir att det bildas skare på snön. Ytan får en isig kristallstruktur och håller längre.

– Vår bedömning är att ett klorfritt alternativ skulle fungera lika bra eller bättre. Nackdelen är att formiatsalterna är dyrare och de används inte för den här applikationen, säger Christophe Molina.

I FINLAND används formiater i stället för natrium- eller kalciumklorid på vissa vägar där det finns risk för att vägsalterna hamnar i grundvattnet. Finlands miljöcentral har gjort undersökningar som visar att formiat är mer miljövänligt då det snabbt bryts ner till koldioxid och vatten.

Perstorp har de senaste två säsongerna testat olika alternativ i längdspår i Vallåsen i Skåne och i backar i Åre. Maths Gunneriusson, som är tränare i Åre slalomklubb, har hållit i försöken i backarna. Bland annat har parallella banor saltats med vanligt respektive formiat-baserat salt. Sedan har åkarna träningsåkt som vanligt och tränarna har besiktigt banan för att se hur den påverkas.

– Vi tycker att det fungerar väldigt bra. Känslan är att formiatet bildar en hårdare yta än andra produkter. Med traditionellt salt sker en långsam avtrappning av styrkan efter 45 minuter. Exakt hur den kurvan ser ut för formiatet vet vi inte, men den verkar hålla längre. Det behövs mycket mer arbete för att se hur hållbart det är miljö- och funktionsmässigt, säger Maths Gunneriusson. ◦

Granbarkborrens gener kartlagda

Forskare i bland annat Lund har lyckats kartlägga granbarkborrens hela arvsmassa. Det kan bana väg för nya möjligheter att med stor precision bekämpa skadeinsekten med så kallad rna-interferens (RNAi).

– De vuxna skalbaggar kan bekämpas, säger Fredrik Schlyter, som är professor i kemisk ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp och en av forskarna bakom studien, som har publicerats i *Communications Biology*.

När man känner till gensekvenser kan man med RNAi slå ut specifika geners funktion så att ett protein inte bildas. På så sätt kan man slå av livsviktiga funktioner i exempelvis ämnesomsättningen.

– Forskare i USA har i labb visat att det fungerar i några amerikanska barkborrearter som går på tall.

Det stora problemet är att lista ut hur RNAi-molekylerna ska överföras till skalbaggen och sedan in i cellerna.

– De måste tas upp av cellerna i rätt mängd och det är oerhört svårt. Forskare har gjort försök med fjärilar sedan 1990-talet utan att lyckas. Men skalbaggar är lättare än fjärilar, säger Fredrik Schlyter.

3,5

PROCENT

av Sveriges BNP gick 2020 till forskning och utveckling, visar nya siffror från SCB. Det är 0,1 procentenheter mer än 2019. Samtidigt minskade BNP med 2,8 procent.

Krävs mer än teknik för grön omställning

Den natur- och teknikvetenskapliga energiforskningen måste på ett tidigt stadium länkas till potentiella samhällsdilemman som tekniken kan tänkas medföra, skriver Uppsalaforskaren **HENRIK OTTOSSON**.

TROTS NY ENERGITEKNIK går klimatarbetet för långsamt. Enligt Naturvårdsverket minskade Sveriges territoriella växthusgasutsläpp med endast 29 procent mellan 1990 och 2019. Samtidigt visar en studie som nyligen publicerades i Energy Research & Social Science att 99,88 procent av världens sammanlagda anslag till forskning om klimat och omställning till ett fossilfritt samhälle under åren 1990–2018 gått till teknik- och naturvetenskaplig forskning.

Om vi antar att Sverige inte aviker kan vi fråga oss om vi har investerat rätt. Är energiomställningen enbart avhängig ny teknik eller är det andra aspekter som vi behöver lyfta in?

I närheten av Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet växer den nya klimatsmarta stadsdelen Rosendal fram; en stadsdel där dyra, tunga och energislukande stadsjeepar med eldrift inte är ett ovanligt inslag. Samtidigt pyr missnöjet med vindkraftverk runt om på den svenska landsbygden. I Malungs kommun folkomröstade man om vindkraftverk på Ripfjället, vilket



ledde till en infekterad debatt där kommuninvånarna splittrades i två läger. Ligger denna samhällsutveckling utanför vad som är relevant för forskning och utveckling inom kemi? Inte enligt min mening.

Man kan fråga sig vilka dispyter som kan uppstå kring framtida energitekniker. Flera av dessa tekniker är baserade på kemi – bland annat perovskitsolceller,

foto(elektro)kemisk framställning av vätgas genom vattenspjälkning och produktion av biobränslen med genmodifierade mikroorganismer. Det är ofrånkomligt att aspekter som är – eller som upplevs vara – negativa kommer inverka på acceptansen av den nya tekniken. Det kan gälla var utrustningen och eventuella anläggningar ska placeras – på landsbygden eller närmare de städer som nyttjar energin? Kanske till och med i städerna? Och kommer det i städerna i så fall vara attraktivt att bo i närheten av en sådan anläggning? Kanske kommer de ekonomiskt starka att vilja bo så långt från anläggningarna som möjligt på grund av upplevda risker.

DET FINNS EN mängd samhällsvetenskapliga aspekter att beforska vad avser den energiteknik som ligger i pipeline och som ännu inte introducerats på marknaden. Och det handlar inte främst om hur den nya tekniken ska marknadsföras. Inte heller om att folk ska "acceptera och lära sig" den nya tekniken. Det handlar om att den nya energitekniken på ett tidigt stadium måste utvecklas i samklang med omgivande samhälle så att den tar hänsyn till viktiga värden och samhällsprocesser – utöver själva produktionen av energi.

Inom samhällsvetenskaperna pratar man i dag om energifattigdom och transportfattigdom. Man pratar också om grön gentrifiering. En makroekonomisk studie publicerad i Nature Sustainability visade nyligen att ett ensidigt fokus på grön tillväxt genom teknologisk utveckling sannolikt leder till ökad arbetslöshet, större sociala klyftor och ökad polarisering.

FÖR ATT DEN tekniska utvecklingen verkligen ska få effekt på koldioxidutsläppen måste vi satsa betydligt mer än dagens futtiga 0,12 procent av klimat- och energiforskningsanslagen på att beforska samhällsvetenskapliga och humanistiska aspekter av energiomställningen. Därutöver behöver den natur- och teknikvetenskapliga energiforskningen på ett tidigt stadium länkas till potentiella samhällsdilemman med den nya tekniken. Vi har varken tid eller råd att upprepa de dispyter som vindkraften nu stöter på för varje ny energiteknik som ska introduceras i stor skala i samhället. ◻

Henrik Ottosson är docent i fysikalisk organisk kemi och lektor vid Uppsala universitet. Han koordinerar det tvärvetenskapliga initiativet Urban Sustainability, som ingår i Uppsala University Sustainability Initiatives. Syftet är att initiera nya samarbeten mellan olika discipliner.

Avancerade datormodeller och bättre kunskaper om våra proteiner kommer att ge oss nya metoder för att testa läkemedel och kemikalier – [UTAN DJUR](#). Men vägen dit är både långsam och slingrig.

Text Per Westergård Foto Pernilla Sjöholm

Långsam väg bort från djurf





...
örsök

C

hoklad är gott! Det är de flesta av oss överens om. Våra vänner hundarna håller ofta med – men problemet är att de kan bli rejält sjuka, eller dö, om de äter en enda bit. Anledningen är att hundar bryter ner teobromin, som finns i choklad, till ett ämne som de inte tål. En omvandling som inte har någon motsvarighet i den mänskliga kroppen.

Vad har det att göra med om vi ska testa kemiska produkter på djur eller inte?

En hel del faktiskt. Inte minst för att exemplet visar att det som är nyttigt för oss kan vara skadligt för djur. Något som i sin tur gör att det bara är i ett fall av tio som resultat från djurförsök är rakt av överförbara till människor.

ETT ANNAT EXEMPEL, möjligen något extremt, hämtar vi från en artikel i Proceedings of the National Academy of Sciences, publicerad 2013. I den visar amerikanska forskare att inga av de 150 nya läkemedel mot blodförgiftning som då hade tagits fram med hjälp av tester på möss fungerade – på människor.

Även Neurosedyn-skandalen på 1960-talet visar hur trubbiga djurförsök kan vara. Då testades sömnmedlet på råttor och inga negativa effekter upptäcktes. När det senare visade sig att barn till mödrar som tagit medicinen föddes med allvarliga missbildningar gjordes testet om på kaniner, som drabbades av samma skador som de mänskliga fostren.

Förmodligen finns även exempel på det omvända – att mediciner som hade fungerat väl på människor har sorterats bort eftersom tester har visat på skador hos försöksdjur.

Djurförsök görs främst när man utvecklar kemikalier och läkemedel. Syftet är att säkerställa att de inte är farliga för människor. Djurförsök har debatterats



Partiklars toxicitet kan testas på odlade mänskliga celler.

intensivt under många år, och då oftast utifrån ett etiskt perspektiv. En central fråga har varit om vi har rätt att utsätta miljontals djur för lidande. Men motståndet bland svenskarna är inte så kompakt som man kanske skulle kunna tro när man hör diskussionen. När Vetenskapsrådet 2018 undersökte saken visade det sig att 55 procent av de tillfrågade ansåg att djurförsök generellt var okej i medicinsk forskning och ytterligare drygt 20 procent

menade att de kunde acceptera dem i vissa sammanhang.

– Frågan om djurförsök måste breddas till att handla om innovation. Har vi en metod med bristande kvalitet måste vi komma på något smartare, säger Hanna Karlsson, som är forskare vid Karolinska institutet.

Inom kemi- och läkemedelsindustrin är djurförsök inte längre något självklart.

– Vi vill helst inte hålla på med djurförsök. Men eftersom vi inte kan tulla på säkerheten



Hanna Karlsson är forskare på Karolinska institutet. Hon arbetar med att utveckla metoder att testa utan djurförsök.

och för att det ofta är ett lagkrav, har de blivit ett nödvändigt ont, säger Nils Hannerz, forsknings- och innovationschef vid Ikem, Innovations- och kemiindustrierna.

VILKEN RIKTNING alla aktörer inom området måste gå i är tydligt, åtminstone om man läser lagar och föreskrifter. De talar entydigt om att djurförsök är förbjudet om det finns fungerande alternativ.

Även EU har en tydlig viljeinriktning. I direktivet för skydd av djur står det: "Det slutgiltiga målet är att ersätta alla försök på levande djur i vetenskapliga syften och i undervisningssyfte så snart det är vetenskapligt möjligt."

I september i år antog EU-parlamentet dessutom en resolution där de uppmanade EU-kommissionen att ta fram en handlingsplan för att fasa ut djurförsök.

Att både kemikalier och läkemedel ska testas är det ingen som ifrågasätter. För kemikalier som ska säljas i Europa regleras det bland annat genom Reach-förordningen.

