

ALLKEMI

TIDNINGEN FÖR BLIVANDE KEMISTER



Så blir plasten ett ännu bättre miljöval

FÖLJ MED TILL EUROPAS STÖRSTA ÅTERVINNINGSANLÄGGNING FÖR PLAST

#2/2019

GIFTATTACK Så mördades
regimkritiker under kalla kriget.

NYTT PERIODISKT SYSTEM
Nu kartläggs kroppens proteiner.

UPPTÄCKT Därför började
vi borsta tänderna med fluor.

FORSKARSKOLA Jakt på
kokain i Alfred Nobels hus.

Vi måste hålla koll på kolet

Slutet på Internationella året för periodiska systemet närmar sig. En liten atom som jag inte tycker att vi har pratat tillräckligt mycket om under året är kolatomen. Det är ju kol, i form av koldioxid, som spelar störst roll för klimatkrisen. Och klimatkrisen är ju, med all rätt, mycket omtalad just nu.

Det finns bara ungefär 0,018 procent kol i jordskorpan, ändå är grundämnet ett av de tjugo vanligaste. Och tur är väl det. Kolatomen är en av livets grundstenar, den ingår i alla djur och i alla växter. Dessutom ingår den i massor av annat som vi har nytta av, från trä och plast, till läkemedel och rengöringsmedel. Av antalet kända kemiska föreningar är 94 procent kolföreningar.

Så vi borde verkligen vara rädda om kolatomen och inte låta den smita iväg från sitt kretslopp mellan växter och luft och därigenom öka andelen koloxid i luften, med negativ inverkan på klimatet som resultat. Om vi inte får stopp på kolläckaget kommer vi aldrig att komma till rätta med klimatkrisen.

I det här numret av Allkemi kan du läsa om två spännande projekt som i grunden handlar om återvinning av kolatomer. Den nya plaståtervinningsanläggningen i Motala är ett steg på vägen mot att spara på kolet genom att öka andelen plast som går till materialåtervinning i stället för till förbränning. Perstorps försök med att tillverka metanol av koldioxid minskar användningen av fossil råvara och därmed koldioxidutsläppen.

Dessutom får du förstås massor av andra spännande nyheter från kemins värld.



Trevlig läsning!

Ulla Nyman

Ulla Nyman

»Kemister kallas de, som förstått att utreda vad hvarje sak består utaf, och huru man af beståndsdelarne må kunna sammansätta nya ämnen. Kunskapen härom kallas Kemi. Den störste kemisten var vår landsman Jacob Berzelius, som föddes 1779 i Wäfwersunda i Östergötland och dog i Stockholm 1848.«

Ur N.J. Berlin, »Läsebok i Naturläran för Sweriges allmoge«, 1852.
Källa: Nationalencyklopedin

ALLKEMI #2/2019
UPPLAGA 20 000

ALLKEMI

Ges ut av IKEM – Innovations- och kemiindustrierna i Sverige och bygger på artiklar från Kemisk Tidskrift och kemikarriär.se.

VILL DU PRENUMERERA?

Som elev eller lärare kan du beställa en gratisprenumeration på:
www.allkemi.nu

FRÅGOR OM DIN PRENUMERATION?

Industrilitteratur
0150-133 30
info@industrilitteratur.se

PRODUKTION

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Redaktör: Jonas Mattsson
jonas.mattsson@vetenskapsmedia.se
Grafisk form: Anders Svensson
Korrektur: Cecilia Christner Riad

SKRIBENTER

Maria Björnsdotter, Ulf Ellervik, Siv Engelmark, Catarina Gisby, Ulla Karlsson-Ottosson, Jonas Mattsson, Ulla Nyman, Louise Tottie

POSTADRESS

IKEM – Innovations- och kemiindustrierna
Box 55915, 102 16 Stockholm

TRYCK

Pipeline Nordic, 2019

OMSLAG

Istockphoto



4. Blänkare

Nobelpriset i kemi. Koldioxid blir metanol. Biokemi nytt verktyg för arkeologer. Kvinnlig pionjär hyllas med staty.



8. Plast tur och retur

I en toppmodern anläggning tas stora steg mot att göra plast till ett miljövänligare material.



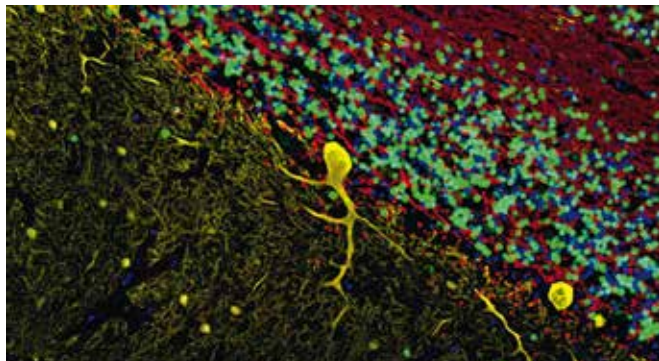
7. Nytt fynd i Ytterby

Åtta grundämnen har upptäckts i Ytterby gruva. Nu finns mycket som tyder på att en ny variant av ett mineral har hittats i gruvan.



