

Liv i rymden? De utforskar kemin på Mars

Kemisk tidsskrift

N^o1
2024

Jonas Barlind
är doktor
i organisk
kemi och har
jobbat tolv år
i läkemedels-
industrin.

Han bytte labbet mot bryggeriet

”Det är som att
experimentera i vilket
labb som helst”

PLUS: Kemisk mångfald / Utvinning ur gruvavfall / Berzelius är tillbaka på KI

ft

fri tanke

Vetenskapsböcker till kampanjpris

På fritanke.se får du som medlem 20% rabatt med koden 'kemi2024' på utvalda titlar. Glöm inte att ange koden i kassan!



Astronautens guide till galaxen

Christer Fuglesang

Följ med Christer Fuglesang på en resa från solen, månen och planeterna i vårt solsystem, via fjärran stjärnor och galaxer till big bang. *Astronautens guide till galaxen* är en faktsäckad introduktion för barn till universums mysterier och livet som astronaut.



Fotonernas dans

Anton Zeilinger

I *Fotonernas dans* introducerar den österrikiske fysikern Anton Zeilinger läsaren till kvantmekanikens värld och berättar engagerat om den häpnadsväckande forskningsresa som skulle leda hela vägen till nobelpris.



Jacob Berzelius. Klarhet och sanning: Människan bakom de vetenskapliga framgångarna

Jan Trofast

I *Jacob Berzelius. Klarhet och sanning* väver Jan Trofast samman den framstående kemistens vetenskapliga verksamhet med hans liv och umgänge. Framträder inte bara en eldsjäl i det vetenskapliga arbetet utan också en aktad kulturkritiker och engagerad medmänniska.



Nils Celsius, kyrkan och naturvetenskapen

Erik B. Karlsson

År 1679 lade Nils Celsius fram sin avhandling *Astronomins grundläggande principer* – ett provocerande inlägg i den debatt som rasat sedan ett sekel tillbaka. Genom en biografisk skildring av Nils Celsius liv och samtid sätter den här boken avhandlingen och reaktionerna på den in i ett vetenskapshistoriskt och filosofiskt sammanhang.

Signaler

- [6](#) Så funkar Haber-Bosch processen. Bill Gates satsar på e-bränslen i Sverige.
- [7](#) Martin Andersson vill skapa mer än resultat.
- [8](#) Materialkonferens med fokus på ytor.
- [9](#) Slutvallat med fluor. Sida stöttar forskning i Rwanda.
- [10](#) Här ska LKAB utvinna värdefulla ämnen ur avfall.
- [12](#) Mer plast kan återvinnas. Dna-byggen ger koll på molekylerna.

Krönika

- [13](#) Stefan Jansson: Är EU redo att ändra GMO-reglerna?

Ölbryggingens kemi

- [14](#) Jonas Barlind lämnade labbet för ölbryggeriet.

Finns det liv på Mars?

- [20](#) Forskare i Umeå letar tecken på liv i kemin på Mars.

Berzelius tid på KI

- [24](#) Jacob Berzelius föremål visas i en utställning på KI.

Kemisk mångfald

- [28](#) Det finns risker med kemisk mångfald.

Lästips

- [30](#) På en fiktiv resa till Mars.
- [31](#) Vapeninspektören berättar.

Karriär

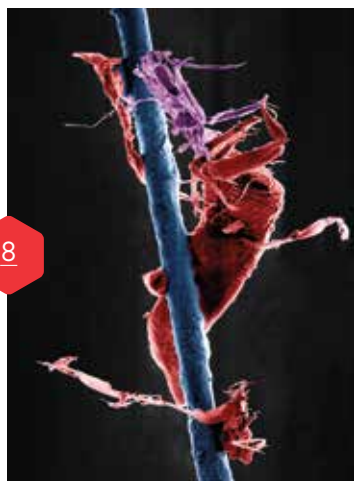
- [32](#) En pedagogiskt meriterad universitetslektor.
- [33](#) Avhandlingen: Nya metoder för riskbedömning.

Till sist

- [34](#) Kemihistoriens kvinnor.

Medlemssidan

- [35](#) Rapport från Berzeliusdagarna.



Nyfikenhet och nytta

januari var det åter dags för våra årliga Berzeliusdagar – för 69:e gången. Ditreasta elever och lärare blev engagerade av inspirerande talare. Utställarna visade eleverna olika möjligheter att läsa kemi efter gymnasiet. Men programmet var brett och lärorikt även för oss organisatörer. Jag visste till exempel inte att rost kunde vara så spännande – och inte heller att lite av jordens oxiderande atmosfär når minst till månen. Även kemin längre bort i vårt solsystem, till exempel den på Mars, börjar bli mer känd. Det kan du läsa mer om på sidan 20 i detta nummer av Kemisk Tidskrift.

Forskning i rymden är dyrt och komplicerat och det är inte alltid uppenbart vilken samhällsnytta är med Marsbilar och avancerade satelliter för spaning mot universums ursprungstid, utöver att vi är nyfikna på hur det ser ut långt bort i rymden. Mycket av den teknik som hittills har utvecklats inom olika rymdprogram har fått användning inom andra områden, men den nyttan är inte alltid uppenbar i den fas där ett nytt projekt söker finansiering.

Dagens finansieringslandskap har i hög grad fokus på nytta, ofta i närtid. De flesta forskare jag träffat betonar dock att deras bästa projekt har varit de projekt där de låtit nyfikenhet, kryddat med ihärdighet, bestämma riktning. Att i en ansökan om medel för ny forskning balansera den egna nyfikenheten mot de nyttoaspekter som finansierarna önskar (eller det man tror att utvärderare gillar) är en svår konst som många av Sveriges forskare lägger mycket kraft på – inte bara nu under årets första kvartal. När vi längre fram ser tillbaka på 2024 kommer vi förhoppningsvis att se att några fick möjligheten att undersöka nyfikna kemifrågor utan omedelbar nyttokoppling. Och då, i framtiden, har frågorna lett till något nyttigt som vi inte kunde förutse i dag.

TILL SIST: Många av alla tusentals som varit Berzeliusstipendiater sedan starten 1956 har efteråt beslutat att fortsätta inom kemi eller närliggande områden. Kemisamfundet vill givetvis fortsätta att inspirera dagens och morgondagens unga, framtidens beslutsfattare, med fler Berzeliusdagar. För det behövs även i framtiden stöd i form av stipendier från företag, stiftelser och föreningar. Kan-ske är det du som har rätt kontakter för att skapa ytterligare ett eller flera stipendier?

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
Box 55915
102 16 Stockholm
www.kemisamfundet.se

Chefredaktör:

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

Ansvarig utgivare:

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

Grafisk form:

Jesper Möller, ci.se

Språkgranskning:

Helena Waern.

Annons och prenumeration:

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

Produktion:

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Skeppsbron 34
111 30 Stockholm
anders.svensson@vetenskapsmedia.se,
076-868 58 24

Redaktionsråd:

Ulla Nyman, ordförande; Joakim Andreasson, Chalmers; Leif Jönsson, Umeå universitet; Philipp Klahn, Göteborgs universitet; Anna Kärrman, Örebro universitet; Gunnar Lidén, Lunds universitet; Erika Lindbom Sierakowiak, Svenska Kemisamfundet; Agnes Rinaldo-Matthis, Svenska Kemisamfundet; Lars Nilsson, Lunds universitet; Oleg Pajalic, Chalmers och Perstorp; Tom Willhammar, Stockholms universitet.

Omslagsfoto: Fredrik Jalhed.

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

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

Som skola kan du teckna upp dig för en skolprenumerations av Svenska Kemisamfundets medlemstidning Kemisk Tidskrift, som bevakar det senaste inom kemin. Kostnad: 500 kr.

En skolprenumerations innebär att du får:

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

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



Signaler



Haber-Bosch-processen används för att tillverka konstgödsel.

”Vi kan knyta ihop säcken”

Forskare vid Stockholms universitet har visat hur Haber-Bosch-processen fungerar.

HABER-BOSCH ÄR EN katalytisk process som används inom industrin för att tillverka ammoniak av vätgas och kväve.

Processen är basen för att framställa konstgödsel och utsågs 1999 av tidskriften Nature till den viktigaste vetenskapliga upptäckten under

hela 1900-talet, då den tros ha förhindrat massvält.

Nu har forskare vid bland annat Stockholms universitet för första gången kunnat visa vad som egentligen händer i processen. Forskarna har studerat den katalytiska processen på ytan på järn- och ruteniumkatalysatorer.

Resultaten har publicerats i Nature.

– Vi kan knyta ihop säcken i vår förståelse för vad som händer i processen. Vi kan se reaktionsintermediärer, katalysatorernas tillstånd och kan jämföra med teoretiska simuleringar och se att de stämmer kvalitativt. Det möjliggör att man kan använda kunskapen för att utveckla nya katalysatorer, säger Anders Nilsson, professor i kemisk fysik vid Stockholms universitet.

Den tyska kemisten Fritz Haber, som började utveckla den Nobelprisbelönade processen, använde osmium som katalysator. När Bayerkoncernen, under ledning av Carl Bosch, fortsatte arbetet, bytte man till en järnbaserad katalysator och lyckades utveckla en industriell process som har haft stor påverkan på samhället.

STOCKHOLMSFORSKARNA har utvecklat ett fotoelektronspektroskopi-instrument som gör att det går att titta på katalysatorytor under höga tryck och att därigenom kunna se vad som händer direkt under reaktionen.

– Med hjälp av instrumentet har vi kunnat testa de olika hypoteserna om reaktionsmekanismen samt om metallytan bildar nitrid eller förblir ren metall. Vi har lyckats påvisa att metallytorna är helt intakta samt vilka kvävefragment som finns på ytan under reaktionen, och därigenom reaktionsmekanismen.

I dag försöker man hitta bättre katalysatorer för att få ner temperatur och tryck för att kunna använda vätgas framställd genom elektrolys i stället för av naturgas.

– Nu har vi verktyg att kunna forska om andra möjliga katalysatormaterial och därmed möjliggöra en Haber-Bosch-process som passar ihop med elektrolytproducerad vätgas. ◊

Gates satsar på e-bränslen i Sverige

I Örnsköldsvik byggs just nu en anläggning som förväntas bli Europas största för produktion av elektrometanol. Fabriken, Flagship One, ska när den är färdig 2025 producera upp till 55 000 ton elektrometanol per år.

Metanolen kan sedan användas som fartygsbränsle.

Satsningen drogs igång av det svenska företaget Liquid Wind. För drygt ett år sedan köptes anläggningen av det danska energibolaget Ørsted.

Nu har Microsoftgrundaren Bill Gates gått in som ägare. Han köper 15 procent av anläggningen genom fonden Breakthrough Energy. Samtidigt går Europeiska investeringsbanken in med lån med garantier från EU-kommissionen.

Elektrometanol tillverkas av vätgas och koldioxid. Vätgasen framställs genom elektrolys av vatten. Koldioxiden ska fångas in från det biobränsleeldade kraftvärmeverket Hörneborgsverket i Örnsköldsvik.

I föl kom nya EU-regler som innebär att utsläppen från sektorn måste minska med 80 procent till 2050. Det har ökat intresset för alternativa bränslen.

3,4

PROCENT

av BNP satsade Sverige på forskning och utveckling 2022, enligt SCB. Därmed hal-
kar Sverige ner till plats två i Europa, efter Belgien som satsade 3,43 procent. Inom OECD hamnar Sverige på plats fem.

”Kul att skapa värde utöver resultaten”

Martin Andersson, professor i ytkemi vid Chalmers, tillbringar nu ett halvår vid Stellenbosch institute for advanced study i Sydafrika, tillsammans med 25 andra forskare inom olika discipliner och från hela världen.

– Jag har sökt för ett projekt om antibiotikaresistens och ska skriva en översiktsartikel om vad som hänt inom området den senaste tiden. Man jobbar individuellt men ska interagera med andra forskare. Antibiotika är intressant för olika länder har så olika syn på hur man ska hantera det – exempelvis skiljer sig synen markant på när man ska använda det och inte och hur det säljs.

Hur går det med ditt eget projekt inom området, där ni använder antimikrobiella peptider, så kallade ampar, för att hindra bakterier att fästa på ytor?

– Vi jobbar vidare med amparna, binder dem till partiklar så att vi får en vätske-dispersion eller en gel. Vi har patent och ett företag och har precis fått ett stort europeiskt utvecklings- och innovationsanslag för att kunna ta det till marknaden. Vi ska bland annat optimera formuleringen och hur partiklarna sprejas på ett bra sätt.

– Vi har också sett en synergi mellan antibiotika och våra partiklar med ampar. De kan förbättra antibiotikans verkan. Om man använder antibiotikum tillsammans med partiklarna kan det ha effekt även om bakterien är resistent. Det är nya rön som ännu inte är publicerade.

En första produkt från företaget, som heter Amferia, finns redan på marknaden. Det är en sårvårdsprodukt för djur, där amparna bundits till en hydrogel. Sedan tidigare finns bolaget Promimic, som gör ett syntetiskt benmineral som placeras på implantatytor där det kan förbättra läkningsförmågan.

– Ibland har nya material en funktion som kan ge ett kommersiellt intresse. Jag tycker det är kul att skapa värde utöver forskningsresultaten.

Ytterligare ett bolag som du har varit med och grundat är Retein. Nu har företagets teknik för att rena vatten precis uppmärksammats av kung Charles hållbarhetsorganisation Re:tv, som sprider kunskap om innovationen i sina kanaler. Hur fungerar tekniken?

– Även det är resultat av forskning. Vi använder membranproteiners funktion i tekniska tillämpningar. Proteinet akvaporin sköter transporten av vatten i alla cellmembran. Vi använder det i ett unikt filter där en stor mängd vatten kan gå igenom selektivt. Det släpper endast igenom vatten.

– Proteiner är känsliga och kan inte utsättas för vad som helst. Om strukturen förstörs försvinner funktionen. Vi stabiliserar proteinerna, akvaporinerna, med kiseloxid som är huvudbeståndsdelen i glas. Vi fick finansiering förra året och jobbar nu med att utveckla olika tillämpningar för avsättning av havsvatten och bärbar dialysutrustning. ◦



Martin Andersson

Kemiprofessor vid avdelningen för tillämpad kemi på Chalmers, tillbringar en termin i ett tvärvetenskapligt utbytte i Stellenbosch.