Enligt den – och flertalet andra kontrollorgan – ska djurförsök bara användas när alla andra relevanta och tillgängliga metoder är uttömda. Samtidigt som de konstaterar att djurförsök ibland krävs för att nå önskade resultat.

För läkemedel finns motsvarande ansatser, och tillkortakommanden. Men intentioner och praktik går inte alltid hand i hand.

Ett hinder är att de internationella standarder som finns för godkännande av nya produkter och läkemedel till stor del bygger på djurförsök. En annan bromsande faktor är att många forskningspublikationer kräver att resultat ska vara verifierade med →



Mellan 50 och 100 miljoner djur används i försök

Hur många djur som används i försök över hela världen är okänt, men gissningarna brukar hamna någonstans mellan 50 och 100 miljoner djur per år.

Inom EU beräknas antalet vara omkring 10 miljoner, varav Sverige står för mellan 250 000 och 350 000, förutsatt att man räknar dem enligt EU:s definition.

Sverige har även en egen betydligt vidare definition av djurförsök. I den inkluderas fiskar som fångas i samband med provfiske, vilket gör att antalet försöksdjur blir 5,8 miljoner per år. Siffrorna är ett genomsnitt. Tittar man på enskilda år finns en ganska stor variation.



FOTO: ISTOCKPHOTO



Forskningsråden borde dela ut medel till validering av de djurfria metoder som finns, tycker Hanna Karlsson.

djurförsök för att de ska ta in en artikel. I en akademisk värld där publiceringar ofta är helt avgörande för kommande forskningsanslag blir kravet därför konserverande.

STIFTELSEN FORSKA UTAN DJURFÖRSÖK frågade för två år sedan 196 forskare om det var lättare eller svårare att få artiklar som bygger på djurförsöksfria forskningsmetoder publicerade. Närmare 40 procent av dem tyckte att det var svårare och 2 procent att det underlättade.

– Den som vill vara kvar i forskarvärlden måste visa resultat, och får man inte in artiklar är man snart ute ur bilden. Ska vi få till en förändring måste systemet ändras på alla plan. Till exempel måste forskningsråden premiера alternativ till djurförsök i sina utlysningar. De borde även dela ut

forskningsmedel för att vi ska kunna validera de djurfria metoder som finns, säger Hanna Karlsson.

Trots svårigheterna att få till en förändring är Nils Hannerz hoppfull inför framtiden.

– Vi är bara i början av en utveckling där en kombination av avancerade datormodeller och bättre kunskaper om proteiner i människokroppen kommer att ge oss fler tester som bygger på metoder utan djur.

Nils Hannerz dröm, om än på lite längre sikt, är att nya djurfria tekniker kommer att göra det möjligt att skraddarsy läkemedelsbehandlingar för enskilda personer.

Och snabbare kunna få klarhet i om en kemikalie är farlig.

– Men för att utveckla dessa metoder måste vi få till fler samarbeten mellan it-specialister och toxikologer. Vi driver på för att komma dit, inte minst eftersom vi ser att det finns stora besparingar om vi kan gå från traditionellt labbarbete till en dator driven utveckling.

FÖR HANNA KARLSSON, som även är ordförande för Karolinska institutets råd för miljö och hållbar utveckling, har djurfria testmetoder alltid varit ett självklart val. I hennes egen forskning, som bland annat handlar om att ta fram metoder för att bättre kunna bedöma nanopartiklars toxicitet, använder hon odlade mänskliga celler för att testa olika typer av partiklar.

– I min forskargrupp utvecklar vi och testar olika cellmodeller för att försöka förstå vilka som är mest användbara. Vi fokuserar mycket på olika typer av partiklar men försöker också utveckla metoder för att förutspå kemikaliers allergiframkallande potens.

Att alternativen till djurförsök har svårt att få genomslag beror även på att det tar så lång tid att få nya metoder genom standardiseringsorganen.

– Vi måste satsa mer resurser om vi ska få fart på utvecklingen. Men det får inte heller gå för fort, säger Nils Hannerz. Vi vill ju för allt i världen inte råka ut för att en produkt som tagits fram med nya metoder senare visar sig ge skador på människor och miljö. Händer det skulle hela utvecklingen drabbas av ett allvarligt bakslag.

Myndigheternas väg mot djurfria försök kan närmast beskrivas som en trappa. Ett av stegen går under akronymen 3R, där r:en ska stå för replace, reduce och refine, vilket på svenska kan uttydas som strävan mot att först minimera och utveckla mer skonsamma djurförsök, för att senare ersätta dem med nya metoder. I varje EU-land ska det finnas ett 3R-center som ska se till att inga onödiga djurexperiment utförs.

”Vi måste satsa mer resurser om vi ska få fart på utvecklingen. Men det får inte heller gå för fort.”

EU har även ett referenslaboratorium som granskar och validerar djurfria tester. De ger även rekommendationer till OECD om vilka metoder som ska godkännas för internationellt bruk. ◦

Per Westergård är frilansjournalist.

Djurfria tester ger Senzagen bättre resultat

Med maskininlärning utvärderar svenska Senzagen om ämnen kan ge allergi. Nu är företagets första test på väg att bli godkänt.

Företaget Senzagen, vars forskning har sitt ursprung i institutionen för immunteknologi vid universitetet i Lund, använder mänskliga celler för att identifiera hudallergier. Verksamheten drog igång 2014 efter att EU beslutat att inte längre tillåta försäljning av kosmetiska produkter som är testade på djur. Efter ett positivt myndighetsutlåtande i somras är deras första test nu på väg att bli godkänt för regulatorisk användning.

Testerna utförs på mänskliga celler. De reagerar på ämnet på samma sätt som det mänskliga immunförsvaret. När cellerna utsätts för potentiella allergener skapas en signatur som sedan kan jämföras med kända allergener. Med hjälp av maskininlärning går analysen snabbt.

– Att det har tagit så lång tid beror på att den regulatoriska processen var mer komplicerad och tidskrävande än vi trodde. Men nu har en oberoende expertgrupp rekommenderat att OECD ska godkänna vår produkt som en testriktlinje för hudsensibilisering, säger Peter Nählstedt, vd för Senzagen.

OECD – som är den organisation som godkänner metoderna – har så kallade testriktlinjer för bedömning av kemikaliers eventuella effekter på människors hälsa och miljö. Att Senzagens test nu ingår i testriktlinjerna innebär att det kan användas av företag som ska styrka att deras

slutprodukter inte innehåller allergiframkallande ämnen. Testerna används redan nu vid produktutveckling.

Företagets teknik bygger på maskininlärning i stället för på traditionell labbverksamhet. De har identifierat ett par hundra gener i cellerna som reagerar när de utsätts för olika ämnen. Genom maskininlärning har de lärt algoritmer att känna igen dessa genuttryck och kan snabbt analysera enorma mängder data.

– Med hjälp av våra algoritmer och mjukvaror får vi ett binärt svar på om det analyserade ämnet är allergent eller inte.

Kemi- och läkemedelsföretag efterfrågar djurfria testmetoder både för att regelverk kräver det och för att komma runt en knepig etisk fråga.

– Lika viktigt är att vår teknik ger mer precisa resultat. När det gäller allergener är förutsägbarheten vid djurförsök normalt omkring 70–75 procent medan vi når 90–95 procent.

I dag har Senzagen flera egenutvecklade tester. Företaget har ett test som visar om ett ämne kan orsaka allergi i luftvägarna och fler för att testa hudallergi. Det som nu

är på väg att godkännas är ett som ger ett rakt svar på frågan om en kemikalie är allergen, och dessutom ett som visar om responsen är stark eller svag, och ytterligare ett som visar resultatet som en dos-responskurva.

– Det gör att vi får ett kvantitativt svar på hur allergent ett ämne är och gör att det finns ett stort intresse för våra produkter.

Förutom den kvalitativa fördel som Peter Nählstedt menar att testerna har, finns det även ekonomiska vinster.

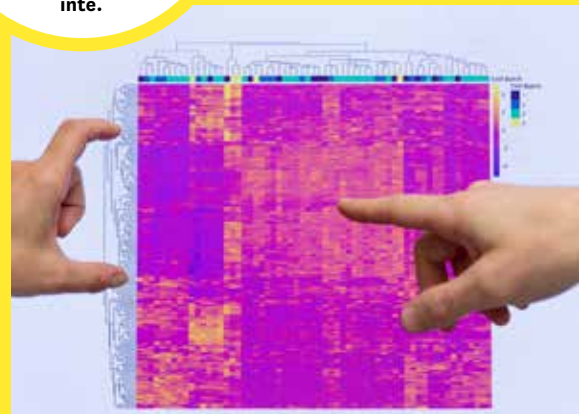
– Dels går det åt en mindre mängd provmaterial, vilket är viktigt för läkemedelsindustrin, där det kan vara väldigt dyrt att syntetisera fram olika kandidater till nya mediciner. Dels får vi fram resultat betydligt snabbare än vid djurförsök. Det gör att den omställning vi nu är mitt uppe i bara till en del är driven av etiska överväganden.

Marknaden för toxikologisk in vitro-testning uppskattas till sex miljarder dollar per år och förväntas växa med cirka sju procent per år.

– Nyligen antog EU-parlamentet en ny resolution där medlemsländerna uppmanas att snabba på omställningen till djurfri testning, vilket redan har påbörjats av flera branscher och marknader. Det gör att jag är övertygad om

att vi i framtiden kommer att göra betydligt färre djurförsök, inte minst för att de djurfria testerna kommer att vara mer mänskligt relevanta.

Resultatet visas på en datorskärm. Färgerna visar de olika biomarkörerna/generna som har reagerat på ämnet. De uttrycks olika mycket beroende på om ämnet är allergiframkallande eller inte.



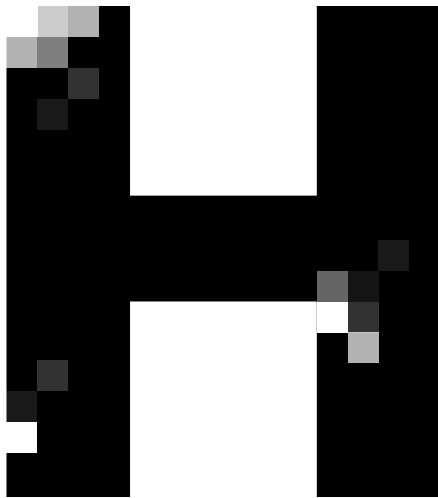
Superdatorer som denna i Linköping, öppna databaser och allt bättre algoritmer har banat vägen för AI, som nu kan lista ut hur proteiner veckar sig i avancerade 3D-strukturer.



AI avslöjar proteïn- strukturer på nolltid

Text Maria Selmer Foto Thor Balkhed

På några få timmar kan AI ta fram proteïnstrukturer som annars skulle ta flera månader, eller till och med år, att få fram. Det innebär ett paradigmskifte för proteïnforskningen. Men den nya tekniken kan inte ersätta alla experiment.



ela forskarvärlden häpnade i november 2020. Med hjälp av artificiell intelligens, AI, hade Deepmind med sitt program AlphaFold 2 lyckats förutsäga proteinstrukturer från sekvenser med så hög träffsäkerhet att ledningen för den återkommande tävlingen CASP, Critical assessment of protein structure prediction, misstänkte att de hemlighållna experimentella strukturerna hade läckts.