10. Kalla krigets lömska mord

Giftangrepp med paraplyer som dolda vapen var en metod som öststaterna använde för att mörda regimkritiker.



13. Unika kartor över proteiner

Svenska forskare leder arbetet med att skapa ett periodiskt system över människans byggstenar.

5. Hur är det att jobba i kemiindustrin?

14. På jakt efter kokain i Nobels hus

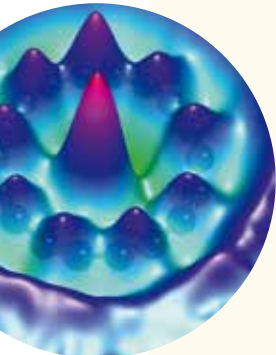
15. Så uppfanns fluortandkrämen

Ring av rent kol

Forskare i Storbritannien och Schweiz har för första gången lyckats syntetisera en ringformad molekyl – gjord av 18 kolatomer. Ringen är, liksom diamant, grafen, nanorör, grafit och fullerener, en variant av kol. Fullerener upptäcktes 1985 i ett laboratorieexperiment av forskarna Richard Smalley, Karold Kroto och Robert Curl, som elva år senare belönades med ett Nobelpris för upptäckten.

Den kanske mest kända fullerenen är den bollformade kol 60, som består av sextio kolatomer som ligger ordnade i fem- eller sexkantiga figurer, ungefär som mönstret i en fotboll. Tittar man närmare på den kan man se att alla kolatomer binder till tre andra kolatomer.

Forskare har därför spekulerat och teoretiserat om ifall det skulle gå att göra en variant där en kolatom binder till två andra kolatomer. Det skulle i så fall bli en molekyl med en cyklisk struktur. En sådan ringformad molekyl har alltså forskarna, som är verksamma vid universitetet i Oxford och vid IBM i Zürich, nu lyckats syntetisera. De har använt en ovanlig syntesmetod – en blandning av organisk kemi och atomkraftmikroskopi. Arbetet har publicerats i den vetenskapliga tidskriften *Science*.



Kemisten Jacob Berzelius (1779–1848) översatte hela kemins till atomteoriens språk och dominerade i decennier sin vetenskap i högre grad än vad någon enskild kemist senare har gjort.



Inspireras att bli kemist!

31 januari–1 februari 2020 hålls Berzeliusdagarna för 65:e gången. Arrangemanget samlar varje år omkring 350 gymnasister från hela Sverige.

– Syftet är att främja kemiintresset och hjälpa gymnasieelever som vill läsa kemi att hitta rätt, säger Bengt Persson, som är professor i bioinformatik vid Uppsala universitet och ordförande i Berzeliuskommittén.

Kommittén planerar vilka som föreläser under Berzeliusdagarna, som hålls i Aula Magna vid Stockholms universitet. Alla stora universitet – Stockholms, Uppsala och Umeå universitet, Chalmers, KTH och KI – plus några mindre är på plats. [Läs mer på www.berzeliusdagarna.se](http://www.berzeliusdagarna.se)

Biokemi hjälper arkeologer

Forskarna vid arkeologiska forskningslaboratoriet vid Stockholms universitet är flitiga användare av dna-analys.

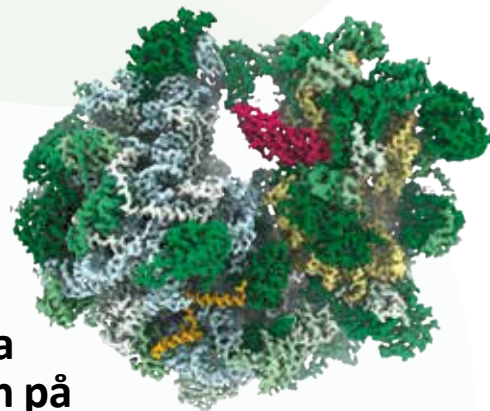
– Med dna-teknik kan vi besvara nya frågor om exempelvis släktskap, könsbestämning och migration, säger Anders Götherström, som är professor på Institutionen för arkeologi och antikens kultur vid Stockholms universitet.

Han och hans kolleger har undersökt en tiotusen år gammal bit kåda med hjälp av dna-sekvenseringsutrustningen på Science for Life laboratory i Solna. Kådan är full med tandavtryck och forskarna tror att den har använts som lim för att fästa exempelvis en flintegg på ett träskaft.