Vinnande växt på ytan

Battle for the surface är namnet på bilden som kammade hem första pris i fototävlingen under konferensen Materials for tomorrow, som i november arrangerades av Chalmers i samarbete med Svenska Kemisamfundet. Temat handlade om ytor.

Bilden är tagen med svepelektronmikroskop och har sedan färglagts. Bakom verket finns Ruben Tavano, som är doktorand i material- och beräkningsmekanik på Chalmers. Där arbetar han bland annat med strukturella batterier, som både lagrar energi och fungerar som bärande material – som i vanliga komposit – i en konstruktion. Den negativa elektroden i batteriet är en kolfiber.

Nu har Ruben Tavano låtit kolfiberelektroder – som har interkalerats med litiumjoner – ligga framme i fuktig luft. Då har det bildats en påväxt av litiumoxidentriter på ytan.

– På bilden tog dendriterna en form som påminde mig om två insekter som slåss om kontroll över kolfiberytan, säger han. ◦





Mats Eklund demonstrerar utrustningen, en FTIR-spektrometer, som står för Fourier-transform infraröd spectroscopy.

Inget mer fluor i spåren

Instrumenten för att upptäcka fluor har fungerat över förväntan.

FLUORVALLOR ÄR INTE förbjudna. Men från och med denna vintersäsong får de inte användas i tävlingar som godkänns av internationella skidförbundet, FIS. Den åkare som ändå använder vallorna blir diskvalificerad.

– Med facit i hand är ett förbud jättebra. Det är ingen som vill hålla på med fluor eftersom det är farligt, men vi var oroade för hur det ska funka. Nu ser vi att allt fungerar långt över förväntan. Ett lugn har spridit sig. Alla är nöjda, säger Mats

Eklund på Svenska skidförbundet.

Han har bland annat varit personlig vallare åt Charlotte Kalla i tolv säsonger och själv varit med i en svensk studie – som gjordes för mer än tio år sedan – av vallares exponering för PFAS som finns i vallorna.

Förbudet har tagit tid. Ursprungligen skulle det ha trätt i kraft redan säsongen 2020–21. Men det har skjutits fram då FIS hävdade att utrustningen för att mäta inte har hållit måttet.

INSTRUMENTET som nu används är en portabel IR-spektrometer. Infrarött ljus skickas genom vallan och reflektionen mäts. Olika kemiska bindningar absorberar olika frekvenser. I fluorvalla är det bindningen mellan kol och fluor man ser.

– Den våglängd där kol-fluor-bindningen absorberar syns väldigt starkt i IR-spektroskopi, säger Anders Nilsson på instrumenttillverkaren Bruker.

Han har utvecklat mjukvaran som tolkar spektrumet genom att under flera år testa olika vallor.

Man mäter på tre punkter på skidan utan att vidröra den, med fokus på de zoner som utgör kontaktyta mot snön, före och efter loppet.

– Från början fick vi mycket felmätningar, för lite eller för mycket fluor. Nu har programvaran utvecklats och vi har inte sett något felresultat. Det får inte ske att någon som inte fuskar åker dit för fusk, säger Mats Eklund.

Fluorvallaförbudet gäller samtliga FIS-tävlingar, även Vasaloppet. Men med 60 000 åkare och tre minuter för att mäta varje skida är det inte genomförbart att kolla alla. Därför kommer man i stället att ta stickprover. ◦

Sida stöttar forskning om vacciner

Under covid 19-pandemin uppdagades brister i många länders beredskap. I Afrika saknas såväl egen vaccintillverkning som distribution – brister som bidrog till att det tog lång tid att stoppa smittspridningen.

Nu satsar EU-kommisionen på att öka kunskaperna om vacciner och vaccintillverkning i Rwanda. Sverige får genom Sida i uppdrag att stötta uppbyggnaden av ett biotekniskt institut, som ska forska om vacciner och utveckla kunskaper för att kunna tillverka dem. Institutet ingår i ett nationellt system för forskning kring livsvetenskaper. EU kommer att ge motsvarande cirka 110 miljoner kronor till Sida för att genomföra projektet.

– Att öka tillgången till vacciner, mediciner och medicinsk kunskap är en oerhört viktig fråga inte bara under en pandemi utan är också en hög-prioriterad fråga för det långsiktiga hälsoarbetet i Rwanda och Afrika. Här kan EU och Sverige bidra med sin stora forskningskompetens, säger Martina Fors Molin, som är chef för det svenska biståndet i Rwanda i en kommentar.

12

MILJARDER KRONOR

betalar Astra Zeneca för det kinesiska bioläkemedelsbolaget Gracell Biotechnologies. Bolaget gör cellbaserade läkemedel mot bland annat cancer och autoimmuna sjukdomar.

Här ska LKAB utvinna kritiska material

In kommer tåg lastade med apatit. Ut skeppas mineralgödsel, sällsynta jordartmetaller och gips. I Luleå hamn planerar gruvjätten LKAB en ny industripark för utvinning av kritiska material ur gruvavfall.

Vid LKAB:s järnmalmshydrolytning i Kiruna och Malmlerget finns stora mängder restprodukter i form av anrikningssand som i dag läggs på hög. Men i sanden finns mineralet apatit som innehåller fosfor och sällsynta jordartsmetaller – ämnen som klassas som kritiska av EU. Nu planerar LKAB en ny industripark på Svartön i Luleå hamn för utvinning av dessa kritiska mineral. Totalt handlar det om flera stora anläggningar för de olika kemiska processerna.

– Vi vill använda så mycket som möjligt av det vi redan tagit upp från gruvan och att vi nu ger oss in i den kemiska industrin innebär en ny era för oss, säger Ulrika Håkansson, chef för projektet som kallas Reemap.

För att förklara vad det går ut på visar hon ett schema med pilar i olika färger mellan de olika processerna. Utbyggnaden kommer att ske

Industriparken för utvinning av kritiska material ur gruvavfall ska byggas i Luleå hamn.



stegvis. LKAB har tidigare sagt att målet är att vara igång med fullskalig produktion 2027. Enligt Ulrika Håkansson blir det inte tidigare än så.

– Vi är lite försiktiga med tidplanen. Det hänger på att vi får nödvändiga tillstånd och investeringsbeslut från vår ledning.

FÖRST UT ÄR att bygga apatitverk vid järnmalmshydrolytarna i Kiruna och Malmlerget för att få fram ett koncentrat av apatit ur anrikningssanden. Det sker genom en flotationsprocess där apatiten fäster på stigande luftbubblor med hjälp av reagenskemikalier.

Efter filtrering och torkning ska den koncentrerade apatiten fraktas i pulverform med tåg till Luleå. Där går den in i en process som kallas "hydro" som också ingår i den första etappen.

– Det är hjärtat i Reemap. Utmaningen har varit att få så rena fraktioner som möjligt vilket har krävt mycket processutveckling, säger Ulrika Håkansson.

I hydro-processen separeras fosfor och jordartsmetaller ur apatiten. För att lösa upp apatiten används saltsyra. Då fås en lakvätska där huvudkomponenterna är kalciumklorid och fosforsyra. Ur lakvätskan separeras först en mix av jordartsmetaller. I nästa steg extraheras fosforsyra med vätskeextraktionsteknik. Därefter tillsätts svavelsyra för att regenerera saltsyran som sedan återanvänds i processen.

När svavelsyran tillsätts fälls samtidigt stora mängder gips ut som en biprodukt. Tack vare utformningen av de olika separeringsstegen innehåller gipset få förore-

ningar och ska därmed kunna säljas till byggindustrin.

Tidigare fanns även planer på att ta hand om fluor.

– Det är fortfarande intressant, men vi behövde vara lite realistiska. Vi har redan tre produkter (fosfor, jordartsmetaller och gips) där vi behöver utveckla robusta processer, säger **Ulrika Håkansson**.

Hon berättar att de olika stegen i hydro-processen har testats tillsammans med en leverantör som partner. Nu är utmaningen att skala upp. I den planerade industriparken kommer hydro-delen att ta upp en yta på 200 gånger 400 meter.

FOSFORSYRAN, EN HUVUDINGREDIENS i handels gödsel, är huvudprodukten i den nya industriparken. När produktionen är i gång ska fosfor motsvarande fem gånger Sveriges behov framställas ur 400 000 ton apatit årligen.

De sällsynta jordartsmetallerna kan ses som en biprodukt till fosforsyran, men har fått desto större uppmärksamhet. LKAB berättade i januari förra året att företaget hittat Europas hittills största fyndighet av sällsynta jordartsmetaller i en ny järnmalmfyndighet i Kiruna som kallas Per Geijer. Malmen har dessutom sju gånger högre fosforhalt än den som bryts i Kiruna i dag. Till en eventuell brytning är det dock en lång väg kvar. Enligt LKAB handlar det om minst 10–15 år.

Fram till dess kommer de sällsynta jordartsmetallerna att hämtas från apatiten i avfallet från de aktiva gruvorna i Kiruna och Malmberget. Produktionen uppskattas till 2 000 ton jordartsmetaller i oxidform per år. Som jämförelse importerade EU 18 000 ton jordartsmetaller under 2022. Världsmarknaden domineras av Kina. För att bryta beroendet vill EU genom förordningen Critical raw materials act öka utvinningen och tillverkningen av kritiska material inom unionen.

Till de sällsynta jordartsmetallerna räknas 17 olika äm-

nen. Trots namnet är de inte särskilt ovanliga i jordskorpan, men de förekommer i låga koncentrationer och är svåra att anrika.

– Anledningen till att de grupperas är att de beter sig väldigt lika kemiskt. De har ungefär samma jonradier och bindningsegenskaper. Det gör att de också är väldigt svåra att separera kemiskt från varandra, säger Kerstin Forsberg, professor i kemiteknik vid Kungliga tekniska högskolan.

Den vanligaste metoden är vätske-vätskeextraktion. Nackdelen är att det krävs väldigt många steg och att det går åt mycket processkemikalier.

I LULEÅ KOMMER LKAB att tillverka ett koncentrat med en mix av jordartsmetaller i oxidform. Själva separationen överläts åt det norska företaget Reetec som utvecklat en egen separationsprocess som bygger på kromatografi under högt tryck, så kallad HPLC, som står för high pressure liquid chromatography.

En lösning med jordartsmetaller pressas då genom kolonner fyllda med ett fast material med påkopplade molekyler som binder till metallerna. Eftersom de olika jordartsmetallerna binder olika hårt kan de fångas upp i fraktioner när de sköljs ut ur kolonnen.

– Metoden används bland annat inom läkemedelsindustrin och vi har även gjort mindre försök med jordartsmetaller här på labbet, säger Kerstin Forsberg.

LKAB är sedan hösten 2022 huvudägare

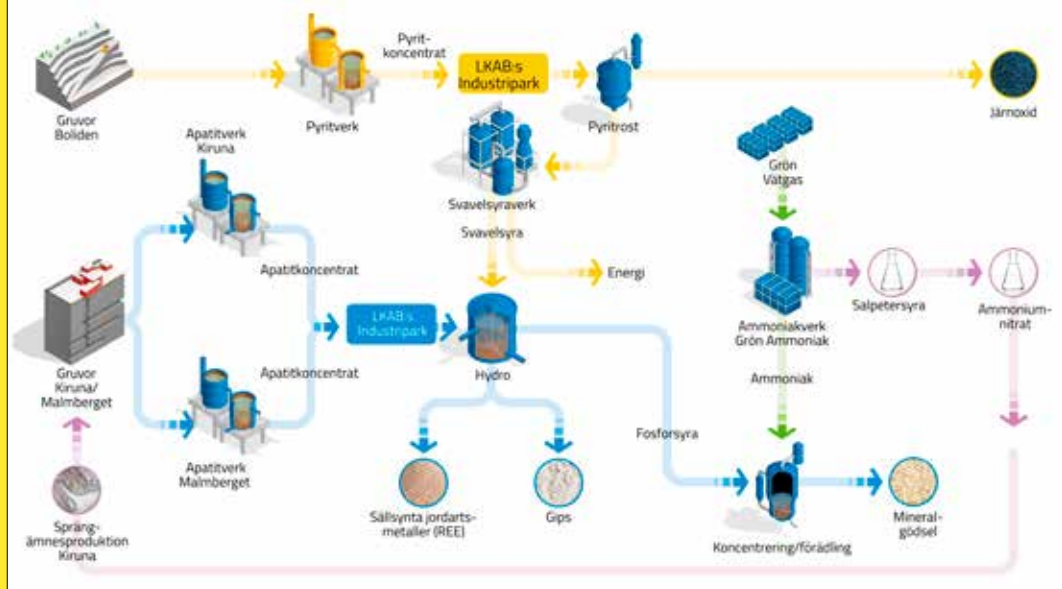
i Reetec som nu bygger sin första fabrik i norska Herøya. En andra fabrik som ska kunna ta emot material från LKAB är planerad till 2027. Ur koncentratet av jordartsmetaller fokuserar Reetec på framställning av neodym och praseodym som används i permanentmagneter som bland annat sitter i elbilar och vindkraftverk.

TILLBAKA TILL PILARNA på processkartan. I steg nummer två vill LKAB tillverka sin egen svavelsyra och planerar därför ett svavelsyraverk i industriparken. Som råvara ska ett annat gruvavfall användas: pyrit som ska hämtas från Bolidens Aitikgruva. – Vi ville ha en cirkulär källa, säger Ulrika Håkansson och förklarar att cirkularitet är något som kännetecknar hela industriparken.

Till exempel ska överskottsvärmen från tillverkningen av svavelsyra utnyttjas till andra processer. På sikt ska även fosforsyran förädlas till mineralgödsel i form av mono- och diammoniumfosfat. Då behövs ammoniak och även det ska LKAB tillverka. För att få en ”grön” ammoniak ska vätgasen tillverkas genom elektrolys med hjälp av förnybar el. En idé är att även använda ammoniak för att framställa sprängmedel för gruvbrytningen. ◻

Av Marie Alpman, frilansjournalist

Processerna i projekt Reemap



Motalaanläggningen är världens största. Alla plastförpackningar från hushåll i Sverige under ett år kan återvinnas här.