Så var inte fallet. Programmet var bara ett stort steg före alla andra – och hade lyckats förutsäga strukturmodeller vars likhet med experimentella strukturer var på samma nivå som mellan olika strukturer av samma protein bestämda med etablerade metoder. Sommaren 2021 släpptes programvaran fri och genom ett samarbete med institutet European bioinformatics institute, EBI, blev en databas med strukturmodeller av alla proteiner från människa och 20 andra modellorganismer tillgängliga. Världens forskare kan nu snabbt och med högre träffsäkerhet än någonsin tidigare få en bild av hur varje enskilt protein ser ut och därmed få nya ledtrådar till molekylära mekanismer.

DEN GENETISKA KODENS översättning till proteinets aminosyrasekvens har varit känd sedan 1960-talet. Men det har varit en gåta för forskarna hur aminosyrasekvensen sedan bestämmer hur den tredimensionella strukturen hos det funktionella proteinet blir. Det första proteinet – myoglobin från kaskelottval – strukturbestämdes redan 1959. Sedan dess har forskare med hjälp av experimentella metoder, såsom kristallografi, kärnmagnetisk resonans, NMR och elektronmikroskopi, strukturbestämt mer än 70 000 unika proteiner och de komplex de bildar med småmolekyler, nukleinsyror och andra proteiner.

Proteinstrukturerna som tas fram med AI är mycket bra, men inte perfekta. Programmen ger en uppskattning av noggrannheten och kvaliteten hos förutsägelsen för olika delar av modellen. Den är ofta högre för enskilda välstrukturerade delar, domäner, av ett protein och lägre för mer flexibla

delar samt för hur de olika domänerna är positionerade. Noggrannheten är också något lägre vid förutsägelse av strukturer med väldigt unik sekvens, som därför sämre matchar det som redan finns i databaserna.

Genombrotten i strukturförutsägelse får omedelbart stora konsekvenser i många grundvetenskapliga och tillämpade forskningsområden. Strukturberäknade läkemedelsutveckling slog igenom i början av 1990-talet, då bland annat hiv-proteasinhibitorer utvecklades med hjälp av proteinets struktur. Området har sedan dess utvecklats till ett stort forskningsfält med ett fruktbart samspel mellan beräkningsbaserade och experimentella metoder. Kunskap om strukturen hos coronavirusets spikprotein har varit viktig för att kunna ta fram vacciner mot viruset, och strukturbiologiska studier av livets grundläggande processer har legat till grund för många Nobelpris.

DE PROTEINSTRUKTURER SOM kan förutsägas med AI-algoritmer ger en ny startpunkt för alla dessa forskningsprojekt. För proteinfamiljer där inga experimentella strukturer finns, lägger de AI-beräknade strukturerna grund för hypoteser som går att testa experimentellt. Strukturmodellerna kan användas för simulering av hur småmolekyler, exempelvis läkemedelskandidater, kan binda till ett enzym eller en receptor. Modellerna kan också användas för att lösa kristallstrukturer eller tolka lågupplösta elektronmikroskopibilder av proteinkomplex. Storskalig strukturförutsägelse applicerat på mängder av proteiner från ett stort antal organismer kommer att vara mycket värdefullt inom bioteknik, för att ge en bättre grund till att välja kandidatproteiner till olika tillämpningar. Inom läkemedelsforskningen kan dessa strukturmodeller ge viktig information, både för läkemedelsmål och möjliga sideeffekter.

AI gör det möjligt att använda all tillgänglig information i form av experimentellt bestämda strukturer och kända proteinsekvenser. Genombrottet skulle alltså över huvud taget inte varit möjligt utan både utveckling av AI-algoritmer och tillgänglig information från vilken algoritmerna kan lära sig samband mellan proteinsekvens och proteinstruktur.

I nuläget är AI-metoder därför bäst på att förutsäga välstrukturerade delar av proteiner, och proteiner som har någon form av likhet med andra, vars struktur är känd.

Många av proteinernas livsuppehållande funktioner i cellen bygger på interaktioner med andra proteiner, men även inom detta område har AI-metoder gjort framsteg. Andra funktioner är intimt kopplade till interaktioner med nukleinsyror eller småmolekyler. Detta är i nuläget utmaningar för AI-algoritmerna i standardkonfiguration och kräver vidareutveckling. För vissa av dessa tillämpningar är dessutom mängden kända strukturer sannolikt begränsande för vad som går att åstadkomma med maskininlärning.

AI-BASERADE strukturförutsägelser har flyttat fram startlinjen, men de mest intressanta aspekterna kommer fortfarande under en överskådlig framtid att kräva experimentella studier. Vi behöver utforska på vilka sätt många proteiner ändrar struktur när de binder till ligander eller andra makromolekyler, och hur proteiner bildar stora funktionella komplex. Vi kan inte heller i detalj förutsäga de interaktioner som förklarar varför exempelvis en inhibitor binder starkare till ett protein än en annan. Vi har precis börjat processen att till fullo utnyttja nuvarande AI-baserade verktyg, och sannolikt kommer nya AI-metoder i framtiden att flytta fram gränserna för vad som kan förutsägas.

En annan frågeställning som kvarstår är den biofysikaliska processen – hur proteiner i en levande cell bildar sina definie-

Programmet använder information i öppna databaser

Steg
1

```
MKAKSNNYRGKVDISVSNQNFITSKNT  
IYKLIKKTNISKNDFVIEIGPGKGHI  
TEALCEKSYWVTAIELDRSLYGNLIN  
KFKSKNNVTLINKDFLNWKLPKKREY  
KVFNSNIPFYITTKIICKLLEELNSP  
TDMWLVMEKGS AKRFMGIPRESKLSL  
LLKTKFDIKIVHYFNREDFHPMPSPV  
CVLVYFKRKYKYDISKDEWNEYTSFI  
SKSINNLRDVFTKNQIHAVIKYLGIN  
LNNISEVSYNDWIQLFRYKQKID
```

AMINOSYRASEKSENS

Aminosyrasekvens för ErmQ, ett enzym med ännu så länge okänd struktur. Varje bokstav motsvarar en aminosyra. ErmQ metylerar bakteriers ribosomer, vilket gör att antibiotikans bindningsställe blockeras och bakterierna blir resistenta mot antibiotikan erytromycin.

rade tredimensionella strukturer. Trots att vi med hög träffsäkerhet kan förutsäga slutresultatet kan vi i nuläget bara simulera vägen dit för ganska små proteiner. Proteinets veckningsprocess, dynamik och aggregering är nu viktiga utmaningar för beräkningsbaserade metoder.

”De mest intressanta aspekterna kommer fortfarande att kräva experimentella studier.”

AlphaFold 2 är ett utmärkt exempel på hur AI kan flytta fram gränserna för hur vi utnyttjar all tillgänglig information för att fatta beslut. Modellerna hjälper forskare till mer välgrundade hypoteser som kan fokusera forskningen där den gör störst nytta. Inom strukturbioingen kan vi med hjälp av experiment och beräkningar ta oss an de frågeställningar där våra insatser verkligen behövs, för att förstå biologiska samband mellan sekvens, struktur och funktion, och för att utveckla tillämpningar inom bioteknik och medicin. ◦

Maria Selmer är professor i strukturbioingen vid institutionen för cell- och molekylärbioingen, Uppsala universitet. Hennes forskning handlar om proteinsyntes, antibiotikaresistens och evolution.



Så fungerar AlphaFold 2

I princip alla proteinsekvenser och proteinstrukturer som publiceras finns tillgängliga i öppna databaser, som Uniprot, och Worldwide protein data bank (PDB). Med hjälp av PDB, som i år firar 50-årsjubileum, kan alla som vill söka upp, analysera och ladda ned atomkoordinater för makromolekyler med känd struktur.

AlphaFold 2 utnyttjar alla dessa öppna tillgängliga proteinstrukturer i en maskininlärningsalgoritm. Dessutom utnyttjar programmet information om i vilken utsträckning aminosyror i olika positioner i sekvensen är evolutionärt konserverade, det vill säga om samma eller en liknande aminosyra förekommer i motsvarande position i besläktade proteiner.

Från databaserna extraheras samband mellan aminosyra- sekvens och övergripande struktur, men också information om hur aminosyrornas sidokedjor packas optimalt i proteiner. De utgångspunkterna har använts även i tidigare algoritmer för att förutsäga proteinstrukturer.

En anledning till att genombrötet kommer nu är att vi nu har tillgång till strukturer av de flesta typer av domäner, de enskilda veckade delarna av proteinerna. Den andra anledningen är att AI-algoritmer på ett bättre sätt kan utnyttja informationen i stora datamängder, och därför i stort sett hoppa över biofysikaliska antaganden.

Med utgångspunkt från samma data har en alternativ maskininlärningsalgoritm, Rose TTA Fold, utvecklats av forskare vid University of Washington. Denna presterar nästan lika bra och blev öppet tillgänglig i somras.

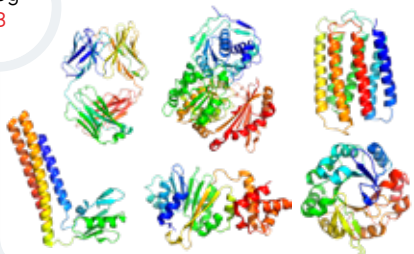
Steg 2A

	70	80	90	100	110																																												
T	A	E	L	D	R	S	L	Y	G	N	L	I	N	K	F	K	S	K	N	N	V	T	L	I	N	K	D	F	L	N	W	K	L	P	K	K	R	E	Y	K	V	F	S	N	I	P	F	Y	
T	S	I	E	L	D	S	H	L	F	N	L	S	S	E	K	L	K	L	N	I	R	V	T	L	I	H	Q	D	I	L	Q	F	Q	F	P	K	K	R	Y	K	I	V	G	N	I	P	Y	H	
T	A	I	E	I	D	G	G	L	C	Q	V	T	K	E	A	V	N	P	S	E	N	I	K	V	I	Q	T	D	I	L	K	F	S	F	P	K	H	I	N	Y	K	I	Y	G	N	I	P	Y	N
T	A	I	E	I	D	H	K	L	C	K	T	T	E	N	K	L	V	D	H	N	F	Q	V	L	N	K	D	I	L	Q	F	K	F	P	K	N	Q	S	Y	K	I	Y	G	N	I	P	Y	N	
T	A	I	E	I	D	S	K	L	C	E	V	T	R	N	K	L	L	N	Y	P	N	Y	Q	I	V	N	D	I	L	K	F	T	F	P	S	H	N	P	Y	K	I	F	G	S	I	P	Y	N	
T	A	I	E	I	D	H	K	L	C	K	T	T	E	N	K	L	V	D	H	N	F	Q	V	L	N	K	D	I	L	Q	F	K	F	P	K	N	Q	S	Y	K	I	F	G	N	I	P	Y	N	
L	A	V	E	N	D	S	K	F	V	D	I	L	T	R	K	T	A	Q	H	S	N	T	K	I	I	H	Q	D	I	M	K	I	H	L	P	K	.	E	K	F	V	V	S	N	I	P	Y	A	
V	A	I	E	N	D	T	A	L	V	E	H	L	R	K	L	F	S	D	A	R	N	V	Q	V	V	G	C	D	F	R	N	F	A	V	P	K	.	F	P	F	K	V	V	S	N	I	P	Y	G
L	A	V	E	N	D	S	K	F	V	D	I	L	T	R	K	T	A	Q	H	S	N	T	K	I	I	H	Q	D	I	M	K	I	H	L	P	K	.	E	K	F	V	V	S	N	I	P	Y	A	
L	A	V	E	N	D	S	K	F	V	A	I	L	T	R	K	T	A	Q	H	P	N	T	K	I	I	H	Q	D	I	M	K	I	H	L	P	K	.	E	K	F	V	V	S	N	I	P	Y	A	

SEKVENSDATABASER

Aminosyra- sekvensen jämförs med kända sekvenser i databaser. Sekvenser som liknar ErmQ:s plockas ut och sammanställs till en så kallad sekvensupplinjer, vilken visar i vilka positioner som det alltid är samma eller liknande aminosyror (markerat i rött).