Sekvenseringen visar att dna i tandavtrycken kommer från tre olika individer som bodde i området för omkring tiotusen år sedan.

– Det är det äldsta mänskliga dna som hittills analyserats från Skandinavien, säger Anders Götherström.

Resultaten stärker vad tidigare fynd visat om skandinavers ursprung. Människor som kom efter att landisen försvunnit kom från två områden, från sydväst och från öst. De nya dna-spåren visar en nära genetisk samhörighet med människorna som kom från sydväst.



Första bilden på proteinmaskinen

Forskare vid Umeå universitet har lyckats skapa en bild av den minsta, kända proteinsyntesmaskinen – ribosomen. För att skapa bilden har de använt avbildningstekniken kryoelektronmikroskopi. Tekniken gör det möjligt att visa tredimensionella strukturer av komplexa molekyler så skarpt att man till och med kan urskilja enskilda atomer.

Ribosomens proteiner är färgade i olika nyanser av grönt på bilden. De proteiner som har upptäckts av Umeåforskarna är färgade i orange och rött. Ribosomalt RNA är färgat i ljusblått och gult.

Det finns många karriärmöjligheter inom kemibranschen. Amir Hamzavi har pluggat på Chalmers och arbetar som säljare på Univar Solutions.

”Jag får vara mig själv till 100 procent”

Som key account manager tar Amir Hamzavi på Univar Solutions hand om företagets nyckelkunder. Det är dessa kunder som står för en stor del av omsättningen och som därför är extra viktiga för företaget.

– Min roll är att inte bara sälja våra produkter till våra kunder utan att bibehålla och utveckla en god relation och tillgodose deras behov.

Amir Hamzavi har läst civilingenjörsprogrammet på Chalmers kemi-teknik och sedan tagit en master inom material- och nanokemi.

– Det var en väldigt bra utbildning. Den var tuff, men den var otroligt bred. Man lärde sig väldigt mycket. Den var utmanande, men samtidigt väldigt rolig.

Amir Hamzavi tycker att han har nytta av sin kemiutbildning även om han självklart inte använder allt han lärt sig.

– Nyttan med min Chalmersutbildning är att jag förstår mina kunder. Jag



Amir Hamzavi läste civilingenjörsprogrammet på Chalmers innan han tog en master.

förstår vad de jobbar med och det viktigaste av allt, att jag inger förtroende.

Amir Hamzavi är född i staden Shiraz i Iran och kom till Sverige tillsammans med sin familj 1990 när han

var sex år. Amir kommer inte ihåg så mycket av hur det var att komma till Sverige, men han tycker att han har nytta av sin bakgrund i sitt nuvarande arbete.

– Eftersom att jag har vuxit upp med två kulturer, den persiska och den svenska, så har jag fått en bättre förståelse för andra och deras bakgrund. På det sättet har det inspirerat mig att nå ut och knyta kontakt till fler människor.

AMIR HAMZAVIS KUNDER finns spridda över nästan halva Sverige. Han reser mycket och tycker att han har turen att ha ett arbete där han själv får lägga upp jobbet varenda dag.

– Det roligaste med mitt arbete är jag får chansen att vara mig själv till 100 procent. Jag är en väldigt social människa och älskar att skapa nya kontakter, diskutera och göra affärer. Och samtidigt kan jag använda mina kunskaper i kemi, säger Amir Hamzavi. *Ulla Nyman, IKEM*

EFTERFRÅGAD

Kemikunniga personer kan arbeta på alla nivåer i företag. Är du praktiskt intresserad är den treåriga utbildningen till högskoleingenjörer i kemi ett bra val. Vill du ha mer teoretiska inslag är studier till kemivilingenjör eller kemistudier på

högskolor och universitet det givna valet.

Att bli lärare i naturvetenskapliga ämnen ger långsiktigt säkra jobb. I dagsläget råder det stor brist på lärare i matematik och naturorienterade ämnen för grundskolans senare år och för gymnasiet.

KEMIKARRIÄR.SE

Det finns förstås massor av andra spännande jobb inom kemiindustrin. Fler intervjuer och information om vilka utbildningar som leder till ett jobb i kemibranschen hittar du på kemikarriar.se.