Allt mer plast kan återvinnas i ny anläggning

Samtidigt undersöker man om det finns gifter i insamlade plasten.

AVFALLSFÖRBRÄNNING står i dag för runt 7 procent av Sveriges växthusgasutsläpp. Över 90 procent av dessa utsläpp uppskattas komma från fossil plast i avfallet. Kan plasten återvinnas i stället för att eldas upp är mycket vunnet.

Nu har den toppmoderna

återvinningsanläggningen i Motala, som tar emot plastförpackningar som samlas in från svenska hushåll, byggts ut. Dubbelt så mycket som tidigare kan återvinnas. Dessutom kan plasten sorteras mycket bättre.

– Vi kan sortera ut tolv plasttyper, vilket är tre gånger mer

än på motsvarande anläggningar i Europa. När vi sorterar ut monofraktioner, transparent pet för sig, PP-film för sig och så vidare, devalverar vi inte värdet av plasten utan den kan bli en förpackning av samma material igen, säger Mattias Philipsson, som är vd för företaget Svensk plaståtervinning.

Plastavfallet kommer in till sorteringen komprimerat i balar. Därefter sker all sortering automatiskt.

– Processen är helautomatiserad med realtids-optimering och artificiell intelligens. Anläggningens olika delar påverkar och pratar med varandra, och optimerar sorteringen. 60 nära infraröd (NIR)-sensorer känner igen polymerer och sorterar ut dem i ett eget flöde.

EFTER SORTERINGEN

komprimeras avfallet i balar och skickas till återvinning inom EU, främst Tyskland och Nederländerna.

Plaståtervinning är dock inte helt oproblematisk. Forskare från bland annat Göteborgs universitet kunde nyligen visa att

plastpellets från ett antal återvinningsanläggningar, främst utanför Europa, innehöll såväl giftiga bekämpningsmedel som läkemedel och industrikemikalier.

Nu undersöker forskare från Örebro universitet förekomsten av toxiska ämnen i den insamlade plasten i Motala. Projektet drog igång i fjol och ännu finns inga resultat.

– Vi har gjort en screening av prover från balarna och verifierat en mätmetod. Nu testar vi alla plaster och undersöker hur celler påverkas. Ser vi hög önskad, till exempel hormonstörande, effekt går vi vidare och gör analyser med masspektrometri för att identifiera kemikalerna, säger Maria Larsson, forskare vid Örebro universitet som leder projektet. ◻

Dna-byggen ger koll på varje molekyl

Dna-origami är en teknik som gör det möjligt att bygga strukturer i nanoskala. Byggställningen är enkelsträngad dna. Till den binds korta dna-sekvenser in och kniper ihop delar av molekylen. En ganska enkel designprocess, enligt Björn Högberg, professor vid KI.

– Vi kan designa strukturer på 50–100 nanometer och ha väldigt god kontroll på var varje molekyl sitter någonstans. Vill man försöka förstå fenomen som utspelar sig på den skalan behöver man kunna bygga saker på den skalan.

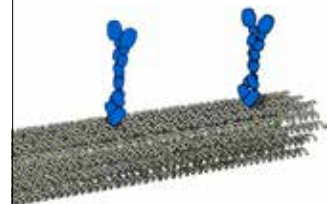
Han har nu tillsammans med kollegor vid KI använt tekniken för att visa hur receptorn Notch på cellytan – som man hittills trott bara kan aktiveras mekaniskt – kan aktiveras även av att kluster av proteinet Jag1 binder till den.

Forskarna fäste proteinmolekylerna på en nanostor dna-struktur.

– Vi placerade molekyler av Jag1-proteinet på väldigt små avstånd från varandra i olika mönster, och har sedan exponerat dessa mönster för stamceller med Notch-receptorer.

Resultatet som publicerats i Nature Communications visar att receptorn – som bland annat reglerar utvecklingen av stamceller – kan aktiveras i olika grad, beroende på mönstrens form och proteinets lokala koncentration.

Två Jag1-molekyler på en dna-origamistruktur som är 140 nm lång.

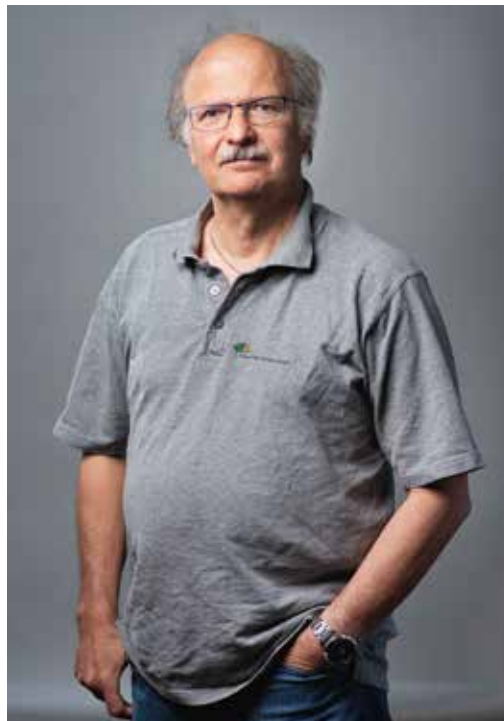


Är EU nu redo att ändra GMO-reglerna?

Det är snart två år sedan EU-kommissionen lade fram ett förslag om nya GMO-regler – men än finns inget beslut. Nu finns dock en chans att nya regler hinner komma innan valet till EU-parlamentet i juni, skriver Umeåforskaren **STEFAN JANSSON**.

FÖR DRYGT TVÅ ÅR sedan skrev jag en krönika i Kemisk Tidskrift (3/2021) där jag undrade om EU var på väg att öppna för nya GMO-regler. Svaret är att vi ännu inte vet. EU-kommissionen lade sommaren 2022 fram ett förslag till uppdaterad lagstiftning om GMO (genetiskt modifierade organismer) som skulle göra den mer "fit for purpose" för att hantera genredigeringstekniker som gensaxen CRISPR/Cas, som kommissionens egen utredning formulerade det i april 2021. EU-domstolens utslag 2018 att också dessa tekniker skulle omfattas av GMO-förordningens ytterst restriktiva regelverk – inte en enda sort har godkänts för odling inom EU sedan lagen kom på plats 2001 – gick inte bara på tvärs med en enig forskarvärld. Det leder också till en ohållbar situation om hur lagen skall tillämpas, eftersom en växt som regleras som en GMO kan vara identisk med en som inte gör det. Kan en domstol fastställa att ett brott blivit begånget om det uppdragas att en sådan odlas inom EU då det torde bli svårt att bevisa att den just plantan tagits fram med hjälp av CRISPR; identisk betyder faktisk identisk?

Förslaget var förstås en kompromiss,



men i huvudsak bra och skulle kunna bidra till att låsa upp det låsta läget som hela GMO-frågan fastnat i sedan över 20 år – och som i praktiken har satt stopp för användning av tekniken inom jord- och skogsbruket i unionen. Men nu är det inte kommissionen utan EU-parlamentet som stiftar lagar, och parlamentet har

dominerats av GMO-skeptiker från GMO-skeptiska länder eller partigrupper. Något avgörande steg i förhandlingarna mellan kommissionen, parlamentet och medlemsstaterna lyckades inte tas under Sveriges ordförandeskap. Under hösten 2023 har Spanien försökt, men i mitten av december stod det klart att de inte lyckats ro något förslag i hamn. Man kan tycka det är märkligt att det sitter så fast när det vetenskapliga fundamentet är så stabilt och resten av världen i huvudsak gått i den motsatta riktningen. Detta i sig förvärrar ju problemet med att tillämpa lagstiftningen. En CRISPR-muterad sojaböna som inte klassas som GMO i till exempel Argentina och därmed inte behöver särskållas från alla andra sojabönor, blir plötsligt en GMO då den passerar EU:s gräns. EU:s lagstiftning ställer också krav på en detektionsmetod för alla GMO-växter, men detta blir omöjligt då det inte ens teoretiskt går att skapa en detektionsmetod som kan skilja "CRISPR-mutanter" från "vanliga mutanter" som inte omfattas av GMO-regelverket.

MEN DE SENASTE VECKORNA har saker hänt. I januari röstade parlamentets miljökommitté för ett förslag – något annorlunda än kommissionens – som ändrar reglerna. I februari röstade EU-parlamentet för förslaget. Nu kan förhandlingarna med ministerrådet börja. Ett par stora medlemsländer är fortfarande skeptiska så det lär inte bli en enkel resa, men att parlamentet, som har varit en bromskloss, ger grönt ljus är ett viktigt steg.

Vissa forskningsfinansierare inom EU har redan anat ett ljus i tunneln. Utanför EU finns en marknad för genredigerade växter och EU vill inte komma efter sina konkurrenter. Jag själv deltar i två olika projekt, finansierade av Stiftelsen för strategisk forskning, SSF, där vi försöker ta fram växter med mer effektiv fotosyntes. Vissa av dessa skulle inte omfattas av GMO-regelverket om EU-kommissionens förslag skulle gå igenom. Andra skulle även i fortsättningen räknas som GMO – det beror på vilka förändringar som har gjorts. För att de skulle få användas i praktiken behövs en vidare översyn av lagstiftningen.

Men man kan inte ta alla steg med en gång. Skulle detta lagförslag bli verklighet är det bra i väntan på en större översyn. En sådan behövs för lantbrukares, konsumenters och planetens skull så vi får hoppas att den inte dröjer 20 år till. ◻

Stefan Jansson är professor i växters cell- och molekylärbioologi vid Umeå universitet.

Kemisten

som började brygga öl



En kemisk process är i grunden densamma oavsett om det är öl eller läkemedel som ska produceras, enligt kemisten och bryggaren JONAS BARLIND. ”När jag utvecklar nya ölsorter är det som att experimentera i vilket kemilabb om helst”, säger han.

Text Per Westergård Foto Fredrik Jalhed



Bryggeriet är inrymt i ett ishus i hamnen.



ÖL

är mer än en enkel dryck. Det beskrivs kanske bäst genom en tysk forskningsstudie från 2021 där forskarna undersökte 467 olika ölsorter från jordens alla hörn. De hittade tiotusentals olika molekyler och 7 700 joner med unik massa och sammansättning. 80 procent av dem var tidigare inte beskrivna i några kemiska databaser.

Att det kan bli så många förklarar forskarna med att den klassiska tyska regeln om att öl bara får innehålla malt, humle och vatten inte gäller. I stället bryggs öl från ett oändligt antal olika råvaror med ett stort antal metoder. Och inte ens vatten är bara vatten.

EN SOM HAR bra koll på vad som finns i en öl är Jonas Barlind, som driver bryggeriet Barlind Beer i ett gammalt ishus som står som ett landmärke i småbåts- och fiskehamnen på Björkö i Göteborgs skärgård. Huset med havet på tre sidor används fortfarande till isproduktion, men i mindre skala än tidigare. I det 180 kvadratmeter stora islagret håller bryggeriet till.

Sin kunskap har Jonas Barlind fått genom att först brygga öl hemma och sedan 2015 i liten industriell skala. Men kanske än mer genom att doktorera i organisk kemi



Jonas Barlind har ökat produktionen i bryggeriet. Mäskroret används numera bara i testbryggeriverket.

och sedan arbeta i tolv år inom läkemedelsindustrin.

– Skillnaden mellan att vara en bryggare och läkemedelskemist är att jag i dag kan få fram en produkt på några veckor, medan jag under mina år inom läkemedelsindustrin inte fick vara med om att ta fram ett enda läkemedel. Därför passar öltillverkning mig bättre men jag är glad att andra fortsätter att utveckla läkemedel. Mediciner är trots allt viktigare än öl, säger han.

RÄNDERNA FRÅN läkemedelsindustrin har dock inte gått ur. En kemisk process är i grunden densamma oavsett vad som ska produceras.

– När jag utvecklar nya ölsorter är det som att experimentera i vilket kemilabb som helst. Jag har samma vetenskapliga synsätt och jag analyserar allt jag gör. Fördelen med öl är att jag kan tillåta mig att vara både lekfull och kreativ, och det blir ju

ännu lättare nu när jag har skärgården runt knuten.

För en sak är säker – öltillverkning är kemi på hög nivå. Visst går det att gissa en del men den som vill kunna förutse ett resultat måste ha koll.

För att förstå vad som krävs för att göra en modern öl tar vi allt från början.

– Första steget är att mälta korn. Principen är enkel, sädeskorn läggs i blöt till dess att de börjar gro vilket sätter fart på enzymerna α -amylas och β -amylas i sädeskärnan. Men det är en konstform i sig och svårt för ett mindre bryggeri att klara och därför köper jag, och de flesta andra bryggerier, färdigmältat korn, berättar Jonas Barlind.

Att det oftast är korn som används beror bland annat på att det är ett sädeslag som gro lätt, vilket gör mältningen enklare. Så snart säden börjat gro stoppas processen och kornet torkas. Genom att göra det vid olika temperaturer får man fram olika gra-



Det färdigmältade kornet mäskas. Malten hålls i en cylinder med varmt vatten.



Några råvaror i brygningen är olika sorters kornmalt och humlepellets.

vatten med en temperatur omkring 65 grader är det huvudsakligen β -amylas som är aktivt. Det är ett enzym som bryter ner stärkelsen mer effektivt vilket gör att mer socker blir tillgängligt för jästen vilket gör att jag i slutändan kommer få en alkoholstarkare öl.

I DET HÄR stadiet måste även mäskens pH justeras. Det görs vanligtvis med mjölksyra men även fosforsyra kan användas. Genom alla de steg som har tagits hittills finns nu en grund att bygga vidare på.

– Hela tiden måste jag ha klart för mig vad det är jag vill göra. När jag har bestämt mig har jag stor hjälp av mina kemikunskaper och från de erfarenheter jag fick när jag arbetade med läkemedel. Dessutom dokumenterar jag varje steg för att jag i slutändan ska få fram en öl med de egenskaper och smaker jag är ute efter, säger Jonas Barlind.