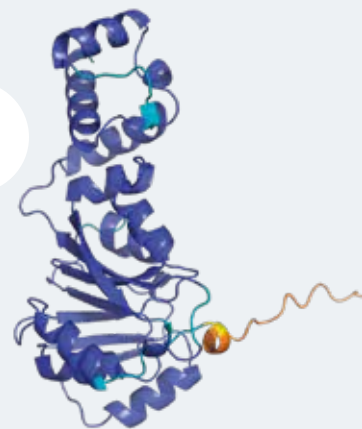
Steg 2B



STRUKTURDATABASER

Aminosyra- sekvensen jämförs även med sekvenser för vilka proteinets struktur är känd. Det bidrar med information om samband mellan aminosyra- sekvens och tredimensionell struktur hos proteiner, och om hur olika kemiska grupper brukar packas inuti proteiner.

Steg 4



STRUKTURMODELL

Strukturmodell av ErmQ framtagen med AlphaFold 2. Strukturen har en färgskala där blått visar delar som bestäms med mycket hög säkerhet. Orange färg visar delar med stor osäkerhet.

Steg 3

FÖRFINING

Förutsägelsen förfinas ytterligare med hjälp av information från sekvens- och strukturdata- baserna.

Den analytiska keminar tar fart

Den analytiska keminar utvecklades starkt under slutet av 1700-talet. Inte minst i Uppsala, där professorn Torbern Bergman bidrog med viktiga experiment.

Torbern Bergman mätte hur många viktsdelar av olika metaller som krävdes för att reducera ut 100 viktsdelar silver ur en silvernitratlösning och tog fram de första ekvivalensvikterna.



hade infört redan 1664. Den store pionjären i fråga om kemi i vattenlösning under första halvan av 1700-talet var dock Andreas Sigismund Marggraf, som var förebilden för en ny generation kemister.

Uppsalaprofessorn Torbern Bergman (1735–1784) kom att göra flera viktiga bidrag till den analytiska keminar under 1770- och 1780-talen. Han konstaterade att kemiska analyser i lösning gav betydligt större träffsäkerhet än tidigare använda tekniker. Han utvecklade också den första metoden för att analysera mineraler i lösning.

FÖRSTA STEGET i Torbern Bergmans mineralanalys var att lösa upp provet i syra. Silikatmineraler, som är svårslösliga i syror, upphettade han först med natriumkarbonat för att få lösliga natriumsilikater. Därefter fällde han ut de ingående metallerna som svårslösliga salter genom att tillsätta olika reagens. Silver kunde till exempel fällas ut som svårslöslig silverklorid och koppar som koppar(II)karbonat. Han utvecklade olika procedurer beroende på vilka metaller som ingick i provet.

Ett genialiskt drag var att Torbern Bergman insåg att han inte behövde reducera en silvermalm till silver för att bestämma silverhalten.

Det räckte med att väga den utfällda silverkloriden för att en gång för alla bestämma silverhalten i denna. Bergman gjorde sedan tabeller över metallhalten i olika salter.

Detta kan verka självklart i dag men dåtidens kemister hade mycket vaga begrepp om massans bevarande vid kemiska reaktioner och kemiska föreningars konstanta sammansättning.

Bergmans experiment blev en viktig utgångspunkt när grunden till stökiometri lades. I tabellen på nästa sida ser vi några av Bergmans resultat, som visar att hans experiment ofta gav en imponerande noggrannhet.

EN ANNAN AV Torbern Bergmans studier var mer banbrytande än vad han själv förstod. Han ville bestämma den relativa halten av flogiston i olika metaller. Torbern Bergman betraktade flogiston som en hypotetisk princip, som kunde överföras mellan ämnen vid det vi i dag kallar redoxreaktioner. Även om somliga kemister såg flogiston som ett kemiskt ämne – ibland identifierat som kol eller väte – var Torbern

Före 1700-talet var behovet av kemiska analyser i princip begränsat till malmer och mineralvatten. Malmer analyserades genom så kallad probering, där man reducerade ett malmprov i liten skala och vägde hur mycket metall man erhöill.

Den vanligaste metoden var att upphetta pulveriserad malm med ett reduktionsmedel och ett flussmedel i en sluten degel. Metoden gav visserligen en uppfattning om utbytet av metall från en malm, men förlusterna var stora och resultatet berodde mycket på proberarens skicklighet.

Mineralvatten, som användes som läkemedel, analyserades främst via fraktionerad kristallisation där de kristaller som bildades kunde identifieras. Vissa flytande reagens var kända, som att galläppleextrakt gav svart färg med järnjoner. Därtill fanns syra-basindikatorer, som vetenskapsmannen Robert Boyle

Torbern Bergman (1735–1784) var professor i kemi och farmakologi vid Uppsala universitet.



Resultat som går att upprepa

Torben Bergmans experiment gav resultat med hög noggrannhet. De blev en viktig utgångspunkt när grunden för stökiometrin lades.

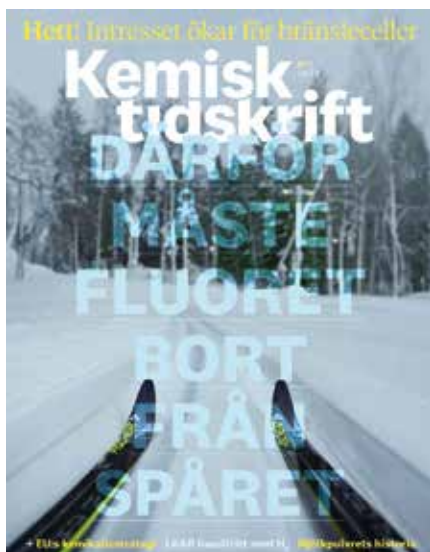
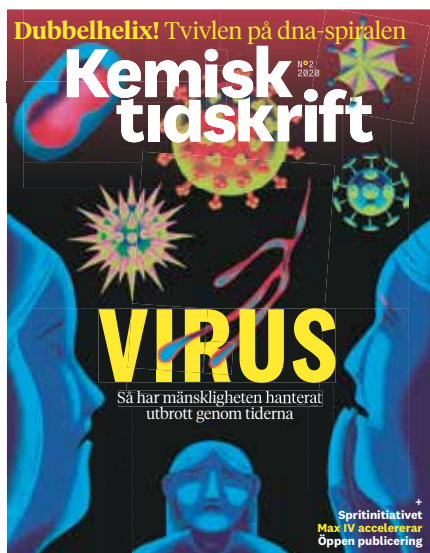
Salt	Metallhalt beräknad från Bergmans resultat	Korrekt metallhalt
AgCl	77,5 %	75,3 %
Ag ₂ SO ₄	68,75 %	69,1 %
HgCl ₂	75,5 %	73,9 %
MnCO ₃	55,6 %	47,8 %
PbSO ₄	70,0 %	68,3 %
ZnCO ₃	51,8 %	52,1 %

Bergmans flogiston i princip ekvivalent med våra valenselektroner. Han insåg att flogiston var den begränsande faktorn när silverjoner reduceras till silver av oädlade metaller och han mätte därför hur många viktsdelar av olika metaller som krävdes för att reducera ut 100 viktsdelar silver ur en silvernitratlösning. Bergmans siffror är alltså de första så kallade ekvivalensvikterna (atomvikt delat med oxidationstal) och långt mer exakta än de atomvikter som John Dalton presenterade ett par årtionden senare.

TORBERN BERGMAN kallas ofta den analytiska kemins fader. Hans kvantitativa analytiska studier omfattade sammansättningen hos salter samt analys av mine-

raler och mineralvatten. Han avled 1784 och kunde tyvärr själv inte förfina sina analytiska metoder. Lyckligtvis var det flera kemister som tog vid: främst Richard Kirwan (1733–1812), Nicolas Vauquelin (1763–1829) och Martin Heinrich Klaproth (1743–1817). Den moderna analysvägen (som många kemistudenter träffar på under namnet "jonjakt"), där man faller ut grupper av metalljoner som man sedan separerar, presenterades 1829 av Heinrich Rose (1795–1864), en av Berzelius lärjungar. ◦

Av Anders Lennartson, doktor i kemi och författare till flera böcker om kemihistoria. Hösten 2020 kom hans bok om Carl Wilhelm Scheele och Torbern Bergman ut på förlaget Springer.



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 agneta.sjogren@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.

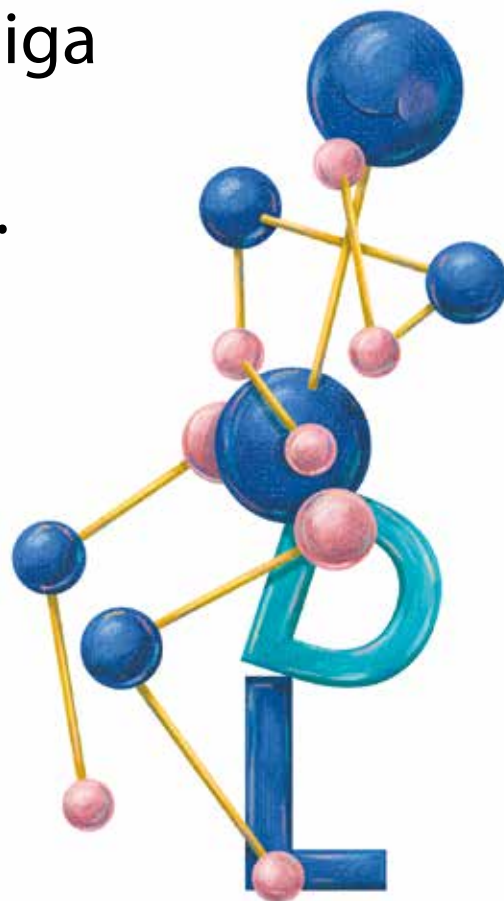
**Kemisk
tidskrift**

Konsten att förundras

Kemiprofessorn ULF ELLERVIK har skrivit en kärleksförklaring till små men för en forskare vanliga ting. Och till vetenskapen. Här är två betraktelser ur en kemiforskares vardag.