De gör metanol av koldioxid

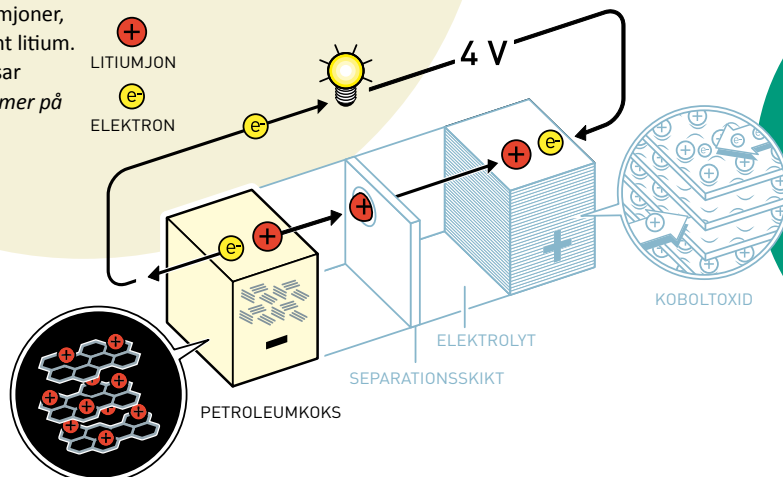
Metanol tillverkas i dag ofta av fossil naturgas. Kemiföretaget Perstorp undersöker nu om alkoholen i stället kan tillverkas av koldioxid. Syftet med projektet är både att minska utsläppen och att ersätta fossil råvara.

– Som kemiföretag har Perstorp ett stort ansvar för att bedriva en hållbar verksamhet. Vår långsiktiga ambition är att upphöra med användningen av ändliga material och i stället ställa om till förnybara och/eller återvunna material, säger Anna Berggren, som är affärsutvecklingschef vid företaget.

Metanol är en vanlig råvara inom kemiindustrin. Perstorp använder den för att producera polyoler och formiater, som ingår i många vardagsprodukter, som färg och lack, kompositmaterial, tvättmedel, lim, kosmetika och syntetiska smörjmedel. Metanol används också i företagets tillverkning av ftalatfria mjukgörare.

Kemipriset går till skaparna av "en laddningsbar värld"

Årets Nobelpris i kemi belönar tre forskare som bidragit till utvecklingen av litiumjonbatteriet, som är lätt, laddningsbart och återfinns i allt från mobiltelefoner till bärbara datorer och elbilar. I presentationen av priset talas det om hur litiumjonbatteriet "möjliggör ett fossilfritt samhälle". Det var under oljekrisen på 1970-talet som Stanley Whittingham utvecklade det första litiumbatteriet, genom att dra nytta av litiumets drivkraft att släppa ifrån sig sin yttersta elektron. År 1980 fördubblade John Goodenough den positiva elektrodens potential, vilket gav kraftfullare batterier. 1985 utvecklade Akira Yoshino vidare sina medpristagares batterier genom att eliminera litiumet och i stället basera batteriet helt på litiumjoner, som är säkrare än rent litium. Illustrationen intill visar Yoshinos batteri. *Läs mer på www.nobelprize.org*



En lysande kemiingenjör

År 1917 blev Vera Sandberg den första kvinna i Sverige som tog ingenjörsexamen. Hon läste kemi på Chalmers tekniska högskola. Nu har lärosätet rest en staty till hennes minne. Den avbildar Vera Sandberg i labbet. Hennes överkropp och armar rör sig mot kolvar och kärl i labbuppställningen framför. På kvällen lyser laboratorieglasen upp. De är gjutna i epoxiplast med lite pigment i nedre lagret. Inuti sitter lysdioder som styrs av en dator.

Vera Sandberg växte upp i Blekinge, där hennes mor drev familjens pappersbruk. När hon som nittonåring år 1914 började på Chalmers var hon den enda kvinnan av totalt omkring 500 studenter. Hon lär ha fått tentera sig in på utbildningen, medan de manliga studiekamraterna antogs på sina betyg.

Efter examen fick hon arbete på Skandinaviska raffinaderiet i Partille, därefter Oljefabriken i Karlshamn, Helsingborgs gummi-fabrik och Sieverts kabelverk i Sundbyberg. År 1937 gifte hon sig och slutade yrkesarbete. Vera Sandberg dog på julafton 1979, 84 år gammal.

Hon har därefter gett namn åt bland annat en allé och ett konferensrum på Chalmers. IVA:s studentråd delar varje månad ut utmärkelsen Månadens Vera till en ingenjör som är kvinna.

O₂

Nobelpriset i fysiologi eller medicin 2019 går till William G. Kaelin Jr., Sir Peter J. Ratcliffe och Gregg L. Semenza "för deras upptäckter av hur celler känner av och anpassar sig efter syretillgång". Det har lett till nya strategier för att bekämpa bland annat blodbrist och cancer.

Det bubblar i Ytterby

Ytterby gruva på Resarö i Stockholms skärgård har lockat kemister från hela världen i mer än 200 år. Åtta grundämnen har upptäckts där: yttrium, ytterbium, terbium och erbium (namngivna efter Ytterby), holmium (efter Stockholm), skandium (efter Skandinavien) tulium (efter Thule, antikt namn för Skandinavien) och tantal (efter Tantalus i den grekiska mytologin) – och kanske också en ny variant av ett mineral.