Om något inte blir som han har tänkt sig använder han sin dokumentation. Genom att backa genom alla processsteg hittar han vad som behöver justeras.

De parametrar som han måste hantera är bland annat hur mycket proteiner och →

der av rostning. Temperaturen blir därmed en av alla de parametrar som används för att ge öl olika färg och smak.

DET FÖRSTA STEGET för Jonas Barlind blir sedan att mäskas det färdigmältade kornet. En 700 liter stor rostfri cylinder fylls först med varmt vatten som behandlas med olika salter. Därefter hålls malten i.

– Även här finns många val att göra, säger han.

Dels handlar det om vilka joner som ska tillsättas i nästa led inte kommer att kunna jäsa allt tillgängligt socker. På så sätt kan jag skapa en öl som är lite alkoholsvagare där det kvarvarande sockret i stället får bidra med fyllighet. Väljer jag att tillsätta

magnesium- eller kalciumsulfat. Vill jag ha en öl med en maltigt len profil tillsätter jag klorider, främst kalciumklorid.

I den varma mäskan kan enzymerna α -amylas och β -amylas börja jobba. De har i grunden en och samma uppgift: att spjälka stärkelse till enklare sockerarter.

– Med en högre temperatur på vattnet, omkring 70 grader, är det huvudsakligen α -amylas som är aktivt. Men det är ett enzym som klipper stärkelsen i kornet i grövre bitar vilket betyder att den jäst som tillsätts i nästa led inte kommer att kunna jäsa allt tillgängligt socker. På så sätt kan jag skapa en öl som är lite alkoholsvagare där det kvarvarande sockret i stället får bidra med fyllighet. Väljer jag att tillsätta



Genom att mäta socker-innehållet ser man förjäsningsgraden på en brygd.



Jonas Barlind kontrollerar att det är rätt volym öl i burkarna.

restsocker som ska finnas kvar i slutprodukten, och vilka sockerarter han vill ha ut ur stärkelsen. Varje steg i processen påverkar i sin tur ett antal olika biokemiska aktiviteter.

När mäsken har varit i gång i ungefär en timme ska vätskan avskiljas. Den får rinna ner genom en silplåt till en annan rostfri cylinder. Vätskan kallas nu för sötvört eftersom kornets stärkelse har brutits ned till socker som finns löst i vätskan. Men där finns även en lång rad andra smaker från kornet. I nästa steg ska vörten kokas.

– Under kokning knäcks även de proteiner som man i de flesta ölsorter inte vill ha kvar, samtidigt som alla mikroorganismer dör.

MEN DET SOM gör öl till öl är framför allt humle, en flerårig, klättrande ört från familjen hampväxter. Vanligtvis tillsätts den i början av kokningen för att på så sätt ta fram en beska som kan balansera den sötma som finns i den färdiga ölen. Ju längre humlen får koka med, desto beskare blir ölen. Det går även att styra smaken genom att välja antingen bitterhumle, aromhumle eller smakhumle.

”Öltillverkning är en levande process. Och just därför så spännande”

– I bitterhumlen är det framför allt alfasyran man vill åt eftersom den omlagras till iso-alfasyra, det ämne som i realiteten ger ölen sin beska, när vörten kokas.

Humle innehåller även en rad lättflyktiga smakämnen men de dunstar bort när vörten kokas. Vill man få del av dessa kan

humlen tillsätts efter kokningen, vilket är typiskt för öl av IPA-typ, medan man i en klassisk tjeckisk pilsner tillsätter humlen i slutdelen av koket för att på så sätt få fram en öl i linje med landets smakpreferenser.

I nästa steg pumpas vörten, via en plattvärmväxlare där den kyls, över till en jästank. Dess sockerhalt benämns stamvörtstyrka och beror på mängden malt som användes i början av processen. Sockerhalten styr i sin tur vilken alkoholstyrka det färdiga ölet kommer att få. I öllandet Tjeckien är det stamvörtstyrkan, normalt en bit över 10 procent, som anges för den färdiga ölen medan de hävdar att alkoholhalten är ointressant. Grundregeln är dock att ju högre stamvörtstyrkan är desto mer alkohol kommer ölen att innehålla.

Även om man i alla föregående moment har skapat förutsättningar för en god öl är det med jästen man skruvar till den slutgiltiga karaktären.

I den IPA som fick humle efter det att vörten kokat färdig, för att på så sätt fånga in de mest lättflyktiga smakerna, används med fördel en neutral jäst som inte konkurrerar med de smaker man fått fram. Gör man däremot en öl i en fruktig

belgisk stil väljer man en jäst som bildar 4-vinylguaiacol för att på så sätt få fram en smak som påminner om kryddnejlika. Ska man i stället göra en tysk veteöl vill man ha en jäst som bildar isoamylacetat, en ester med smak av banan. Men viktigast är ändå att jästen gör jobbet att omvandla enkla sockerarter till etanol och koldioxid.

– Om jag delar upp en och samma stamvört i fyra delar och ger var och en av dem jäst från olika stammar kommer jag att få fram fyra helt olika öltyper.

FÖR ATT GÖRA livet lite mer spännande gillar Jonas Barlind att testa udda ting. Som jäst isolerad från björnbär, eller att tillsätta rökt sockertång, odlad i bohuslänska vatten, i vörten för att ge ölen komplexitet och en lätt rökig smak.

– Men viktigaste av allt för att lyckas med öl är att man rengör all utrustning minutiöst. En enda cell av en icke önskvärd mikroorganism kan förstöra allt. Det har hänt mig, och det händer någon gång de flesta som brygger öl, men visar bara att öltillverkning är en levande process. Och just därför så spännande. ◦

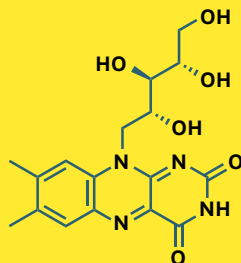
Per Westergård är frilansjournalist.

Ölets molekyler

SOCKER OCH ETANOL

Etanol bildas när jästsvampar bryter ner det socker som finns i vörten. Generellt förbrukas de enklaste sockerarterna först, det vill säga monosackariderna. Stegvis övergår jästen till att utnyttja mer komplexa sockerarter som maltos, som är huvudbeståndsdelen i vört.

Koldioxid blir en viktig biprodukt. Etanol är även en smakförstärkare med från doft och stark smak. Normalt kan vi bara känna smaken av etanol i öl om alkoholhalten är över 6 procent.

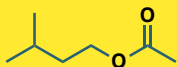


RIBOFLAVIN, VITAMIN B12

Riboflavin finns i ganska stora mängder i korn och därmed även i öl. Alkohol gör dock att kroppen inte kan ta upp vitaminet. Personer som dricker stora mängder öl kan till och med få akut brist på vitamin B12. Dricker du i stället en alkoholfri öl kan kroppen ta upp vitaminen.

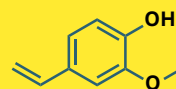
ISOAMYLACETAT

Isoamylacetat, eller 3-metylbutylacetat, är en ester som bildas under jäsningsen. Den ger en mycket karaktäristisk smak av banan och finns i typiska tyska veteöl.



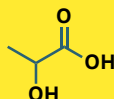
ACETALDEHYD

När etanol bryts ner i levern bildas först acetaldehyd som senare omvandlas till ättiksyra. Acetaldehyd kan även finnas som ett oönskat ämne i ölen redan från början och ger då en smak av gröna äpplen. Acetaldehyd är det ämne som kan göra huvudet tungt och benen sega dagen efter.



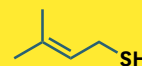
4-VINYLGUAIACOL

4-vinylguaiacol, som ibland förkortas till 4VG och är en mycket aromatisk fenol, ger upphov till den klassiska kryddnejlikedoften som återfinns i bland annat många belgiska öl. 4VG är oxidationskänslig och kan om det finns mycket syre i en ölflaska oxideras till vanillin. Det betyder att den önskade kryddnejlikekaraktären försvinner och ersätts av en vaniljliknande smak.



MJÖLKSyra

Används vid ölframställning för att reglera pH-värdet i mäsken. Mjölksyra kan även skapas av mjölksyraproducerande bakterier vilket ger ölen en oönskad syra. Det finns dock ölstilar, exempelvis berliner weisse, där syran är önskvärd och har skapats av just dessa bakterier.

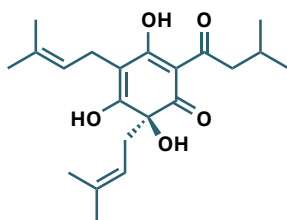


3-METYL-2-BUTEN-1-TIOL, MBT

Molekylen 3-metyl-2-buten-1-tiol, ofta förkortat MBT, bildas när isohumulone utsätts för ljus av vissa våglängder. Det kommer då att reagera med riboflavin, vilket är samma sak som vitamin B12, vilket resulterar i ett illaluktande ämne som liknar det som skunkar utsöndrar – därför kallas detta ofta för skunkning. Det är detta som ger upphov till så kallat ljusskadat öl, vilket kan märkas ganska snabbt om en öl får stå framme i solen.

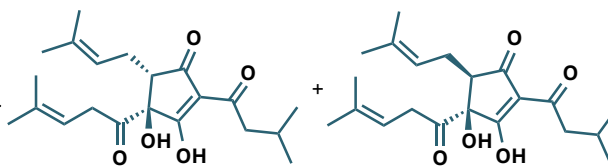
Det här händer under processen

Humle tillsätts vörten för att få önskad beska. De α -syror som finns i humlen omvandlas genom isomerisering till iso- α -alfasyror. Reaktionsformeln visar omvandlingen av humulon till isohumulon.



Humulon

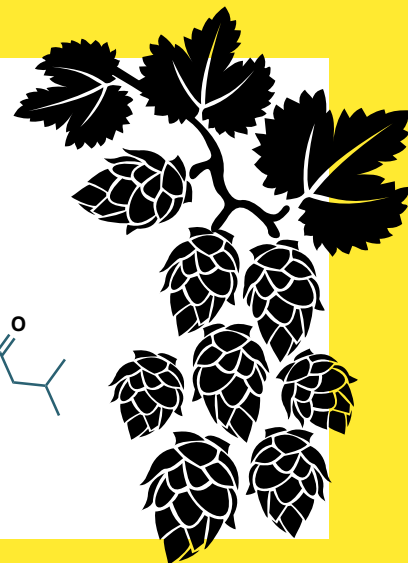
Isomerisering



cis-iso- α -syra

trans-iso- α -syra

Iso-humulon



Finns

det

liv

på

Mars

En grupp forskare vid Umeå universitet utforskar KEMIN PÅ MARS. Målet är att ta reda på om där finns förutsättningar för liv.

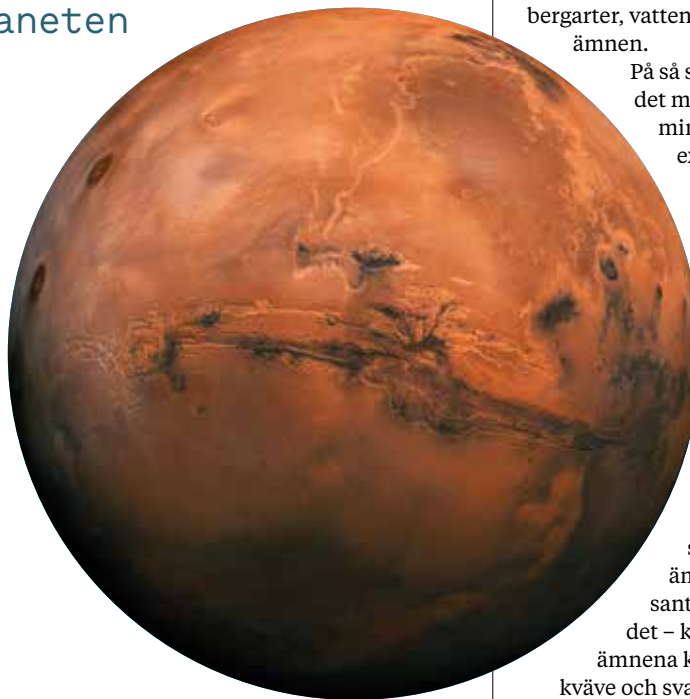
Text Merve Yesilbas



S?

Vissa av
lavastenarna
i Jezerokratern på
Mars innehåller
organiska
molekyler.

Mars är den fjärde planeten från solen och jordens näst närmaste planetära granne. Den kallas ofta för **DEN RÖDA PLANETEN** eftersom järnmineraller i jorden oxiderar och gör att ytan ser röd ut. Planeten är dammig och kall med en mycket tunn atmosfär. Den är mest utforskad av alla planeter och vi lär oss allt mer om miljön där.



F

inns det liv på Mars? Hur kan vi i så fall hitta tecken på det? Och skulle människor kunna leva där? Det är några av de frågor som min forskargrupp vid Institutionen för kemi vid Umeå universitet försöker svara på med hjälp av olika slags spektroskoptekniker.

Vi undersöker en rad mineraler, bergarter som leror och karbonater, samt salter som till exempel klorider, perklorater och sulfater – som alla finns på Mars.

Än finns dock inga prover från Mars att tillgå. I stället använder vi extrema miljöer på jorden som modellsystem – från de kallaste delarna av tundran till vulkaniska miljöer. I labbet studerar vi sediment, bergarter och mineraler som samlats in från Antarktis torra dalar, vulkanen Mauna Kea på Hawaii och kratersjön Salda i Turkiet.

Mars är en kall och torr planet. Temperaturen varierar kraftigt och kan under ett enda dygn på sommaren gå från 70 minusgrader till 20 plusgrader. Atmosfären är dessutom tunn och rik på koldioxid och ger heller inget skydd mot UV-strålning. Det är

extrema förhållanden som gör att det inte kan finnas vare sig flytande vatten eller organiska ämnen på planetens yta.

Jordens extrema miljöer fungerar utmärkt för att efterlikna miljön på Mars – mineraler, geokemi, klimat, vattenförsörjning – och den extrema solstrålningen på ytan. Vi använder så kallad vibrationspektroskopi för att mäta de unika spektrala fingeravtrycken och studera mineraler, bergarter, vatten, salt och organiska ämnen.