Text Ulf Ellervik
Illustration Anna Pers Bräcke



Det här är
ett bearbetat
utdrag ur *Fördran*
– om vetenskapens
små njutningar
av Ulf Ellervik
[Fri tanke 2021]

Konsten att destillera

AG PLOCKAR FRAM allt glas jag behöver. En rundkolv, en liebigkylare, en termometer, en tuffpot och ett par mindre päronkolvar, som är päronformade till skillnad från en vanlig rund kolv som är mer äppelformad. Organiska kemister ägnar sig i högre utsträckning än andra professioner åt att ge reaktioner och utrustning namn efter dess upptäckare och uppfinnare. Under lång tid var destillation en av de viktigaste metoderna för att rena fram organiska ämnen och det har utvecklats olika kylare för att kondensera ångorna. Den mest använda är döpt efter den tyske 1800-talskemisten Justus von Liebig. För att koppla ihop kolvarna och dessutom kunna mäta temperaturen utvecklade en annan tysk kemist, Ludvig Claisen, en speciell glasutrustning som bär hans namn. Jag ser därför till att även ta fram ett claisenhuvud.

JAG LÄGGER IN allt glas i ugnen för att torka bort det vatten som sitter på glasets yta. Även om glaset ser helt torrt ut finns där tillräckligt med vatten för att störa reaktionerna. Vi organiska kemister är närmast paniskt rädda för att få in vatten i reaktioner. Vi trivs bättre med organiska lösningsmedel.

Under tiden som glaset ligger i ugnen förbereder jag allt annat. Jag tar fram ett oljebad med noggrann temperaturreglering och ett par keckklämmor. (Keckklämman, som håller ihop glasutrustning, är döpt efter den tyske kemisten Hermann Keck). I en annan kolv har jag hållt upp acetonitril

som ska användas i en ytterst känslig reaktion. För att bli av med allt vatten har jag blandat acetonitrilen med natriumhydrid som reagerar med vatten och bildar vätgas. Acetonitrilen är nu helt torr men tyvärr bildas det aminer som måste bort innan jag kan använda lösningsmedlet. Det är därför jag behöver destillera.

VID EN DESTILLATION värms ett ämne upp så pass mycket att det börjar koka. Till en början räcker värmen bara för att trycka de varma gaserna en kort bit upp i claisenhuvudet. Där kondenserar de och rinner tillbaka ner i kolven. Det kallas för en botten. Om det är frågan om en väldigt komplicerad destillation, där flera ämnen ska separeras från varandra, lägger man till en vigreuxkolonn (döpt efter den franske glasblåsaren Henri Vigreux) som ökar antalet bottnar. I detta fall behövs det inte – aminerna kokar bort först.

Nu har glaset varit tillräckligt länge i ugnen. Jag tar på mig ett par rejäla handskar. Det gäller att vara snabb. Jag monterar ihop allt glas och ansluter det till en gastub med kvävgas som får flöda genom hela uppställningen. Kvävgasen gör att det inte kommer in fuktig luft när glaset svalnar.

DÅ VAR ALLT PÅ PLATS. Acetonitrilen är i kolven, redo att destilleras. En viktig detalj kvar. Jag får inte glömma magnetloppan. En magnetloppa är en liten magnet som är inkapslad i kemikalietålig plast. Oftast är den några centimeter lång. Under oljebadet snurrar en stark magnet som gör att även magnetloppan rör sig. Dels hjälper den till att röra om så att värmen fördelas jämnt, dels förhindrar den stöttnings. När man värmer upp ett lösningsmedel finns annars en risk att det blir överhettat för att sedan plötsligt börja koka så att det stänker överallt och förstör destillationen.

Jag sänker ner kolven i värmebadet. Temperaturen är runt hundra grader, knappt tjugo grader över acetonitrils kokpunkt. Det tar ett tag att värma upp lösningsmedlet,

men snart börjar ångorna stiga. Jag anar det som en hågning i claisenhuvudet. Ångorna har ett annat brytningsindex än luft. Ångorna stiger och plötsligt rinner de över kanten ner mot kylaren. När ångorna når kylaren återgår den dallrande ångan till vätska. Droppe för droppe rinner ner genom kylaren och in i tuffpotten – en speciell glasutrustning som består av flera slipade öppningar. Med lite god fantasi liknar den onekligen en tuffpot. Vid varje öppning har jag hängt en päronkolv som samlar upp destillatet. Den första kolven innehåller mest aminer. De kommer jag så småningom att slänga. Nästa kolv innehåller det helt rena och torra lösningsmedlet.

JAG FÖLJER DROPPARNA som landar i päronkolven. Om jag inte är stressad är det en skön känsla. Ett avbrott i vardagen. Man kan inte stressa när man destillerar. Då gör man misstag som betyder att allt måste göras om. Då är det bättre att ta god tid på sig. Snart är det dags att starta själva reaktionen. Först måste dock destillationen bli klar. Jag njuter av varje droppe. ◦



Samuel-D-Jackson

BILDEN HÄNGER PÅ glasrutan in till kontoret bredvid mitt. Den är svartvit och uppenbart utskrivnen på en vanlig skrivare. Den består av två delar. Till vänster en bild på den amerikanske skådespelaren Samuel L. Jackson som tittar åt vänster. Han är klädd i mörk kostym, vit skjorta och fluga. Det ser ut som om bilden är tagen på en gala av något slag. Bakgrunden är suddig. Texten under bilden är enkel: Samuel- L-Jackson. Det är den andra halvan av bilden som gör mig lycklig. Den är oerhört enkel och samtidigt genial. Samma bild, men spegelvänd och försedd med texten Samuel-D-Jackson.

Det hänger ganska många liknande bilder på glasrutan. Det är doktorander och studenter som arbetar i min forskningsgrupp som satt upp dem. Alla bilder är underfundiga. Många är svårtolkade om man inte själv är forskare. Faktum är att en del av skämten nog är oförståeliga om man inte råkar vara just kolhydrat-kemist.

Så länge det funnits vetenskap har det säkerligen också gjorts narr av sökandet efter kunskap. Forskare kan tyckas vara en smula speciella och därmed lätta att skämta om. I början av 1800-talet fick de brittiska tidningarna tillgång till tryckpressar med en betydligt större kapacitet än tidigare. Det gjorde att dagstidningar blev billigare att trycka och att de därmed kunde nå en betydligt större läsekrets. Samtidigt började man publicera skämtteckningar. Inte sällan var skämten riktade mot den tidens forskare och deras framsteg. Med sitt vita skägg och då kontroversiella idéer var Charles Darwin ett populärt offer, liksom den kvinnliga astronomen Caroline Herschel, som dessutom hade tyskt ursprung. I dag hade teckningarna varit omöjliga på grund av sina ofta sexistiska, rasistiska och kolonialistiska budskap.

DET ÄR GANSKA långt från de brittiska satirbilderna till dagens vetenskapliga skämt. I dag är det främst via internet som den vetenskapliga humorn förmedlas och då oftast i form av mem. Dessutom har

fokus ändrats en smula. Medan 1800-talets vetenskapsskämt var riktade mot forskarna är det ofta i dag vi själva som skämtar om vår profession. Det är tyvärr sällan någon utanför fältet gör narr av forskare i dag. Vetenskapen har lyfts upp på en piedestal samtidigt som allt färre förstår detaljerna. Det gör det svårt att skämta om oss. I stället är det politiker och andra makthavare som får se sig avbildade i satiriska mem.

MEM I SIG är ett intressant fenomen. Uttrycket myntades av Richard Dawkins i boken *The selfish gene* från 1976. Enligt Dawkins är ett mem en kulturell variant av en gen, en enhet av kulturellt ursprung som fortplantas och evolverar. Internetfenomenet är blixtnsnabba och mem kan spridas över jorden, utvecklas till nya skämt för att sedan dö. Bilden på Samuel-D-Jackson är ett typiskt exempel.

Det är aldrig en god idé att förklara ett skämt. De brukar falla platt till marken. Vetenskapliga skämt är på det viset lite speciella eftersom de vänder sig till en ovanligt smal publik. Men samtidigt är det kanske det som är det viktigaste. Det är som ett slags hemligt handslag. Om vi båda skrattar åt samma skämt känner vi samhörighet. Låt mig trots allt göra ett försök att förklara vad som är roligt med Samuel-D-Jackson.

Molekyler kan ibland finnas som så kallade spegelbildsisomerer. På samma sätt som mina händer, eller för den delen mina skor, är spegelbilder av varandra, kan molekyler vara det. Detta kallas med ett kemiskt ord för kiralitet, vilket kommer från grekiskans $\chi\epsilon\iota\rho$ (cheir), som betyder just hand.

FÖR ATT VI kemister ska veta om det är höger- eller vänstermolekyler vi pratar om används ibland bokstäverna D och L. Förkortningarna kommer från latinets *dextro* och *levo* som betyder höger och vänster, och används i dag framför allt för kolhydrater och aminosyror. De flesta kolhydrater, till exempel vanligt druvsocker, glukos, brukar ha D-formen, medan alla de naturliga aminosyrorna har L-form. Det går att tillverka L-socker och D-aminosyror i laboratoriet, men i naturen hittar vi dem sällan. För en kolhydratkemist är det därför glasklart, och väldigt roande, att en spegelbild av skådespelaren bakom roller som Mace Windu och Nick Fury, får namnet Samuel D. Jackson.

Det finns en tjuvning i att förstå ett väldigt smalt skämt. ◦

Ulf Ellervik är professor i organisk kemi vid Lunds universitet. Han har gett ut en rad populärvetenskapliga böcker om kemi. *Förundran – om vetenskapens små njutningar* är den tionde.

Nobelpriset

”Livsvetenskap är inte alltid kemi”

Kemipriset har allt mer kommit att premiera livsvetenskapliga upptäckter – enligt en artikel i en tysk kemitidskrift. Författarna ser årets pris som en välkommen kontrast.

I EN ARTIKEL som publicerades i den tyska tidskriften *Angewandte Chemie* i fjol hävdar kemiforskarna Guillermo Restrepo, Max Planck-institutet för matematik i naturvetenskap, och Jeffrey Seeman, University of Richmond, att Nobelpriset i kemi under de senaste decennierna i praktiken har blivit till ett pris i kemi eller livsvetenskap. Avgränsningen av vilka forskare som kan bli aktuella för Nobelpriset i kemi har, menar forskarna, successivt breddats, vilket gör att gränsen mellan kemipriset och medicinpriset har luckrats upp.