Mineralet är birnessit, en manganoxid. Den i Ytterby innehåller ovanligt mycket sällsynta jordartsmetaller, som sitter så hårt fast att de kan vara inkorporerade i mineralstrukturen. I så fall kan Ytterby-birnessiten vara en ny variant av detta mineral, berättar forskaren Susanne Sjöberg, som skriver på en avhandling om interaktionen mellan mikroorganismer och mineral i gruvan.

– Bubblorna på bilden uppstår då en biofilm av bakterien *nevsikia* fångar gas som avges från bergsprickor. Gasen i bubblorna har nästan samma sammansättning som luften i gruvan. Biofilmen är tät och släpper inte igenom gasen, säger hon.

I Ytterby bröts kvarts och fältspat som användes för att tillverka porslin i Rörstrands- och Gustavsbergfabrikerna. Gruvdriften lades ner 1933 och under kalla kriget användes gruvan som bränslelager.

UTMÄRKT!
I april avtäcktes en plakett som visar att Ytterby gruva har utsetts till *Historical landmark* av European Chemical Society.

Cirkeln sluts



I maj öppnade Europas största plaståtervinningsanläggning, i Motala. Det är här plastförpackningarna vi lägger i den gröna återvinningscontainern hamnar.

Svensk Plaståtervinning finns i Motala företagspark, i det som en gång var Electrolux lokaler. 265 miljoner kronor har investerats i anläggningen.

Truckar i skytteltrafik kör bal efter bal av sammanpressat plastavfall in i den stora industrilokalen. Här är högt i tak och bullrigt. Öronproppar är nödvändiga. Bullret orsakas av en stålkonstruktion som står i ena änden av det enorma rummet. Det är den som är Anläggningen. En för svenska önskemål skräddarsydd jättemaskin, helt automatiserad, som sorterar plast utifrån både storlek och färg. All plast som passerat maskinen körs sedan i nya balar härifrån, mestadels till Tyskland där den tvättas och granuleras, det vill säga blir till små, små korn. Därefter förvandlas den återvunna plasten till nya plastförpackningar. Som vi köper och återvinner. Cirkeln är sluten.

– Vår vision är att samtliga plastförpackningar som passerar våra hushåll ska bli nya plastprodukter, säger Mattias Philipsson, vd för Svensk Plaståtervinning i Motala.

Men att nå det målet är svårt, tillägger han.

– 95 procent av svenskarna uppger att de källsorterar, men plastförpackningar sorteras inte i lika stor omfattning som andra material.

TVÅ TREDJEDELAR AV plasten som transporteras till Motala kommer från Sveriges 5 800 återvinningsstationer. Den återstående tredjedelen kommer från det som kallas fastighetsnära insamling.

– Vi pratar nu enbart plastförpackningar från hushållen, förtydligar Mattias Philipsson.

Industrin tecknar nämligen egna avtal med olika återvinningsföretag.

Tyvärr är det så att även om varje enskild individ skulle göra hur rätt som helst och se till att varje liten plastmögäng gick till återvinningen så skulle inte all plast återvinnas ändå. Det beror på att all plast som förs ut på marknaden inte går att återvinna, närmare bestämt 30,9 procent.

– Parallellt med insamlingen gör vi därför ett annat arbete. Vi berättar för producenter vad de ska tänka på när de tillverkar sina plastförpackningar, förklarar Mattias Philipsson. Han plockar fram en snusdosa, en svart sak nästan helt täckt med klisteretiketter.

– Den här är så fel den kan vara. Etiketterna gör att snusdosan tolkas som kartong när den hamnar på bandet i vår maskin. Men även om etiketterna togs bort skulle den ratas i återvinningen eftersom den är svart. Svart plast kan inte detekteras och återvinnas över huvud taget.

PLASTER BESTÅR HUVUDSAKLIGEN av en eller flera polymerer som blandas med olika tillsatser. Det krävs rätt val av bland annat förslutningar, färger, tryck och etiketter för att plastförpackningarna ska vara möjliga att återvinna med den teknik som finns tillgänglig i dag.

Genomskinlig plast är allra bäst. Kanske kommer den också att bli vanligare. Svensk dagligvaruhandel och Dagligvaruleverantörernas förbund har nämligen beslutat att alla plastförpackningar ska vara återvinningsbara från och med 2022.



Att svenskarna är duktiga på att källsortera och återvinna beror på att vi har en stor tilltro till insamlingssystemet, säger Mattias Philipsson.

– Scan hör till dem som har tagit till sig den här informationen. De slutar snart med de svarta förpackningar som de i dag levererar sitt kött i, avslöjar Mattias Philipsson.

Vi vandrar genom lokalen. En jättelik magnet drar till sig metall som hamnat bland plasten av misstag. Metallen går därefter till metallåtervinning.