På så sätt har vi kunnat visa att det mellan mineralkornen i mineraler som finns i dessa extrema miljöer bildas tunna vattenfilmer som gör att vatten, salter och organiska ämnen kan bevaras där. Med hjälp av spektroskopiska metoder som Raman, synligt-nära infraröd (IR) och mitt-IR utforskar vi vilken roll dessa ämnen har i processen.

Kemin i gränssnittet mellan mineraler och salter, eller organiska ämnen, är speciellt intressant. För liv – som vi känner det – krävs vatten, grundämnena kol, väte, syre, fosfor, kväve och svavel, samt en energikälla. Det är därför viktigt att ta reda på hur bergarterna på Mars kan bevara dessa ämnen.

DE EXTREMA FÖRHÅLLANDENA på planeten gör att det inte kan finnas flytande vatten på ytan. Däremot kan det finnas saltlösningar nära ytan. Det finns salter som kan sänka fryspunkten för vatten långt under noll grader och bilda saltlösningar. Kalciumklorider kan till exempel smälta is vid omkring 49 minusgrader, och salter av kalciumperklorat bilda lösningar vid 69 minusgrader. Klorider, perklorater och sulfater är fördelade över hela Mars, och kunskaper om deras interaktion med vatten och organiska ämnen vid låga temperaturer kan öka förståelsen för de geokemiska processer som pågår.

Själv har jag tidigare – som postdoktor på Seti institute och Nasa astrobiology institute i Kalifornien – gjort experiment med frysning och upptining av Marslika jordprover som innehåller klorider och sulfater, vid temperaturer så låga som på Mars. Jag använde vibrationspektroskopi och kunde visa att tunna vattenfilmer bildades mellan jordkornen när de salthaltiga jordprover-

na tinade, mellan 40 minusgrader och 20 minusgrader.

I en artikel som publicerades i Science Advances 2021 kunde jag visa att dessa vattenfilmer gör att saltjoner kan röra sig och orsaka att det bildas nya mineral. Processen gör också att det kan bildas linjer och sprickor på ytan.

”Vi använder extrema miljöer på jorden som modellsystem”

Samma år presenterades i Science resultat som visade att sådana vattenfilmer kan ändra Mars omgivande mineralogi och geokemi.

Möjligheten att det kan bildas tunna vattenfilmer under ytan på Mars i salthaltiga områden med permafrost innebär att det fortfarande kan finnas kemisk aktivitet där. Forskargruppen i Umeå fortsätter nu att studera hur olika typer av saltblandningar kan binda vatten i jordar som liknar de på Mars för att bättre förstå de geokemiska processer som pågår där. ◻

Merve Yesilbas är biträdande universitetslektor vid Institutionen för kemi vid Umeå universitet.



Instrumenten som visar ytan av Mars

Forskarna använder bland annat data från Nasa:s instrument Compact reconnaissance imaging spectrometer for Mars (CRISM). Instrumentet fanns på en rymdfarkost som under 17 år åkte i omloppsbanan runt Mars. Det stängdes ner av Nasa i fjol, men har hunnit leverera hundratusentals bilder som kommer att ta många år för forskare att undersöka.

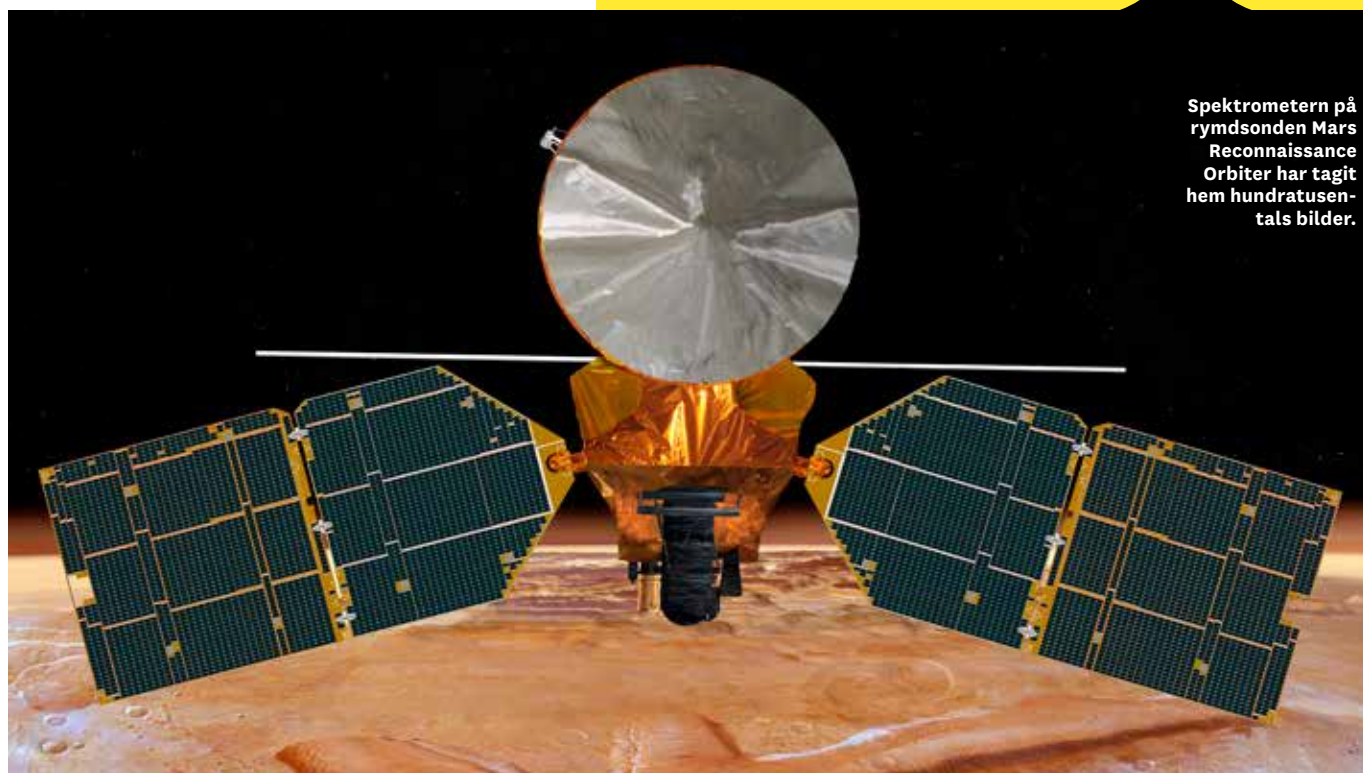
Instrumentet samlar in information från solljus som reflekteras från Mars med hjälp av detektorer för synligt och nära-IR-ljus och kan på så sätt kartlägga ytor och identifiera vatten, mineraler och geologiska formationer som kan bildas i närvaro av vatten.

Forskarna använder också bilder från en kamera som finns på Mars, High-resolution imaging experiment (Hirise), med vars hjälp de kan studera aktiva ytprocesser och pågående landskapsutveckling, som exempelvis bildandet av återkommande sluttande linjer.

Nyligen presenterades en

studie som visar att kristallstrukturerna hos vissa av de salter som har identifierats kan vara väldigt lika och svåra att skilja åt med de instrument som används. Resultat från mätningar på Mars ifrågasattes på grund av detektionsgränser i instrumenten på rymdfarkosterna. Forskarna behöver därför mer spektrala data från vissa våglängdsområden (nära-IR- och mitt-IR), samt en bättre förståelse för interaktioner mellan Marsliknande jordar och dessa salter vid låga temperaturer. Detta kan också vara till hjälp för att välja vilka prover som ska återvända till jorden – ett uppdrag som är en del av ett ambitiöst Marsprogram som planeras av Nasa och Esa – Mars sample return programme.

Umeåforskarnas labb har utrustning för att utföra nära-IR och mitt-IR-spektroskopianalyser under Marsliknande förhållanden. De kan också använda infrastrukturer som finns vid Kemisk-biologiska centret vid Umeå universitet. Forskningen finansieras av Umeå universitet, Vetenskapsrådet, Kempestiftelsen och Carl Tryggers stiftelse.

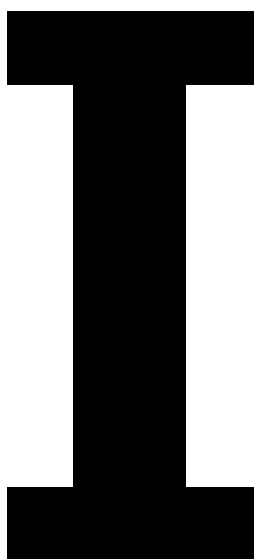


Spektrometern på rymdsonden Mars Reconnaissance Orbiter har tagit hem hundratusentals bilder.

Han såg kemins roll i medicinen

Den världsberömda kemisten **JACOB BERZELIUS** upptäckte inte bara nya grundämnen. Han tog bland annat också initiativ till grundandet av Karolinska institutet och var professor vid lärosätet i 25 år.

Text Jan Trofast



I bevarad korrespondens och offentliga handlingar kan vi skärskåda Jacob Berzelius (1779–1848) sociala engagemang och mångsidiga verksamhet. Hans framgångar var stora, men byggda på hårda prövningar av de vetenskapliga visionerna. Med sitt goda omdöme och sina gedigna kunskaper kom Berzelius att inta en enastående position i samhället. Hans internationella berömmelse vilar givetvis på kemiska grundvalar, men de orädda och ofta välformulerade yttranden han gjorde i andra sammanhang var av stor betydelse. De gjorde att han kom i kontakt med politiker och personer i beslutande befattningar och med det svenska kungahuset. Hans insatser uppskattades och i samband med kröningen av kung Karl XIV Johan 1818 blev han adlad. Om frågan vilket adligt namn som borde följa, skriver han ironiskt

till sin högt värderade vän, excellensen Hans Gabriel Trolle-Wachtmeister på Årup (Trolle Ljungby) i Skåne, att han nog borde kalla sig Kocken von Lorten med tanke på sin verksamhet. Rådet från Skåne blev att bibehålla det för världen så beryktade namnet Berzelius och så förblev det. I samband med giftermålet med Elisabeth Poppius i december 1835 blev han friherre.

REDAN UNDER SIN studietid i Uppsala och som fattigläkare under somrarna vid Medevi brunn blev han beryktad för ”både snille och kända insigter”. När han senare kom till Stockholm blev det kemin som dominerade. Den unge kemisten tog egna initiativ och litade fullt på sina egna resultat. Upptäckten av grundämnet cerium på våren 1804 stärkte självförtroendet. Här fanns inte plats för några tyska naturfilosofiska spekulationer eller halvhjärtade försöksresultat. Han sökte sanningen och avfärdade med bestämdhet allt vetenskapligt charlataneri. Berzelius hade etablerat sig i den vetenskapliga världen. Han hade kommit för att stanna – länge.

1807 blev han professor vid kirurgiska skolan, senare Karolinska institutet. Han följde under hela sin forskargärning den programförklaring som han 1808 framförde i tidskriften *Economiska Annaler* om vetenskapernas allmänna studium och dess grundtanke:

”Sanningen, hvars njutning lemnar all annan efter sig på ett långt afstånd och likasom i en ohelig dräkt. Ofta inser han [vetenskapsmannen] klart hwad värde den nyfunna sanningen har i användandet, men den förtroliga naturen öppnar för honom oupphörligt nya hemligheter: han känner sitt förstånd, sin blick öfver det hela med hwarje stund skärpas, han känner sin själ med hwarje framskridande dag närma sig till idealet af det eviga högsta förståndet, och hvilken annan bedömning, hvilken annan njutning uppväger denna?”

Berzelius ansåg att en i kemin bevandrad person hade mycket att utträtta inom fysiologin. Hans tilltro till kemins betydelse för medicinens utveckling framförde han med eftertryck i förordet till sin bok *Föreläsningar i djurkemin*:

”Den [Kemin] är af alla Medicinens hjälpvetenskaper den hufvudsakligaste, och den skall, utom det allmänna ljus den sprider öfver hela Läkarekonsten, innan korrt bringa vissa af dess grenar till en fullkomlighet, som man kanske aldrig hade kunnat hoppas.”

Hans föreläsningar i djurkemi var avsedda för elever som redan hade goda kunskaper i kemi och anatomi. Berzelius insåg dock snart att kunskapsnivån inom

främst det kemiska området var låg. Han utarbetade därför sin berömda *Lärobok i kemien* på totalt sex volymer under åren 1808–30. Det var under det här arbetet som han drevs mot rent kemiska studier, men hans håg för den fysiologiska kemin låg latent hela livet. Den sista volymen av läroboken behandlade djurkemi. Han gjorde under skrivandet en mängd försök, och misströstate emellanåt genom att resultaten ofta innehöll en större osäkerhet än de oorganiska analyserna vanligen gjorde. Läroboken blev därför inte enbart en lärobok i klassisk mening utan också ett verktyg för att påverka den vetenskapliga diskussionen.

BERZELIUS FÖRVÄNTNINGAR på ett tillfredsställande resultat i de djurkemiska arbetena blev en besvikelse. Han blev snabbt medveten om svårigheterna att analysera de organiska föreningarna i den levande organismen. Han ansåg att man måste förbättra elementaranalysen och därigenom noggrant finna sammansättningen på dessa föreningar innan några framsteg kan förväntas. Han återvände med kraft till dessa frågor och hans arbete inom den fysiologiska kemin gällde inte bara de kemiska analyserna, utan han skapade också en vägvinnande ny och modern forskningsinriktning.

August von Hartmansdorff, en konservativ politiker, uppmärksammade i en artikel 25-årsdagen av Jacob Berzelius tillträde som Vetenskapsakademiens sekreterare. Hans artikel publicerades i tidskriften Svenska Biet:

”Mätte således Naturvetenskaperna blomstra för mensklighetens gemensamma bästa! Mätte det vara Friherre Berzelius förunnadt, att länge föra spiran i sitt fredliga rike, der det icke behöfves någon annan trohetsed än den osvikeliga naturens tillförlitliga vittnesbörd, eller någon annan lifvakt, än den obesvärade sanningen! Mätte vi länge få behålla honom ibland oss, ty den dag skall komma, då våra barn skola afunda oss, att hafva känt, eller blott sett, Berzelius.”