Guillermo Restrepo och Jeffrey Seeman noterar att det under första halvan av

1900-talet var relativt sällsynt – ungefär en gång vart tionde år – att Nobelpriset i kemi delades ut för upptäckter inom biokemi. Sedan ett par decennier tillbaka har dock andelen ökat betydligt. Ungefär vartannat pris tilldelas numera biokemiska upptäckter, vilket enligt författarna sammanfaller med utvecklingsmönstret för andelen biokemister i Kungliga Vetenskapsakademiens Nobelkommitté för kemi.

SAMTIDIGT SKULLE DENNA uppåtgående trend också kunna förklaras av att andelen biokemisk forskning som görs inom kemiområdet också har ökat. Johan Åqvist, professor i teoretisk kemi vid Uppsala universitet och ordförande i Nobelkommittén för kemi, ser inte några problem med prisets utveckling:

– Eftersom vi definierar biokemin som en del av kemin, precis som till exempel organisk kemi och supramolekylär kemi, belönas biokemiska genombrott då och då inom kemi. Men notera att begreppet livsvetenskap inte i sin helhet hamnar under kemi. Kemi-kommittén, anser vi, har en mycket stringent definition av vad som hamnar inom kemin, säger Johan Åqvist.



I artikeln tar författarna även upp att det kan verka godtyckligt huruvida en viss upptäckt belönas med Nobelpriset i kemi eller priset i fysiologi eller medicin. Som ett centralt exempel nämner de priset i fysiologi eller medicin 1962, som gick till James Watson, Francis Crick och Maurice Wilkins för deras arbete med att kartlägga dna-molekylen med hjälp av röntgenkristallografi.

Samtidigt har kemipriset åtskilliga gånger därefter gått till arbete som, menar de, kan hävdas vara betydligt mer fysiologiskt eller medicinskt till sin natur, bland annat 2009 ”för studier av ribosomens struktur och funktion”, 2012 ”för studier av G-proteinkopplade receptorer” och 2015 ”för mekanistiska studier av dna-reparation”. Hade dessa upptäckter lika gärna kunnat belönas med Nobelpriset i fysiologi eller medicin? Eller hade Watson, Crick och Wilkins lika gärna kunnat få kemipriset?

– Dessa pris är just sådana biokemiska genombrott som omfattar detaljerad karakterisering, rekonstitution eller strukturbestämning av några av de mest fundamentala biokemiska systemen i levande celler. Så från kemins sida ser jag inget konstigt alls här, säger Johan Åqvist.

– Däremot skulle inte rent genetiska upptäckter kvalificera för kemipris. Vad gäller medicinpriset är det nog framför allt fysiologidefinitionen som kan ge upphov till gränsfall, beroende på hur vitt man tolkar begreppet. Om man tänjer på begreppet fysiologi så kan nog arvs-massans struktur platsa där också.

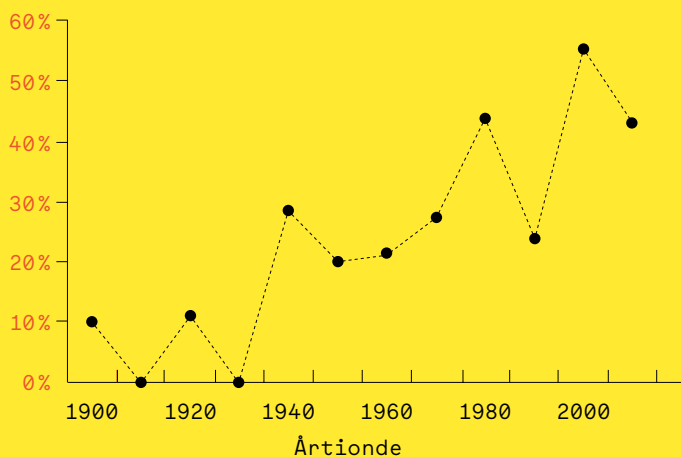
DET KAN DÄRMED tyckas finnas åtminstone visst fog för författarnas observation av en potentiell överlappning mellan de två priskategorierna. Men Guillermo Restrepo ser positivt på årets Nobelpris i kemi som tilldelas Benjamin List och David MacMillan för utvecklingen av asymmetrisk organokatalys:

– Det är en tacksam kontrast mot trenden att belöna forskare med huvudsakligt fokus på medicin och fysiologi snarare än kemi. Det här priset visar att kemi är ett levande vetenskapsfält med innovativ forskning, som utvecklar vår kunskap om kemi, vilket i sin tur kan leda till framsteg inom andra discipliner, inklusive fysiologi och medicin. Förhoppningsvis kommer årets pris att bidra till en mer balanserad bild hos allmänheten av vad kemi är, säger Guillermo Restrepo. ◦

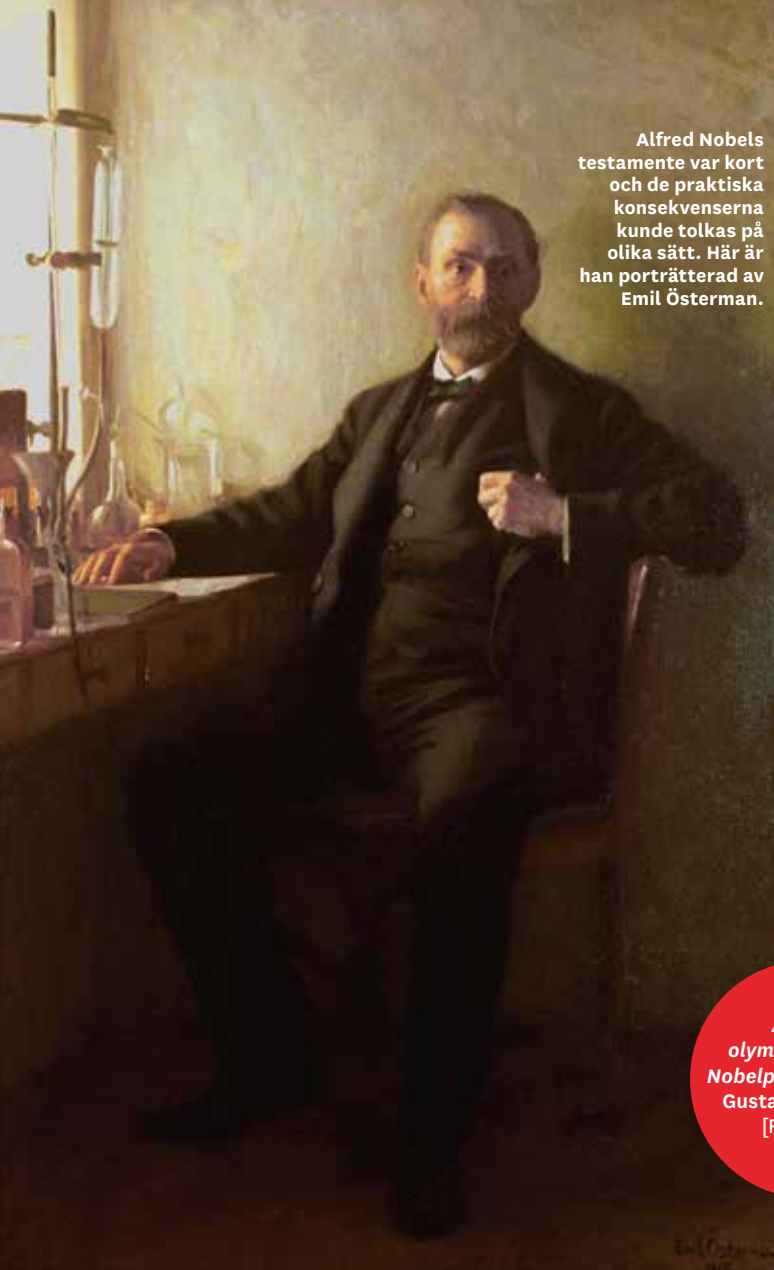
Av Thomas Wedérus, frilansjournalist

Vartannat pris till livsvetenskap

Andelen Nobelpris i kemi per årtionde som kan klassas som livsvetenskap, enligt Guillermo Restrepo och Jeffrey Seeman.



KÄLLA: SEEMAN, J. & RESTREPO, G. (2020). THE MUTATION OF THE "NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY" INTO THE "NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY OR LIFE SCIENCES": SEVERAL DECADES OF TRANSPARENT AND OPAQUE EVIDENCE OF CHANGE WITHIN THE NOBEL PRIZE PROGRAM. *ANGEWANDTE CHEMIE*, 59, 8, 2942–2961. TV



Alfred Nobels testamente var kort och de praktiska konsekvenserna kunde tolkas på olika sätt. Här är han porträtterad av Emil Österman.

Boken börjar med en kort beskrivning av organisationerna runt priset, följt av en lika kort biografi över Alfred Nobel. Därefter ägnas de flesta kapitlen åt hur man så småningom skapade en hållbar verksamhet med tillkomst av Nobelstiftelsen, dess samarbete med prisutdelande institutioner och slutligen det så kallade publika systemet – inklusive olika medier som har tillkommit på senare tid. Viktiga frågor med anknytning till detta handlar om Nobelprisets identitet och dess användbarhet i olika sammanhang i samhället och forskningen.

BOKEN ÄR i hög grad läsvärd för den som vill förstå Nobelprisets utveckling och dess betydelse för Sverige som land och som forskarnation. Även om andra tidigare böcker har getts ut om Alfred Nobel och hans gärning har ingen skrivit så initierat som Gustav Källstrand om själva priset och dess betydelse, när det utvecklades i samarbete mellan Nobelstiftelsen och de prisutdelande institutionerna under många år.

Man får ta del av denna utveckling i boken, som även har kapitel som handlar om till exempel finanser, skattefrågor, Nobelfesten, Norges speciella ställning som systemation, påverkan från första världskriget som ledde till ett antal inställda Nobelpris, byggnadsfrågor (såsom förslag till "Nobelpalats"), och specifikt ett par mycket diskuterade tidiga Nobelpris – fysikpriset som 1921 gick till Albert Einstein för hans förtjänster inom den teoretiska fysiken, särskilt hans upptäckt av lagen för den fotoelektriska effekten – och medicinpriset 1923 till Frederik Banting och John Macleod för upptäckten av insulin.

Boken har ett rikt register av referenser och ger en mycket god kunskap om de förhållanden som ger dagens läsare nya insikter om problemen som hanterades och löstes i priset barndom. Nobels testamente var kort och koncist och de

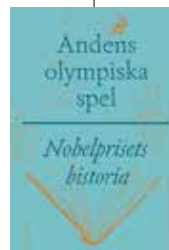
praktiska konsekvenserna kunde därför tolkas olika av olika personer, vilket ledde till att det tog tid att komma fram till konsensuslösningar.