Bregottlock, flaskor som det står Flux munskölj på och en burk på vilken man kan urskilja ordet "räkor" hör till det som fortsätter in i en roterande trumma, där förpackningarna tumlar runt och ramlar ut ur olika hål beroende på hur stora de är. En vind sorterar också hårdplast från mjukplast. Små plastpåsar virvlar likt ballonger genom luften inuti trumman. Bort från trumman löper olika rullband kors och tvärs. 19 optiska läsare fortsätter att finsortera förpackningarna utifrån vilka material de är gjorda av. För att sorteringen ska bli så bra som möjligt passerar plastförpackningarna genom läsarna flera gånger.

ÄVEN OM DET finns en lukt av sopor i lokalen är den inte överväldigande. Svenska folket verkar skölja sina förpackningar väl.

– I Sverige är vi trots de brister som finns världsledande på att hantera sopor, från början till slut, säger Mattias Philipsson. Vi leder avfallstoppen. Det vi samlar in materialåtervinnas eller går till förbränning. Ytterst lite plast hamnar på nästa steg i kedjan som är deponi, det vill säga soptippar, bara 0,5 procent.

Catarina Gisby är frilansjournalist.

UR KEMISK TIDSKRIFT 2/2019



PARAPLYATTACK



Georgi Markov kände ett kraftigt sting på baksidan av höger lår. När han vände sig om såg han en man som plockade upp ett paraply från marken.

Kalla krigets giftmord

Kemiprofessorn Ulf Ellervik berättar om hur öststaterna under kalla kriget gjorde sig av med regimkritiker – med hjälp av gift.

Klockan var halv två på eftermiddagen den 7 september 1978. Georgi Markov hade parkerat sin bil, av det i dag saligen bortglömda franska bilmärket Simca, på en parkeringsplats vid södra änden av Waterloo Bridge i London. Han stod nu och väntade på bussen som skulle ta honom till hans arbetsplats, Bush House, på andra sidan Themsen. Markov hade varit en väl ansedd författare i sitt hemland Bulgarien ända tills han 1969 satte upp en teaterpjäs som var synnerligen kritisk till Sovjetunionens inmarsch i Tjeckoslovakien året innan. Pjäsen retade upp det bulgariska ledarskapet och Markov kallades till ett möte med Kulturkommittén.

Han valde att negligera mötet och efter en mycket tydlig varning från en vän som var insatt i vad som hände flydde han hals över huvud till sin frimärkshandlande bror i Italien. Han reste vidare till Storbritannien och så småningom fick han arbete på den bulgariska avdelningen av det brittiska radiobolaget BBC. Förutom vid BBC så arbetade han också vid Radio Free Europe, en CIA-sponsrad radiostation i München, som sände propaganda till östeuropeiska länder runtom i Europa.

År 1978 hade han retat upp Bulgariens ledare, Todor Zjivkov, så till den milda grad att den bulgariska regeringen beslutade att likvidera Markov. Markov fick en tydlig varning när en okänd man ringde upp honom och meddelade att han skulle bli avrättad ifall han inte slutade på Radio Free Europe. Den okände mannen berättade också att man förberett ett mycket sofistikerat vapen.

MARKOV STOD ALLTSÅ och väntade på bussen när han kände ett kraftigt sting på baksidan av höger lår. När han vände sig om såg han en man som plockade upp ett paraply som låg på marken. Mannen ursäktade sig på en kraftigt bruten engelska och kallade på en taxi. När Markov lite senare anlände till kontoret beklagade han sig för en kollega. Han hade ont i benet och jeansen var blodiga. På baksidan av låret syntes en intensivt röd fläck som liknade en finne och gjorde väldigt ont. Det var dock inget att göra något åt för tillfället så Markov arbetade vidare.

När han kom hem berättade han om incidenten för sin hustru, Annabel, och att han kände sig svag. Nästa dag var det inte bättre. Han fick feber, blev illa-

mående och kräktes. På eftermiddagen blev situationen ännu värre och han fick svårt att tala och senare samma kväll lades han in på St. James Hospital i södra London, alldeles nära hemmet i Clapham.

NÄR HAN SKREVS IN på sjukhuset var han illa däran. Lymfnoderna i höger ljumske var kraftigt svullna och på det högra låret fanns ett två millimeter stort sår. Runt såret var huden stel. Läkarna misstänkte blodförgiftning. Tidigt nästa morgon steg pulsen till 160 slag per minut samtidigt som Markovs kroppstemperatur sjönk. Samtidigt steg antalet vita blodkroppar kraftigt och nästa dag nådde de en rekordhög nivå – 33 200 per mikroliter. Ett normalt värde är mellan 4 000 och 11 000. Antalet vita blodkroppar går upp när vi drabbas av infektioner och andra former av stress.