”Han sökte sanningen och avfärdade med bestämdhet allt vetenskapligt charlataneri”

Nog fanns det väl en känsla av uppriktigt tacksägelse från Berzelius sida för detta firande, men då han efter bara några dagar skrev till sin gode vän excellensen Trolle Wachtmeister var det inte den nyss avslöpta



Berzelius målad av Olof Johan Södermark 1843.

festen som var huvudändamålet med brevet. Här upptogs i stället analyserna av organiskt material och de ständigt återkommande redigeringarna av de utländska upplagorna av hans lärobok i kemi. Om festen hänvisade han till de officiella berättelserna i tidningarna och hans vidare yttrande speglade hans sinne:

”Jag är en kruka; ty ehuru ärofullt alltsamman var för mig, så voro de dagar som framflöto näst före festen, ungefär såsom förberedningsdagar till en chirurgisk operation, till den grad att jag mädde illa. Men knappt var det öfverståndet, förr än jag åter var allde-

les frisk. – Bene vixit, qui bene latuit [Den lever väl, som lever obemärkt].”

VARJE ÅR FRÅN 1821 inför Vetenskapsakademiens årliga högtidsdag den 31 mars skrev Jacob Berzelius en berättelse som kritiskt sammanfattade det gångna årets framsteg inom naturvetenskaperna, främst den kemiska vetenskapen. Omfattningen av dessa årsberättelser blev oftast flera hundra sidor i tryck. Syftet var att sprida kunskap genom en lättförståeligt skriven berättelse till en bredare publik och samtidigt vara en professionell redogörelse och kritisk granskning av vetenskapernas framsteg under det gångna året. I praktiken fungerade de också som ett forum för Berzelius →

att framföra sina åsikter och göra kompletteringar till publicerade arbeten. En föregångare till dagens referenslitteratur.

Flera gånger upprepade han sin åsikt om de vetenskapliga principerna och betydelsen av gedigen kunskap – åsikter lika aktuella 200 år senare. Så låt oss följa Berzelius framgångsrika arbetsätt och filosofi, anpassa det smidigt till dagens förutsättningar och vi skall gå en ljus framtid till mötes.

UNDER EN RESA i Tyskland 1845 kom Berzelius, tillsammans med sin hustru Betty, efter att ha druckit brunn i Karlsbad till staden Frankfurt. Där kunde de beskåda det nya monumentet över skalden Goethe och den planerade statyn över boktryckarkonstens uppfinnare Gutenberg. Han uttryckte sin ståndpunkt sålunda:

”Huru har Svenska folket vårdat sig om sina minnen? Hvad har det gort för at bevara det ställe der Linné föddes, Capellansbostället i Stenbrohult i Småland, och hans hus, trädgård och orangeri i Upsala? Jo, ständerna hafva afslagit alla begärta anslag dertil. De vilja ej veta af forntid och tyckas ej eller stort bry sig om framtid. Lefva och latas för dagen är deras mål.”

Föga kunde Berzelius väl ana vad som skulle ske, för efter sin bortgång den 7 augusti 1848 hedrades han på många sätt.

”Hans närmaste vänner samlade in medel för att låta göra en bronsstaty”

Det var minnesföreläsningar och slagning av minnesmedaljer i större storlek. Vetenskapsakademien lät hans stol stå tom under en viss tid. Hans närmaste vänner samlade in medel för att låta göra en bronsstaty över deras mästare. Formgivaren Carl G. Qvarnström anlätades. Avtäckningen av statyn ägde rum klockan tre på natten den 16 juli 1858. Tidpunkten valdes för att man var rädd att den stora massan av nyfikna invigningsbesökare skulle trampa ner de nyplanterade och späda träden. Gator, parker och laboratorier är uppkallade efter Jacob Berzelius och hans livsgärning, men trots detta är hans liv och insatser förvånansvärt lite kända bland allmänheten. ◦

Jan Trofast har varit läkemedelskemist på Astra Zeneca och är uppfinnaren bakom det storsäljande astmaläkemedlet Symbicort. Han har skrivit ett antal böcker om Berzelius och är ordförande i Berzeliussällskapet.



Ett par hundra av Berzelius föremål visas nu på KI.

Berzelius är tillbaka på KI

I december invigdes en ny utställning om människan Berzelius, hans upptäckter och insatser för KI:s grundande.

UNDER KEMINS ÅR 2011 visades en utställning om kemisten Jacob Berzelius på Observatoriekullen i Stockholm. När utställningen sedan plockades ner hamnade de omkring 3 000 föremålen i en källare på Kungliga Vetenskapsakademien. Där har de funnits sedan dess. Nu har ett par hundra av dessa föremål plockats upp för att visas på Karolinska institutet.

– Vår stora nationalhjärte var inte representerad någonstans. En staty finns i Berzelii park men det är bara en plats, säger Ingemar Ernberg, som är professor och ordförande i KI:s kulturråd.

I elva montrar med drygt 200 föremål lyfts Jacob Berzelius liv och gärning nu fram på KI. Att utställningen passar just där finns det enligt Ingemar Ernberg flera skäl till.

– Berzelius får betraktas som Sveriges största naturvetenskapsman genom tiderna. Men han var även motor i skapandet av det som i dag är KI och professor vid lärosätet under 25 år, i ämnen som i dag motsvaras av kemi, farmakologi och fysiologi, säger han.

Utställningen finns i Biomedicum, en modern glasbyggnad som sedan 2018 samlar all grundvetenskaplig forskning i kemi, fysiologi och farmakologi vid institutet. Huset är arbetsplats för runt 1 000 personer.

– Jag tycker det är idealiskt att utställningen finns mitt bland de

verksamma forskarna. Berzelius var så modern med sitt sunda och dynamiska synsätt på forskning, där experimentella data och observationer var viktiga för att fastställa samband. Det skapade en grund för en modern naturvetenskapligt inriktad skola. Han hade även ett enormt modernt sätt att se på livsprocesser som dynamiska processer. Han grundade det han kallade djurkemi, som motsvarar biokemi och fysiologi i dag.

Utställningen är fördelad på sju våningsplan. På entréplanet visas en introduktion till Jacob Berzelius. På de övriga sex våningsplanen samlas föremål kring teman som människan Berzelius, hans stora upptäckter, insatser för att ordna kemien, formulera fysiologins grundsatser, som lärare och specifika insatser för KI:s grundande.

Invigningen hölls strax före jul. Utställningen är vad Ingemar Ernberg kallar ”tills vidare permanent”. Målsättningen är att den ska övergå i en helt permanent utställning, men när och var det blir är ännu inte klart.

Ett problem med den nuvarande lösningen är att utställningen inte kan hållas öppen för allmänheten.

– Entréplanet med introduktionen är öppen för alla. Resten finns innanför ett skalskydd. Vi håller på att ordna så att vi kan ta emot grupper för guidade turer från och med mars månad, säger Ingemar Ernberg. ◦



SVENSKA KEMISAMFUNDET
Analytiska sektionen

Analytical Chemistry and Materials Symposium

Analytical methods are essential to characterize materials, assess properties of the materials, as well as detect desirable additives and undesirable chemicals in materials. On the other hand, functional materials are essential to design and manufacture efficient and sensitive analytical devices.

In this lunch-to-lunch mini-symposium organized by the Analytical Chemistry Section of the Swedish Chemical Society, we will take a deep dive into this synergy.

For more information and registration, visit kemisamfundet.se/event/

WHERE? The Magneli Hall,
Stockholm University
WHEN? 12-13 June



SVENSKA KEMISAMFUNDET
Svenska masspektrometrisällskapet

Frontiers in Mass Spectrometry – AI and Single Cell Analysis

Welcome to the Mass Spectrometry meeting in Stockholm on April 18!

Confirmed Speakers:

Bogdan Budnik (Harvard University)
Magnus Palmblad (Leiden University)

For more information and registration, visit kemisamfundet.se/event/

Registration is free of charge!

Where? Beijersalen, Royal Swedish Academy of
Sciences, KVA, in Stockholm

When? 18th of April, 9:00 AM - 4:00 PM

Problemen med kemisk mångfald

Biologisk mångfald är viktig för ekosystemen och livet på jorden – och inom EU finns ambitiösa mål för att vända minskningen av den. Men den KEMISKA MÅNGFALDEN kan få negativa konsekvenser.

VI

använder sällan uttrycket kemisk mångfald, men det är lätt att förstå innebörden av ett sådant uttryck. Om den biologiska mångfalden börjar med en ny mutation så börjar den kemiska mångfalden med en ny substitution, skulle man kanske förenklat kunna hävda. Visst kan det många gånger vara bra – en liten, liten förändring i en molekyl kan ytterligare vässa egenskaperna hos en insatskemikalie eller transformera en läkemedelskandidat med halvbra verkan till ett ämne med exakt eftersökta terapeutiska egenskaper.

Så långt är allt gott och väl. Men ofta har den kemiska mångfalden en mörk baksida. Det finns många exempel på det, varav ett handlar om narkotika. Preparat som definieras som narkotika omgärdas

på goda grunder av en mängd olika lagar. Det som definierar vad som är narkotika eller inte är emellertid bara en lista med ett antal uppräknade substanser. En enkel substitution på en sådan substans med mycket begränsad påverkan på molekylens egenskaper transformerar i ett slag något som i lagens mening är farligt och förbjudet till något oreglerat. (Läs mer i Kemisk Tidskrift 4/2019.)

INOM MILJÖKEMIN är situationen likartad. En aktuell ämnesgrupp är per- och polyfluorerade alkansubstanser, så kallade PFAS. Man brukar anse att det finns omkring 10 000 sådana ämnen. I nuläget är drygt 200 av dessa förbjudna inom EU. Men som kemister borde vi ganska lätt kunna ana att de återstående 9 800 substanserna sannolikt har mycket likartade egenskaper – inte minst eftersom ämnena i gruppen först och främst kännetecknas av en nära nog oändlig livslängd och detta karaktärsdrag gissningsvis handlar om graden av fluorsubstitution. Härtill kan man ana att en förening som är perfluorerad sånär som på en position där en kloratom i stället sitter sannolikt också har likartade egenskaper. Vips har då den kemiska mångfalden inom persistenta ämnen med hormonstörande verkan mångfaldigats.

FOTO: ISTOCKPHOTO



Ämnen som PFAS är spridda även i områden där de inte använts. Höga halter har hittats i isbjörnar i Arktis.

Den svenska Kemikalieinspektionen har tillsammans med motsvarande myndigheter i tre andra EU-länder föreslagit ett stopp för all PFAS i EU.

Försiktighetsprincipen är central i diskussionen om mångfalden. Det är också intressant att notera att försiktighetsprincipen tillämpas på motsatt sätt mot vad som

”Försiktighetsprincipen är central i diskussionen om mångfalden”

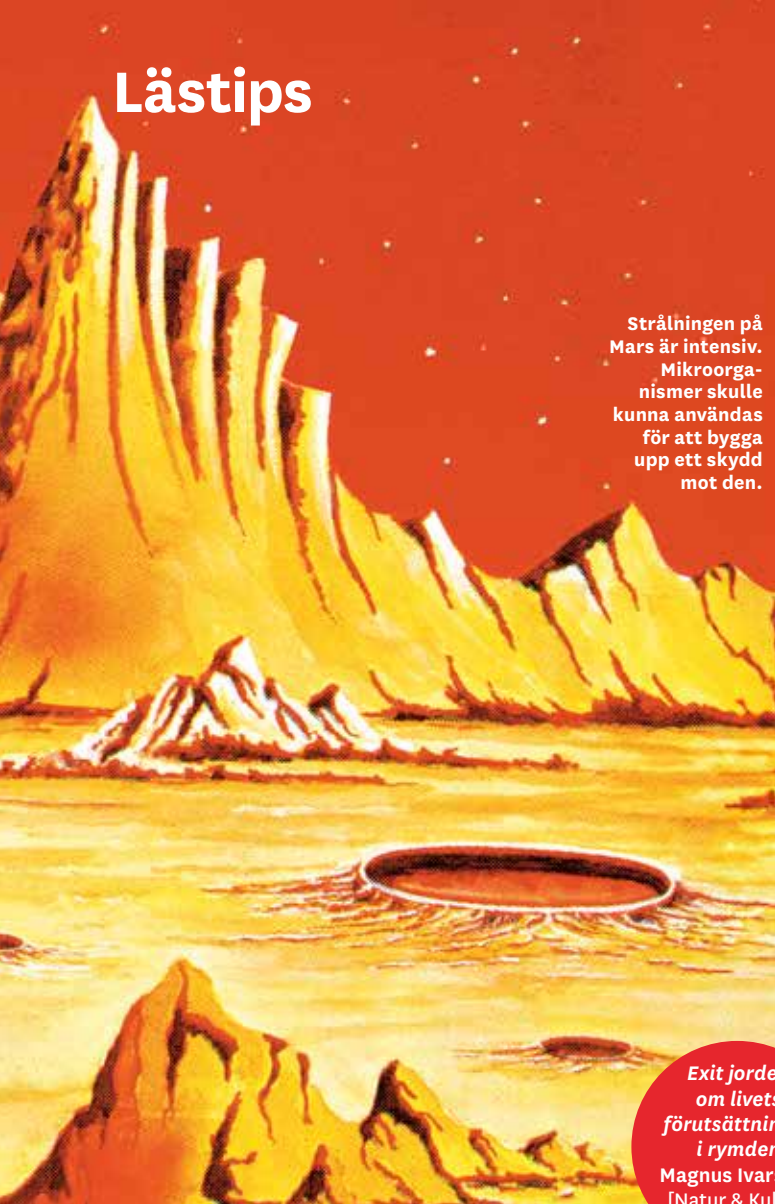
vore önskvärt när man jämför biologi och kemi. Logiskt sett borde försiktighetsprincipen säga oss att varje förlust av biologisk mångfald är ett hot mot jorden och ytterst mot vår egen existens. Sedan går det säkert bra för oss att leva en stund till även om arten X utrotas.