Min enda invändning mot boken är att den kanske kunde ha gjorts något kortare,

och att man kunde ha undvikit några detaljerade beskrivningar av meningsutbyten mellan tidiga inflytelserika personer inom Nobelsfären. Sådana avsnitt – med många specifika detaljer – hör kanske mer hemma i en mer vetenskapshistoriskt orienterad beskrivning av Nobelprisets historia än i en populärvetenskaplig historiebok.

BOKENS FÖRFATTARE, Gustav Källstrand, född 1980, är idéhistoriker och nu verksam vid Nobelmuseet. Han har därför en utmärkt bakgrund för att skriva denna bok och jag har läst den med stort intresse. Bokens historieskrivning handlar mest om tiden fram till andra världskriget. Jag skulle gärna läsa en uppföljande del som närmare behandlar några ytterligare decennier och som kanske tar ännu mer fasta på hur Nobelpriset avspeglar vetenskapens och litteraturens utveckling under 1900-talet. Fredens och krigens utveckling under motsvarande tidsperiod har nog knappast varit så bra som Nobel skulle ha önskat, men kanske framtiden har något bättre att erbjuda. ◊

Av Astrid Gräslund, professor emerita i biofysik, Stockholms universitet, sekreterare och suppleant i Nobelkommittén för kemi 1996–2014, och suppleant i Nobelstiftelsens styrelse 2006–2015.



Andens olympiska spel - Nobelprisets historia
Gustav Källstrand
[Fri tanke, 2021]

Så blev Nobelpriset världens mest kända

I prisets barndom löstes en rad problem för att skapa en identitet.

BOKEN *Andens olympiska spel - Nobelprisets historia* är en intressant berättelse om Nobelpriset, dess tillkomst i början av 1900-talet och dess utveckling med fokus på tiden fram till

andra världskrigets utbrott 1939. Boken är populärvetenskaplig i sin framställning, men väl underbyggd av fakta och rik på detaljer, vilket gör sidantalet stort.

Nya uppdrag och utmärkelser



Ylva Engström, professor vid institutionen för molekylär bioteknik vid Wennergrens institut, Stockholms universitet, blir ny ordförande i styrelsen för Science for life laboratory.



Mikael Dolsten, global forskningschef på Pfizer, får IVA:s guldmedalj 2021 "för sin framstående insats som forskare och ledare inom läkemedelsindustrin".



Johan Larsbrink, docent i molekylär enzymologi vid Chalmers, och **Michael Schöll**, docent i molekylär medicin vid Göteborgs universitet, är två av åtta nya ledamöter i Sveriges unga akademi för perioden 2021–2026.



Kristina Edström, kemi-professor vid Uppsala universitet, har utsetts till 2021 års mottagare av Björkénka priset, ett av Uppsala universitets största vetenskapliga pris. Hon får det för "världsledande batteriforskning för kraftfullare, säkra, miljövänliga och billiga batterier med lång hållbarhet".



Anna Blom, professor vid Lunds universitet, får Svenska läkarsällskapets Berzelius-

medalj i guld 2021 för sin forskning inom medicinsk kemi.



Eleni Mitoudi-Vagourdi, som nyligen disputerade vid Stockholms universitet och **Maria Björnsdotter**, nydisputerad vid Örebro universitet (se nästa sida) får 2021 års postdoktorstipendium från stiftelsen Bengt Lundqvists minne. De blir nu postdoktorer vid Cambridge respektive Institute of environmental assessment and water research i Barcelona.



Jihong Yu, professor vid Jilin University i Changchun i Kina, vars forskning handlar om zeoliter, och **Trygve Helgaker**, professor i teoretisk kemi vid universitetet i Oslo, och expert på kvantkemi för beräkning av molekylära egenskaper och fenomen, är nya utländska ledamöter i klassen för kemi, Kungliga Vetenskapsakademien.



Jens Lindberg blir ny vd på Medivir. Han har tidigare bland annat arbetat 25 år på Astra, numera Astra Zeneca.



Elin Esbjörner, docent på institutionen för biologi och bioteknik, och **Marcus Wilhelmsson**, professor på institutionen för kemi och kemiteknik, Chalmers, har fått Styrkeområdenas pris av Chalmers styrelse för att ha tagit fram en teknik som kan underlätta utvecklingen av rna-baserade terapier.



Erik Lindahl är anställd på Stockholms universitet och KTH.

”Vi har en fot i labbet och en vid datorn”

Erik Lindahl får stort projektbidrag från Vetenskapsrådet.

ERIK LINDAHL, forskare vid institutionen för biokemi och biofysik vid Stockholms universitet, får 5 150 000 kronor i projektbidrag från Vetenskapsrådet, fördelat på fyra år. Lika mycket får Martin Högbom, biokemiforskare vid samma institution. Det är de två som får mest pengar i årets utlysning.

– Det gick bra för vår institution i år. Ibland har man tur, säger Erik Lindahl.

Han studerar hur jonkanalproteiner i nervsystemet fungerar, framför allt de som sitter i kopplingen mellan nervceller. Fokus är på hur de regleras och vad det är som gör att kanalerna öppnas lättare eller svårare, vilket ger olika kraftigt respons på signaler.

Erik Lindahl är professor i biofysik, anställd vid Stockholms universitet och KTH, med labbet på Scilifelab. Han beskriver sig som en beräkningsmänniska som allt mer glidit över till att experimen-

tellt mäta strömmar genom jonkanaler och studera proteiner-
nas strukturer i olika tillstånd.

– Min grupp har en fot i labbet och en vid datorn. Scilifelab gör det möjligt att kombinera Stockholms universitets styrkor i biokemi och KTH:s på datorsidan.

NU SKA HAN med kryoelektronmikroskopiska undersökningar av proteinernas struktur, datormodellering av molekylers växelverkan och elektrofysiologiska mätningar av kanalernas funktion jämföra hur jonkanaler från olika sorters vävnader, som nerver eller livmodern, svarar på olika molekyler.

– De är mycket nära besläktade men jonkanalerna förekommer i minst två varianter, som svarar precis tvärtom på molekyler som neurosteroider. Vi vet inte varför än, men det ska förhoppningsvis bli en nyckel till att förstå hur proteiner påverkas av sin omgivning. ◻

AVHANDLINGEN

”Utsläppen måste hanteras globalt”

Hydrofluorkarboner skulle ersätta freoner i kylar. Men när de bryts ner bildas ämnen som lagras i vatten.

NÄR KÖLDMEDEL som används i kylar, frysar, luftkonditioneringsanläggningar med mera bryts ner bildas ultrakorta PFAAs. Det är ämnen som består av korta flourerade kolkedjor. Ämnena är vattenlösliga och ackumuleras inte i kroppen. Men de kommer ut i miljön. Maria Björnsdotter har i sin avhandling undersökt hur utbrett problemet är.

Hon har fokuserat på fem så kallade ultrakorta PFAAs. För att ta reda på var de finns har hon tagit en rad olika prover på regnvatten och från vattendrag runt Vättern. Proverna kommer både från vatten där det finns en känd påverkan av andra liknande kemikalier och där det inte finns någon sådan.

– Vi hittade alla ultrakorta PFAAs på alla platser vi undersökte och kan se att vi har en kontaminering av dessa ämnen i Vättern, säger Maria Björnsdotter.

Hon har också tagit prover i snö på den arktiska ögruppen Svalbard – långt ifrån potentiella punktkällor.

– Vi såg dem där också. Det spelar ingen roll var vi tar prover. Vi hittar dem överallt, säger hon.

Två av de fem undersökta ämnena bildas när hydrofluorkarboner bryts ner. Köldmedlet började användas i början 1990-talet för att ersätta freoner, som förbjöds då de visade sig bryta ner ozonlagret. Men då började också halterna av ultrakorta PFAAs öka i miljön.



”Ultra-short-chain perfluoroalkyl acids (PFAAs) – Environmental occurrence, sources and distribution”

Maria Björnsdotter

Institutionen för naturvetenskap och teknik, Örebro universitet.

Handledare: Ingrid Ericson Jogsten, Anna Kärrman och Leo Yeung.

– Man löser ett problem, men tänker inte på konsekvenserna, säger Maria Björnsdotter.

PFAAs ett potentiellt hot mot dricksvatten eftersom de ackumuleras där. Ännu så länge är dock koncentrationerna låga – i Vättern mer än 1 000 gånger lägre än gränsvärdet för när det anses vara säkert. Det

är framför allt trifluorättiksyra, TFA, som det finns mycket av. Det är också det enda av de fem ämnena som Maria Björnsdotter har undersökt som det finns gränsvärden för.

– I dagsläget är de ingen hälsofara enligt de studier som finns för TFA. Men ämnet ökar med 150 kilogram per år i Vättern. Så länge något inte bryts ner ska man vara försiktig eftersom koncentrationen ökar. Det finns i dricksvatten och vi kommer att utsättas för det.

Undersökningarna visar att regn är en stor källa.

– Det som kommer med regn kan komma från andra delar av världen. Då kanske det inte spelar jättestor roll vad vi gör i Sverige eller inom EU. Om den största delen av utsläppen kommer från någon annanstans i världen måste utsläppen hanteras globalt, säger Maria Björnsdotter. ◦



Maria Björnsdotter har lämnat labbet vid Örebro universitet och är sedan oktober postdoktor i Barcelona.



Molekylmix skapar superstabil glas

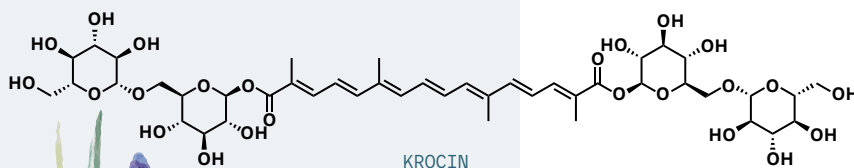
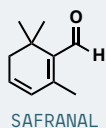
En studie ledd från Chalmers visar att en mix av upp till åtta olika molekyler kan skapa glas som både är superstabil och har lång livslängd. Forskarna blandade olika så kallade perylen-molekyler, som var och en har svårt att bilda glas. Mixen gjorde dock att förmågan ökade avsevärt. Stabila organiska glasmaterial kan användas i exempelvis bildskärmar och organiska solceller. Resultaten har publicerats i Science Advances.

Släktforskning med stamceller

Schimpansen är vår närmaste levande släkting. Stamcellsforskare i Lund har nu identifierat vad det är i vårt dna som gör att människans och schimpansens hjärnor skiljer sig åt. Det är en del av det dna som tidigare kallades skräp-dna, då det inte kodar för några proteiner, som tycks bidra till skillnaden. Studien har publicerats i Cell Stem Cell.

Cocktail mot myggor

Forskare vid Stockholms universitet visar i en ny studie att blod sugande myggor kan luras att suga i sig en giftig lösning, som dödar dem. Forskarna testade fyra olika typer av gifter och jämförde dem med en kontrollmåttid. Myggorna sög i sig lika mycket av den giftiga som av den vanliga myggmaten. Alla testmyggor dog inom 100 till 350 minuter efter födoinslaget. Resultaten har publicerats i Communications Biology.