Klockan 9.45 slutade Markovs hjärta att slå och trots flera försök till återupplivning dödförklarades han klockan 10.40 den 11 september 1978.

Georgi Markov hade fått flera hot och han var utan tvekan en politisk dissident som var en nagel i ögat på den bulgariska regeringen. Ändå var det få av läkarna som verkligen trodde att han hade mördats. De flesta satsade i stället på att han avled av blodförgiftning, troligen orsakat av det lilla såret på höger lår.

Trots det utfördes en obduktion nästföljande måndag och den ansvarige rättsläkaren, Rufus Crompton, tog ett vävnadsprov runt ingångshålet, och ett likadant prov från det vänstra låret som jämförelse. **I stort sett i alla typer av vävnad hittade Crompton små blödningar.** Värst drabbad var lymfnoden i vänster ljumske, som näst intill var helt nedbruten, men han hittade också blödningar runt hjärtat. Det var märkliga tecken som kunde tyda på en förgiftning trots allt. Man bestämde sig för att skicka de två vävnadsproverna till David Gall, som var medicinsk expert vid Porton Down, det brittiska laboratoriet för forskning kring kemiska vapen.

Vid Porton Down började man med att undersöka det vävnadsprov som tagits runt det lilla såret. Provet var uppskuret och längst ner i botten såg Gall något som såg ut som ett knappnålshuvud. Gall misstänkte att det var Crompton som satt dit nålen för att ha en referenspunkt vid undersökningen.

Det är onekligen svårt att hålla sig när man ser ett knappnålshuvud i ett vävnadsprov så Gall stack ner ett finger för att försäkra sig om att det verkligen var en nål. Det var det dock inte, utan en liten metallkula som raskt rullade iväg. Som tur var fick han fatt i den innan den hamnade på golvet.

Kulan var 1,70 millimeter i diameter och tillverkad av en synnerligen hård legering av platina och iridium. Just denna legering är känd för att inte stötas bort ur kroppen. Dessutom var två små hål borrade rakt genom kulan, endast 0,34 millimeter breda. Tillsammans kunde de två hålen rymma omkring ett halvt milligram vätska. Samtidigt som kulan undersöktes letade Gall vidare efter spår av gift, men hittade inget, vilket i sig var en ledtråd.

Det finns inte särskilt många gifter som är dödliga i en så pass liten mängd som ett halvt milligram. Om giftet dessutom försvinner i kroppen är det högst troligt att det är frågan om ett protein. Då finns det inte så många alternativ kvar. Tetanustoxin är ett. Det produceras av Clostridium tetani, en bakterie som kan ge stelkramp. Stelkramp leder dock till paralysering och liknar inte alls de symptom som Markov



Giftet ricin framställs av frön från växten med samma namn.

Kalla kriget delade Europa

Kalla kriget är en benämning på konflikten mellan västmakterna, främst USA, och kommunistländerna, främst Sovjetunionen, från åren efter andra världskrigets slut till 1989–90. Uttrycket hade använts tidigare men anses ha

myntats i denna betydelse av Bernard M. Baruch i april 1947. Konflikten bestod i starka ideologiska och maktpolitiska motsättningar, kapprustning och ömsesidigt hot om krig. *Källa: Ne.se*

hade. Efter att ha avfärdat ormgifter på liknande grunder, hade man egentligen bara två ämnen kvar att välja på, ricin och abrin. De båda ämnena kommer från växter och ger upphov till snarlika förgiftningssymtom.

Man hade arbetat ganska mycket med ricin vid Porton Down, medan man inte visste lika mycket om abrin. I det här fallet valde man därför att gå vidare med ricinspåret. Nu var det så lyckligt att man hade tillgång till giftet och dessutom en lämplig gris att testa på.

Sagt och gjort. Gall injicerade en liten mängd ricin i grisen. De första sex timmarna hände inget. Sedan

började antalet vita blodkroppar stiga kraftigt och nästa morgon vägrade den stackars grisen att äta. Några timmar senare var den död.

Vid den efterföljande obduktionen uppvisade även grisen en mängd små blödningar. Det var även här blödningar runt hjärtat som var den verkliga dödsorsaken. Det var ytterst sannolikt att det var frågan om ricin även i Markovmordet.

Ulf Ellervik, professor i organisk kemi vid Lunds tekniska högskola

DET HÄR ÄR ETT BEARBETAT UTDRAG UR BOKEN FÖRGIFTAD: BERÄTTELSE OM FORMLER, FASOR OCH FIASKON AV ULF ELLERVIK (FRI TANKE FÖRLAG 2019)

Så dödar ricin

Ricin är ett ytterst giftigt ämne men exakt hur giftigt det är beror helt på hur det kommer in i kroppen. Ricinväxtens frön innehåller mellan 1 och 5 procent ricin. Det är enkelt att framställa och helt rent ricin är ett vitt, vattenlösligt pulver som är ganska stabilt. Ämnet är ett protein och tål därför inte värme. Om man värmer en vattenlösning av ricin till 80 grader försvinner all giftighet inom loppet av en timme. Vid framställning av ricinolja värms därför oljan upp för att förhindra att det finns spår kvar av det giftiga ämnet. Proteiner bryts också ner i mag-tarmkanalen, vilket gör att det krävs relativt stora mängder för att avlida vid förtäring.