MEN NÅGONSTANS, någon gång, går det inte längre bra. Därför borde försiktighetsprincipen tillämpad på den biologiska mångfalden handla om att totalförbjuda utrotning av arter eller i alla fall att verkligen göra allt för att detta inte ska ske. På kemins område är det självklart att det är önskvärt med nya läkemedel och andra insatskemikalier. Men försiktighetsprincipen här borde indikera motsatsen, nämligen att nya substansers ofarlighet – inte bara när det gäller akuttoxicitet gentemot människor utan även ekotoxicitet, hormonell påverkan etcetera – måste bevisas innan den kommersiella kemiska mångfalden tillåts öka.

Visst görs det ansträngningar i dessa riktningar såväl inom biologin som inom kemien i takt med att den biologiska mångfalden minskar och den kemiska mångfalden sprider sig över världen. Denna spridning sker till stor del genom det sötvatten vars långsiktiga och tillräckliga tillgång och renhet – i likhet med klimatet och den biologiska mångfalden – utgör en av mänsklighetens stora ödesfrågor att lösa.

BORDE DET INTE vara hög tid för oss kemister att börja gruppera ämnen och övertyga juridiken om att det är bättre att relatera till klasser av ämnen än att betrakta enstaka ämnen var för sig? Den kemiska mångfalden visar inga tecken på att hejdas. Dess negativa konsekvenser måste problematiseras och hanteras framgent. ◦

Av Martin Ragnar, för Svenska Kemisamfundets Nomenklaturutskott.



Strålningen på Mars är intensiv. Mikroorganismer skulle kunna användas för att bygga upp ett skydd mot den.

Exit jorden om livets förutsättningar i rymden
Magnus Ivarsson
[Natur & Kultur, 2023]

På en fiktiv resa till Mars

Vi följer de ombordvarandes strävanden på vägen och när de har landat på den karga planeten.

EXIT JORDEN handlar som titeln antyder om människans möjlighet att lämna jorden och bosätta sig någon annanstans i universum. Från underrubriken – om livets förutsättningar i rymden – framgår att fokus ligger på hur liv kan klara sig utanför jorden, och framför allt på vår grannplanet Mars. Ämnesvalet passar väl eftersom

författaren, Magnus Ivarsson, har forskat inom geobiologi och astrobiologi vid Naturhistoriska riksmuseet efter att 2008 ha disputerat i geologi vid Stockholms universitet. Boken beskriver en fiktiv bemannad resa till Mars och om vi med hjälp av bioteknik kan transformera den karga planeten så att den blir beboelig. Handlingen utspelar sig

någon gång i framtiden i en rymdkapsel. Parallellt, men åtskilt, ges mängder med fakta som är av intresse för att förstå möjligheterna att befolka rymden. Boken inleds med att raketerna The Settler skjuts upp från Cape Canaveral i Florida och följer sedan de ombordvarandes resa till Mars och deras strävanden när de väl har landat. Episoderna i The Settler är textmässigt korta, medan de väsentligt längre faktabaserade texterna ger läsaren bakgrund till hur människan och annat liv skulle kunna klara sig på Mars eller på andra platser utanför jorden.

Författarens gedigna kunskaper i geologi märks tydligt – bland annat genom utförliga beskrivningar av plattetektonik och vad dessa plattors rörelse betyder för jordens klimat. Rörelsen ger också effekten att kratrar från meteoritnedslag suddas ut under de enorma krafter som verkar på kolliderande tektoniska plattor. Vi får även läsa om när författaren hittade svampfossil i Europas största meteoritkrater Siljansringen. Svamparna visade sig ha producerat vätgas som sedan andra mikroorganismer har använt för att producera metan – en process som verkar ha pågått i mer än 300 miljoner år. Kratrar skulle därför kunna vara platser som ger betingelser för liv under lång tid. Särskilt intressant är att det från kratrar på Mars sipprar ut metan.

VI FÅR OCKSÅ läsa kort om de fem rymdsonder, Voyager 1 och 2, Pioneer 10 och 11 samt New Horizons, som skickats ut i den interstellära rymden. Betydligt mer detaljer ges om strövaren Perseverance som landade på Mars 2021. I det fallet medverkade författaren i valet av landningsplats, vilken dock i slutändan inte blev den han förespråkade.

Boken betonar betydelsen av biologi och mikroorganismer,

snarare än teknikens roll, för att befolka andra planeter. Den berättar om små björndjur som är så tåliga mot rymdens strålning och låga temperaturer och tryck att de kan överleva utanför jordens skyddande atmosfär. Det är spännande att läsa om hur olika mikroorganismer skulle kunna användas i en mängd olika syften för att underlätta en kolonisering av rymden. De är små och därför lätta att transportera. De är tåliga, klarar olika miljöer och kan leva på material som finns på Mars. I ett försök att terratransformera Mars skulle de kunna användas för att bilda bland annat syre, men även för att bygga upp skydd mot den intensiva strålning som

när ytan på Mars i och med att planeten inte har den skyddande atmosfär som jorden har.

I bokens avslutande kapitel spekulerar författaren om hur vi människor skulle komma att utvecklas på Mars under det evolutionstryck som livsbetingelserna där ger upphov till.

HANDLINGEN I BOKEN berättas av författaren. Språket är enkelt och lätt att förstå, ofta med förklarande liknelser eller detaljerade exempel. I de episoder som utspelar sig i The Settler berättar författaren om de ombordvarandes upplevelser under färden.

Magnus Ivarsson vill öka kunskapen om vad en rymdresa innebär och möjligheterna att befolka en annan planet. Det handlar inte främst om tekniska framsteg, utan om att använda bioteknik och mikroorganismer. *Exit jorden* är en trevlig och lättläst bok som innehåller mängder med fakta och oerhört många aspekter på att överleva på en annan planet. Boken kan läsas utan särskilda bakgrundkunskaper och kan rekommenderas för alla som har intresse av rymden och livets villkor därute. ◊

Av Gunnar Nyman, professor i fysikalisk kemi vid Göteborgs universitet.



Vapeninspektörens berättelse

Fredskemisten är en lockande titel. Och boken är spännande. Den handlar dock mer om diplomati än om kemi, tycker [ULLA NYMAN](#).

ORDET KEMI FÖRKNIPPAS ofta med otrevliga saker: explosioner, förgiftningar och kemiska vapen. För att bara nämna några. Kan-ske just därför är *Fredskemisten* ett riktigt, riktigt bra namn på en bok. Även om man som kemiälskare får ett litet sting i hjärtat av att tänka på varför det är så välfunnet. Men trots denna invändning är det mycket glädjande att bilden vidgas av vad man kan jobba med som kemist.

Åke Sellström disputerade i histologi vid Göteborgs universitet 1975. Hans forskning har handlat om kemiska vapens effekter på nervsystemet och på utvecklingen av nya medicinska motmedel. Forskningen genomfördes vid FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, i Umeå och vid Europeiska CBRNE-centret (internationell beteckning för kemiska, biologiska, radiologiska, nukleära och explosiva ämnen) vid Umeå universitet som Åke Sellström var med och grundade 2007.

MEN DET ÄR inte Åke Sellströms liv som forskare som är det bärande temat i boken som han har skrivit tillsammans med Sara Nygren. I stället är det hans arbete som vapeninspektör för FN som är i fokus. Vi får en inblick i det diplomatiska spelet kring kemiska och biologiska vapen och hur stormakterna inte alltid agerar utifrån fakta. Det är en spännande historia. Särskilt berättelsen om hur han som ledare för en grupp vapeninspektörer besökte Syrien 2013. Där har Åke Sellström och hans team i uppgift att leta efter bevis på att nervgas använts i striderna mellan den syriska regimen och oppositionen. Mitt under brinnande inbördeskrig. Ett

Fredskemisten
Åke Sellström
med Sara Nygren
[Forum, 2023]

uppdag som Åke Sellström fick personligen av FN:s general-sekreterare Ban Ki-moon.

Det är en historia som Åke Sellström berättat tidigare. I sitt sommarprat i P1 2022 beskriver han hur han bestämde sig för att ta uppdraget trots att han efter en lång karriär som FN-medarbetare, lovat sin familj att det inte skulle bli några fler krig för hans del. Det är spännande att läsa om, även om man som jag har hört historien tidigare.

En parallell historia utgörs av berättelsen om Adham. Även den är hämtad från ett

radioprogram som Åke Sellström medverkat i. Adhams vittnesmål ger en intressant och skrämmande inblick i hur det var att leva i Syrien före och under inbördeskriget samt efter att regimen tagit kontroll över de områden som under en tid kontrollerades av oppositionen. Vi får även veta lite om hur den som varit tvungen att fly påverkas av erfarenheten från kriget och av att ha sin familj kvar i Syrien.

I radioprogrammet funkade det bra att

klippa mellan Åke Sellströms berättelse och Adhams och en annan syrisk flyktings vittnesmål från kriget. I boken fungerar det sämre.

Först i slutet får man reda på att Åke Sellström bett Adham om att få ta med hans berättelse i

boken. Kanske hade det varit bättre om läsaren fått veta det redan i början av boken. Olika medier kräver ju olika upplägg för att det ska fungera för den som ska ta till sig berättelsen.

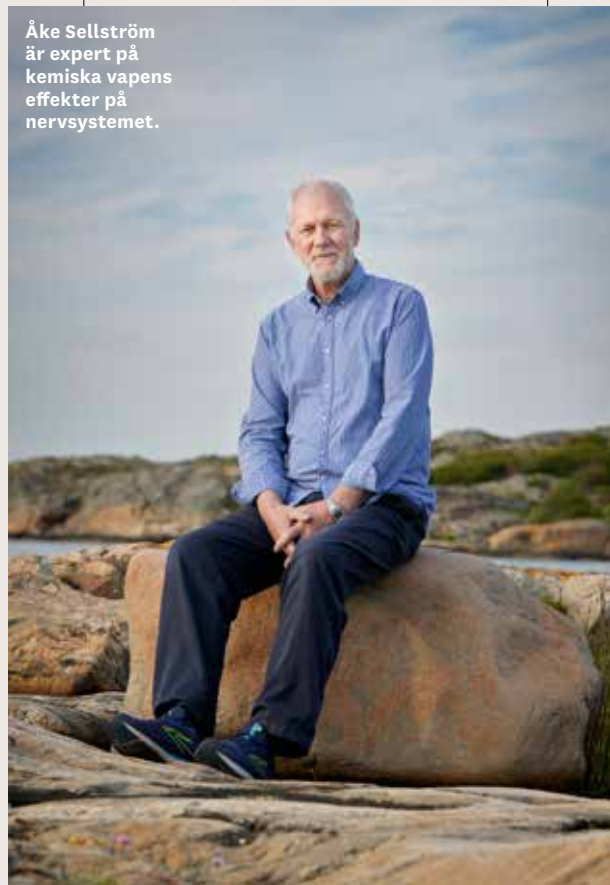
Över huvud taget tror jag att boken hade mått bra av mer arbete med strukturen. I olika kapitel beskrivs olika faser i Åke Sellströms liv. Vi får vet att han hade det käm-

piggt med att passa in i skolan som barn, men även i viss mån hade svårt att komma igång som forskare. Åke Sellström beskriver hur det kom sig att han blev intresserad av kemi, men också av världen och politik. Hur han värvades till FN och om arbetet för att avrusta Irak från massförstörelsevapen och om de efterföljande undersökningarna vars mål var att kontrollera att Irak inte byggde upp nya kemiska och biologiska vapenprogram. Vi får även veta en del om hur kemiska och biologiska vapen fungerar.

DET SPRETAR ALLTSA LITE.

Sammantaget ger dock boken en mycket intressant inblick i FN:s verksamhet och det mödosamma arbetet med att samla in naturvetenskapliga fakta som förhoppningsvis kan leda till mer fred i världen. Sista kapitlet heter Vapeninspektörens testamente. Det sammanfattar rätt bra vad boken handlar om. Kanske hade det varit en mer rättvisande, om än inte riktigt lika intresseväckande, titel. ◦

Ulla Nyman är ordförande i redaktionsrådet för *Kemisk Tidskrift*.



Åke Sellström är expert på kemiska vapens effekter på nervsystemet.

Nya uppdrag och utmärkelser



Kristina Edström, professor i oorganisk kemi vid Uppsala universitet, samt chef för Ångström advanced battery centre, får Bror Holmberg-medaljen 2023 av Svenska Kemisamfundet. Hon belönas för framstående insatser inom svensk och internationell batteriforskning.



Eva Malmström Jonsson, professor i ytbehandlingsteknik vid KTH och föreståndare för Wallenberg wood science center, har valts in i klassen för tekniska vetenskaper i Kungliga Vetenskapsakademien.



Anna Ledin, miljö- och analytisk kemist och tidigare professor vid bland annat KTH, är ny generaldirektör för Havs- och vattenmyndigheten.



Roland Lindh, professor i teoretisk kemi vid Uppsala universitet, har valts in i International academy of quantum molecular science, IAQMS. I dag är endast två av de 133 medlemmarna svenskar. Den andra är professor Per Siegbahn.



Karl Börjesson, professor vid Göteborgs universitet, får ERC consolidator grant som riktas till forskare sju till

tolv år efter doktorsexamen. Han ska undersöka så kallade exciton-polaritoner, hybridtillstånd som bildas när ljus och materia kopplas samman starkt.



Även **Anneli Kruve**, docent vid Stockholms universitet, får stödet, till ett projekt fokuserat på att bättre förstå giftiga kemikalier i miljön och i konsumentprodukter. Bidraget är i genomsnitt på motsvarande drygt 22 miljoner kronor under fem år.



Ulla Nyman, tidigare chef för opinionsbildning på Ikem och ordförande i redaktionsrådet för Kemisk Tidskrift, får Gunnar Starck-medaljen 2023 för sitt engagemang för och arbete med att väcka intresset för kemi och angränsande områden hos barn och unga.