Saffran kommer från saffranskrokusens pistill.

Den giftiga pistillen

Det doftar och smakar gott, men i stor dos kan **SAFFRAN** vara dödligt.

”UNDER DEM spirade frodigt gräs ur den heliga jorden, saffran och daggiga klöverblad och en tät hyacintbädd, mjuk och doftande frisk, som lyfte dem ovanför marken.” Så lyder en passage i Homeros epos *Iliaden* i Ingvar Björkesons översättning.

Saffran har alltså omgivits av positiva associationer i åtminstone ett par tusen år. Men

den traditionella julkryddan har också en annan historia. I Gunnar Hedréns avhandling *Om fosterfördrifning från rättsmedicinsk synpunkt* från 1901 kommer saffran på åttonde plats i listan över medel som nyttjades för abort under tiden 1851–1900. De resulterande blödningarna har ibland varit dödliga.

Saffran har alltså inte bara en angenäm doft, smak och färg, utan är dessutom toxisk.

Kryddan erhålls från saffranskrokus – *Crocus sativa* – som tillhör familjen svärdslliljeväxter. *Krókos* betecknade i grekiskan både växten och den starkt gula färgen. Namnet saffran har persiskt ursprung och betyder gyllne löv. Skörd av saffranskrokus avbildades redan under den minoiska kulturen på freskmålningar i Knossos.

BLOMNINGEN I PURPUR sker på hösten. Pistillen har tre brunröda, omkring två centimeter långa märken som plockas för hand, torkas och ger kryddan saffran. Cirka 100 blommor krävs för 1 gram saffran, vilket gör saffran till den dyraste kryddan med ett pris på 40 000 kronor per kilo. Den romerske författaren Plinius skriver i *Naturalis Historia*, 77–79 e.Kr., att ingenting förfälskas så ofta som saffran. Under medeltiden kunde stränga straff utmätas – i Tyskland till och med död på bål. Växten produceras numera nästan uteslutande i Iran, men tidigare har odlingar i bland annat Spanien varit omfattande.

I dag använder vi saffran i bröd, men förr penslades saffran i regel utanpå. På Gotland ingår saffran i pannkaka. Paella och fisksoppa är andra maträtter som ofta kryddas med saffran. Kryddan kan också förekomma i spritdrycker som till exempel glögg och i konfektyr. Historiskt har saffran dessutom brukats som färgämne för tyger och boktryck, som parfym och läkemedel, samt alltså för abort.

Under antiken var det framför allt vid ögonsjukdomar och kvinnosjukdomar som saffran användes som läkemedel.

Carl von Linné skriver att ”Saffrans förnämsta kraft är att resolvera/.../ Därföre bruka fruntimmer mycket att

ha saffran på mat, i synnerhet de, som ha menstrua suppressa./.../Men är dosis alltför stor, åstadkommer det skrattsjuka, liksom kitslande.” I traditionell läkekonst har saffran nyttjats vid så många sjukdomstillstånd att den närmast tjänat som universalmedicin. I den svenska farmakopén fanns 1925 fortfarande några beredningar med saffran – Roséns bröstdroppar, opiumdroppar med saffran och aloepiller med saffran.

Den tidigaste dokumenterade användningen som krydda i Sverige är från 1328 då saffran nämns som ingrediens i gravölet efter den heliga Birgittas far.

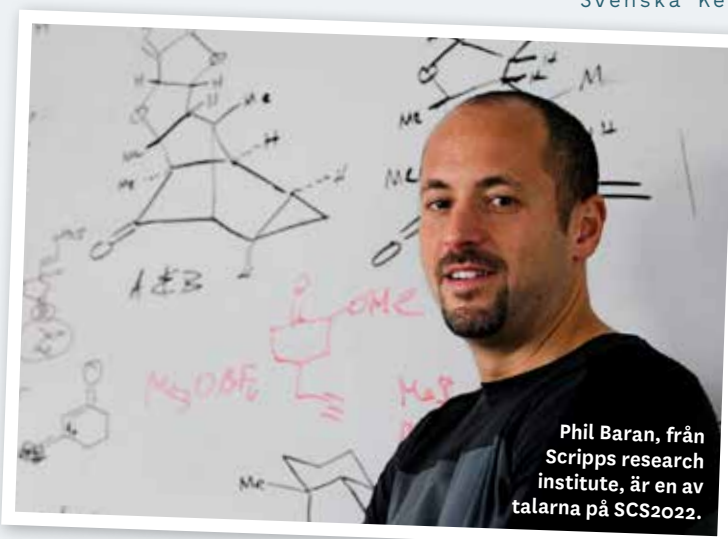
SAFFRAN INNEHÅLLER 150 dokumenterade kemiska föreningar. Krocin, som bidrar bland annat med färgen, är en karotenoid glukosid. I kristallin form är krocin röd, i vattenlösning orange. Den flyktiga aldehyden safranal är ansvarig för doften och glukosiden picrokrocin bidrar till smaken.

Safranal är en radikalinfångare liksom krocin vilken nyttjas som sådan vid kryokonservering av spermier. Safranal fungerar även som agonist på GABA_A-receptorer, vilket gör att den kan förhindra krampångfall. Bland saffrans farmakologiska effekter återfinns en blodfettssänkande, vilket ansetts förklara en låg incidens av hjärt-kärlsjukdom i de delar av Spanien där saffran intas dagligen. Saffran ökar dessutom diffusionen av syre i vissa vävnader.

Ett intag av upp till 1,5 gram anses ofarligt. Symtom vid måttligt för hög dos (mer än 5 gram) är buksmärta, illamående, kräkningar, diarré. Ännu mer (20 gram) kan vara dödligt.

”I’m just mad about saffron...”, sjunger Donovan i *Mellow yellow* (1966). Som alltid gäller dock Paracelsus ord att giftigheten beror på dosen. ◦

Av Olle Matsson, professor emeritus vid Uppsala universitet, som har skrivit flera böcker om gifter i litteraturen och i historien.



Phil Baran, från Scripps research institute, är en av talarna på SCS2022.

NATIONELL KONGRESS

Dags att boka in SCS2022!

Den 20–22 juni anordnas Svenska Kemisamfundets nationella kongress för andra gången.

PÅ SCS2022 kommer kemister från olika inriktningar föras samman och få ta del av ett fullspäckat och intressant program med spännande föreläsningar, diskussioner och posterpresentationer – allt på engelska.

Några av talarna är Phil Baran från Scripps research institute, Lee Cronin från University of Glasgow och Molly Stevens från Imperial college London.

Det kommer dessutom att

finnas gott om tid för mingel och samtal med talare och andra deltagare.

Mötet kommer att hållas på Linköping Konsert & Kongress som ligger centralt i Linköping – nära hotell, restauranger och barer.

Medlemmar i Svenska Kemisamfundet deltar till ett kraftigt rabatterat pris.

Läs mer!
Du finner mer om mötet på scs2022.se

Berzeliusdagarna för 67:e gången närmar sig

Nästa år går Berzeliusdagarna av stapeln för 67:e året i rad. Avsikten är att ha ett fysiskt möte.

Mötet sträcker sig från fredag till lördag den 21–22 januari 2022. Där kommer gymnasieelever att samlas för att lyssna på inspirerande presentationer av personer som arbetar med kemi. Talarna berättar om hur vardagen ser ut på jobbet, om sin arbetsplats och om värdet av naturvetenskaplig utbildning.

Svenska Kemisamfundet har anordnat Berzeliusdagarna sedan 1956 med syftet att ge svenska gymnasister en inblick i vad det innebär att studera kemi på högskola och vad man jobbar med som kemist. Omkring 350 gymnasieelever deltar årligen i arrangemanget, genom stipendier finansierade av skolor och näringsliv i hela Sverige.

På hemsidan berzeliusdagarna.se finns mer information om mötet. Bland annat kan man ta del av programmet.

Glöm inte att betala medlemsavgiften!

Nu bör fakturorna med medlemsavgifter för nästa år snart dimpa ner i brevlådan. Missa inte att betala medlemskapet! Som medlem får du bland annat:

- Kemisk Tidskrift hem i brevlådan 4 gånger om året.
- Kraftigt rabatterade priser för att delta på Kemisamfundets seminarier och konferenser.
- Svenska Kemisamfundets nyhetsbrev på mejlen en gång i veckan.

Har du inte hört något från oss på ett tag?

Om du inte får utskick eller nyhetsbrev från Kemisamfundet varje vecka så kan vi ha fel mejladress till dig. Skicka din rätta mejladress till info@kemisamfundet.se så uppdaterar vi den.

Dalton lyfter fram nordisk oorganisk kemi i specialutgåva

Tidskriften Dalton transactions ska ge ut en specialutgåva med fokus på oorganisk kemi från Norden. Det meddelade nyligen Sektionen för oorganisk kemi.

Idén har utformats av sektionen tillsammans med tidskriftens redaktionsråd. Syftet med initiativet från Sveriges sida är att öka den internationella synligheten för svensk oorganisk

kemi. För Dalton handlar det om att hitta tillbaka till rötterna. 1999 inkorporerades nämligen de oorganiska delarna av den skandinaviska tidskriften *Acta chemica Scandinavica* i Dalton.

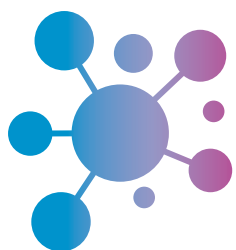
– I dag är det fortfarande så att för varje skandinavisk artikel som publiceras i tidskriften så får de skandinaviska kemisterna en kompensation,

berättar Sascha Ott, professor vid Uppsala universitet och ledamot i redaktionsrådet.

Ändå kommer allt färre vetenskapliga artiklar in till Dalton från de nordiska länderna. Förhoppningen med specialutgåvan från Daltons sida är att påminna nordiska oorganiska kemister om att tidningen finns.

Planen är att skicka ut

inbjudningar till att publicera i utgåvan till utvalda forskare inom oorganisk kemi i Sverige, Danmark, Finland, Island och Norge vid årsskiftet. Sascha Ott påpekar dock att man är välkommen att skicka in en artikel även om man inte blivit inbjuden. Specialutgåvan beräknas vara klar ungefär ett år efter att inbjudningarna skickats ut.



SVENSKA KEMISAMFUNDET

SCS2022

June 20-22 2022

Welcome to the second national meeting of the Swedish chemical society, which takes place in Linköping on 20-22 June 2022.

The meeting aims to bring together chemists from all chemical disciplines represented within the society. The program is filled with top level plenary lectures, broad all-invited keynote sessions, exciting specialized parallel sessions and poster sessions. There will also be plenty of time for interactions with meeting participants and exhibitors between scientific sessions.

What? 2nd National Meeting of the Swedish Chemical Society

When? June 20-22 2022

Where? Linköping Konsert och Kongress, Linköping

Read more on scs2022.se