Jonas Bergquist, professor i analytisk kemi och neurokemi vid Uppsala universitet, **Katarina Gårdfeldt**, direktör för Polarforskningssekreteriatet samt **Anna Norström**, enhetschef på Rise, har valts in i IVA:s avdelning Kemiteknik. Samtidigt har **Per Alfredsson**, civilingenjör i kemiteknik och vd för Astra Zeneca i Sverige, och **Ylva Williams**, vd för Stockholm science city, valts in i avdelning Bioteknik. **Ida-Maria Sintorn**, teknikchef vid Vironova, är ny ledamot i avdelningen Teknikens grunder och gränsområden.



André Ohlin är pedagogiskt meriterad lärare.

”Jag tycker om att undervisa”

Umeå universitet vill höja kvaliteten i undervisningen med pedagogisk meritering.

UNGEFÄR HÄLFTEN AV alla lärosäten i Sverige har någon form av pedagogisk meriteringsmodell, enligt en inventering som gjordes av forskare vid Umeå universitet och Mälardalens högskola 2021. Flest meriterade pedagogiska lärare finns just i Umeå – 349 av omkring 1 000 totalt.

André Ohlin är universitetslektor i kemi och även pedagogiskt meriterad lärare.

– Det är ett erkännande på att man är eller är på väg att bli en bra lärare, säger han och jämför med den engelska översättningen recognised (erkänd) university teacher, säger han.

För att kunna få titeln krävs att man är anställd vid universitetet, har minst fem års undervisningserfarenhet och tio veckors högskolepedagogisk utbildning.

André Ohlin har doktorerat i oorganisk kemi på EPFL i Schweiz, varit postdoktor i Kina och USA och därefter universi-

tetslektor i Australien i fem år. Där är det vanligt att lektorer också tar en examen i att undervisa i högre utbildning.

– Jag tyckte det var bra att ha på cv:t om jag ville flytta tillbaka till Australien.

I Umeå läste han kurser i pedagogik och lärande stöd för att bli docent. Nu undervisar han i bland annat kemins grunder, beräkningskemi, molekylär spektroskopi och farmaceutisk kemi.

– Jag tycker om att undervisa. Det har utvecklat mig mycket.

André Ohlin är för närvarande den enda på kemiska institutionen som har titeln.

– Institutionen vill att fler ska ansöka. Men mitt intryck är att många tycker att det är tidskrävande att bli pedagogiskt meriterad och att nyttan för individen inte är klar. Om inte universitetet ser det som en merit när man söker tjänster, är det inte så attraktivt, säger han. ○

AVHANDLINGEN

Ny metod hittar gifter i lägre doser

GRETA NILÉN har undersökt hur blandningar av giftiga kemikalier kan påverka fiskars utveckling. Syftet är att ta fram nya metoder för att bedöma risker.

NÄR MAN I DAG gör riskbedömningar av förorenade områden tittar man på ett ämne i taget. I miljön finns dock gifterna ofta samlade som i en stor cocktail. Tillsammans kan de ha en annan effekt än de har var för sig.

Greta Nilén har i sin avhandling vid Örebro universitet undersökt hur blandningar av miljögifterna bensapyren, PFOS, PCB126 och arsenik påverkar bland annat zebrafiskens utveckling.

– Effekten av de flesta kombinationer, som alla fyra ämnena tillsammans, går att förutsäga med modeller. En mix av PFAS och PCB gav dock tio gånger högre giftighet än man kunde räkna fram, medan en mix av bensapyren, arsenik och PFOS gav lägre effekt, vilket kan bero på att något ämne kan inhibera ett annat.

Hon har undersökt 36 gener hos zebrafisken för att se hur blandningarna påverkar genernas uttryck och jämfört med generna hos fiskar som inte utsätts för dem.

– Varje blandning ledde till mycket specifika förändringar av genuttryck, vilket syntes i bland annat beteende, ögonutveckling, försämrat upptag av ljus i ögat, försämrad hörsel, sämre blodcirkulation och förändrad metabolism av fetter, säger hon.

Utöver att öka kunskaperna om de toxiska effekter som kemikalieblandningar orsakar, är syftet med arbetet att utveckla nya metoder som kan



”Molecular and phenotypic toxicological effects of environmental pollutants and their mixtures: A mechanistic approach”

Greta Nilén

Institutionen för naturvetenskap och teknik, Örebro universitet.

Handledare: Steffen H. Keiter, Maria Larsson, Nikolai Scherbak, Magnus Engwall.

ingå i riskbedömningen av förorenade områden.

– Genuttryck ger en bra första varningssignal på vad som skulle kunna komma senare. De skulle kunna fungera som en snabb screeningmetod för att se vilka ämnena som är giftigast i en miljö och inkluderas i riskbedömning.

I dag bedömer man främst risken för att ett ämne ska orsaka dödlighet. För att kunna mäta det krävs dock att gifterna finns i höga koncentrationer.

– Riskbedömning borde inkludera mer känsliga tester. Alla kombinationer i våra tester gav mer eller mindre effekt på beteende. Metoden är så känslig att den också kan hitta ämnen som är giftiga på lägre nivå.

Greta Nilén testade även jordprover – kontaminerade med olika polycykliska aromatiska ämnen – från en gasverkstomt i Norrköping på samma sätt. Även då påverkades zebrafiskarnas beteende och gener som är kritiska för ögonutveckling.

Försöken påminner om det hon ska syssla med på nya jobbet. I januari började hon på konsultföretaget Afry där hon ska arbeta med just kontaminerade områden. ◦



Blandningar av miljögifter – i detta fall PCB och PFOS – gav fiskar missbildningar som hjärtödem.



Studie visar hur PFAS påverkar foster

PFAS kan påverka både immunsystemet och ämnesomsättningen hos människor, enligt tidigare studier. Nu har forskare vid bland annat Örebro universitet mätt PFAS – och undersökt förändringar i metabolismen – i mänskliga foster. De har kunnat koppla PFAS-exponering till förändringar i gallsyra och i lipidmetabolism hos fostren. Studien, som är gjord på 78 frivilligt aborterade foster, har publicerats i *The Lancet planetary health*.

Det här åt vi på stenåldern

Rådjur, örting och hasselnötter hörde till det människor i Skandinavien åt för 10 000 år sedan. Det visar en studie som forskare vid bland annat Stockholms universitet publicerat i *Scientific reports*. Forskarna har analyserat dna i tuggad kåda som hittades tillsammans med rester av stenverktyg i en utgrävning norr om Göteborg för 30 år sedan. Fynden har daterats till cirka 9 700 år gamla.

Tidvattenlandskap är effektiva kolfällor

Mangroveskogar och andra våtmarker vid havet binder stora mängder kol vilket dämpar växthuseffekten. Nu visar resultat från forskning vid Göteborgs universitet, som publicerats i *Nature communications*, att denna kolfälla är mycket effektivare än man tidigare trott. Kolet binds även in till natriumvätekarbonat och följer med ut i havet när tidvattnet drar sig tillbaka.



Laborationer gjordes fram till mitten av 1800-talet ofta i bostaden, nära kvinnors dagliga arbete.

Kvinnorna i kemihistorien

Kvinnors roll i kemihistorien – och deras möjliga resultat – försvann under makens eller husbandens namn.

SEDAN 2013 DELAR Kemisamfundets oorganiska sektion ut Anna Sundström award till årets mest framstående doktorsavhandling i oorganisk kemi. Anna Sundström (1785–1871) var Berzelius hushållerska, trojänare och behjälplig

i laboratoriet. Oavsett om vi kallar henne kemist, laboratorieassistent eller hushållerska – man kan argumentera för alla titlarna – är det rätt att utdela ett pris till hennes ära.

Men Anna Sundströms verksamhet väcker också den

allmänna frågan om kvinnors roll i kemin i historien. Vad gjorde de? Och varför syns de inte mer? För det finns fler kvinnor än Anna Sundström som genom historien har verkat i och hjälpt till med arbetet i kemiska laboratorier. Den irländska författaren Maria Edgeworth skrev på 1800-talet att ”kemi är en vetenskap som passar särskilt bra för kvinnor”, eftersom den inte är ”en vetenskap man stoltserar med”, och eftersom den erbjuder sysselsättning, oändlig variation, inte kräver kroppslig styrka, utövas ”tillbakadraget”, samt att den på grund av sin närhet till verkligheten bemästrar fantasin.

KANSKE ÄR ”tillbakadraget” förklaringen till att kvinnorna inte syns i kemihistorien. Kemin fram till mitten av 1800-talet försiggick ofta i bostaden. Inte minst utnyttjade kemisterna köket – den kvinnliga arbetsplatsen i ett hem – för sina försök. Det betydde också att kvinnorna kom närmare kemin samtidigt som det dagliga arbetet i köket lärde dem ett hantverk som kunde användas vid kemiska försök. Kvinnornas eventuella resultat, om de över huvud taget publicerades, försvann däremot anonymt under makens, broderns eller husbandens namn.

Anna Sundströms ställning var inte unik. Skrapar vi på ytan eller letar i kemistens närmas-te omgivning hittar vi många exempel. Ett är Sara Pohl, Scheeles hushållerska, som ibland skymtar förbi i texterna som ”behjälplig”. Ett annat är Ida Sofia Adolfinna Anderberg, 1800-talsapotekaren Anders Wilhelm Anderbergs maka. Hon var den färgblinda apotekaren ”till ovärderlig hjälp” vid klassificering av mineraler, med följd att hon ”deltog mer och mer samt med stegrad intresse i mannens arbete”.

ANNA SUNDSTRÖM brukar kallas Sveriges första kvinnliga kemist. Även Louise Hammarström (1849–1917) räknas ofta som det. Hon var förmod-

ligen den första kvinnan i Sverige som försörjde sig som kemist. Hon var assistent vid A. W. Cronquists kemisk-tekniska byrå i Stockholm, men flyttade 1882 till Bergslagen, där hon arbetade vid olika järnbruk. 1893 öppnade hon en kemisk analysbyrå i Kopparberg. Tidsskriften Idun berättar i början av 1900-talet att hon köpt ett hus där hon ”inredde [ett] laboratorium” för sina analytiska försök – kök och laboratorium låg nära varandra. Hon anställde också två assistenter, Elsa Cronquist och Maria Lejdström. Louise Hammarström publicerade aldrig något, men det är troligt att en del av hennes arbete finns i de artiklar Cronquist publicerade, framför allt rörande arsenikanalyser, vilket blev Hammarströms specialitet.

MEN IDUN HADE också en förklaring till varför kvinnor var särskilt lämpliga för kemi, och vi hör ett eko från Maria Edgeworth: ”Den alltid lätta kvinnohand som mera sällan ’drumlar åstad’, utan återställer hvarje föremål på sin plats, och som dag efter dag ej tröttnas i synbart enformigt arbete, erbjuder betingelser för likformighet i arbete, just där likformighet är alldeles nödvändig – vid kemisk analytisk verksamhet.” Enda gången männen egentligen behövs, när kvinnor ägnar sig åt kemi, är vid ”krossning och malning af malmer o. d.”.

Varför skulle kvinnor passa bättre för kemin än för exempelvis fysik? Frågan tycks absurd – och är det. Men varför finns fler kvinnliga Nobelpristagare i kemi än i fysik? Och varför är antalet kvinnliga studenter i kemirelaterade ämnen större än i fysikrelaterade vid våra lärosäten? Bara statistik? Knappast, svaret får vi nog leta efter i kulturella och sociala strukturer. ◻

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

BERZELIUSDAGARNA 2024

Nobelt besök på Berzeliusdagarna

Berzeliusdagarna i januari 2024 bjöd på många inspirerande föreläsningar. En av föreläsarna var Nobelpristagaren David MacMillan.

BERZELIUSDAGARNA är Kemisamfundets årligen återkommande möte för gymnasieelever med ett intresse för kemi. Elevernas deltagande finansieras med hjälp av stipendier från stiftelser, företag och skolor. Under mötet får de lyssna på inspirerande föreläsare som arbetar inom kemins värld, ta del av en utställning och knyta kontakter med andra, likasinnade gymnaster.

Föreläsningarna hölls av bland andra Ann Brink från KTH och Tullverket, Joakim Larsson från Göteborgs universitet och Jean-Francois Boily från Umeå universitet.

Den sista presentationen – Chemistry is everywhere and catalysis is the future – hölls på engelska av Nobelpristagaren David MacMillan från Princeton university. Han inledde med att berätta om sin uppväxt i Skottland i en by där ingen tidigare hade studerat på universitetsnivå. När hans storebror valde att läsa fysik på universitetet blev många förvånade och föräldrarna utgick ifrån att det berodde på att han var för lat för ett fysiskt krävande arbete.

– När mina föräldrar såg att han efter sina studier hade en inkomst som motsvarade vad min

far fick efter årtal av arbete var deras besked till mig klart: Du ska plugga på universitetet! berättade David MacMillan.

Det visade sig dock att fysik inte passade honom men snart hittade han sitt kall inom kemins värld.

David MacMillan berättade om sin forskning och om karriären och förklarade kemin bakom Nobelpriset i kemi 2021. Han talade också varmt om livet som forskare.

– En universitetsexamen är som ett pass till hela världen som gör att man kan få åka vart man vill för att göra det man vill, sa han.

Ulla Nyman, tidigare chef för opinionsbildning på arbetsgivarorganisationen Ikem, fick ta emot Gunnar Starck-medaljen – Svenska Kemisamfundets pris för framstående pedagogisk verksamhet på kemins område. Den delades ut av Karolina Broman, Kemisamfundets utbildningsnämnd, till rungande applåder.

VINNARE!

Agnes Hermansson och Enzo Shah lottades som vinnare i tävlingen Vilket är ditt favoritgrundämne? Deras favorit är helium. Mest populärt bland elevernas bidrag var dock grundämnet kol.



ANNONS



Welcome to Sweprot 2024!

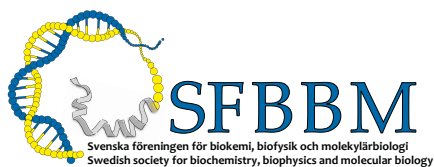
The 27th Conference on Macromolecular Structure and Function

Follow in the footsteps of several Nobel laureates before you – travel to Tällberg for the prestigious Sweprot conference!

When? June 14-17 2024

Where? Tällberg, Dalarna, Sweden

Register at sweprot.se



**SVENSKA
KEMISAMFUNDET**
The Swedish Chemical Society