Fröna har dessutom ett väldigt hårt skal. Om man låter bli att tugga på dem så kan de passera rakt genom mag-tarmkanalen utan att släppa ut giftet. Vid en injektion räcker det dock med någonstans mellan ett tiondels och ett milligram för att döda en vuxen människa.

Ricin tillhör en familj av synnerligen obehagliga proteiner som består av två delar som brukar kallas för A- och B-kedjor. A-delen är den giftiga halvan medan B-delen ser till att få in den i cellen.

De två delarna sitter ihop med en så kallad disulfidbrygga. B-delen binder till kolhydrater på cellytan och när ricin väl sitter fast på cellytan tas den snabbt upp genom så kallad endocytos. En del av cellmembranet böjs då inåt så att det bildas en ficka. Ricinet följer med in i fickan som sedan sluts och ricinmolekylen har kommit in i cellen.

Mellan en miljon och hundra miljoner ricinmolekyler kan binda till varje cell. Det räcker dock med att en

enda slipper in för att cellen ska dö. Väl inne i cellen transporteras ricin till den så kallade golgiapparaten som för den vidare till det endoplasmatiske nätverket, den del av cellen där proteiner byggs upp. Processen för att bygga proteiner består av flera olika steg. Informationen som krävs för att skapa proteiner är lagrad i form av dna i cellkärnan.

Först läses DNA av och bildar så kallat budbärar-RNA. Budbärar-RNA för sedan informationen ut ur cellkärnan. RNA är uppbyggt av fyra olika så kallade baser som har namnen adenin, uracil, guanin och cytosin. Det är dessa fyra baser som står för informationen. I nästa steg interagerar budbärar-RNA med ribosomerna som fungerar som ett slags maskiner som med hjälp av informationen i budbärar-RNA tillverkar proteiner.

När ricinmolekylen når det endoplasmatiske nätverket delas den upp i två halvor genom att disulfidbryggan klyvs. Den giftiga halvan, A-delen, binder till ribosomerna och klyver med precision av en bas, en adenin i position 4324. När det händer slutar ribosomen att fungera. Produktionen av proteiner upphör och cellen dör.

En enda ricinmolekyl kan förstöra 1 500 ribosomer per minut. Alla dessa processer är ganska långsamma vilket betyder att det tar relativt lång tid innan man märker att man blivit förgiftad av ricin – ofta tar det mellan sex och tio timmar innan de första symtomen sätter in. Eftersom ricin påverkar många olika typer av celler är dödsorsaken ofta att flera organ slutar att fungera. Eftersom celler dör uppstår det dessutom mindre blödningar överallt i kroppen.

Periodiskt system för kroppen

Tre världsunika kartläggningar av proteinerna i vår kropp.

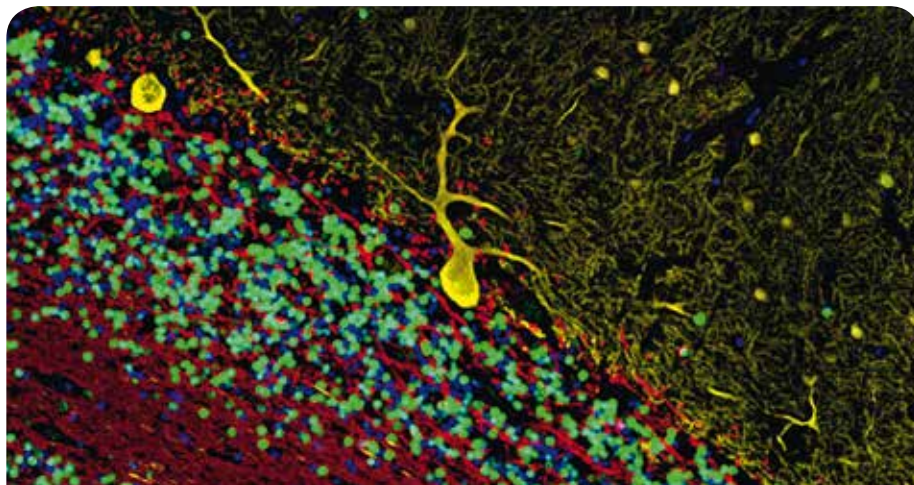
Det kemiska periodiska systemet fyllde 150 år i år. Nu är det dags att skapa ett periodiskt system för människans byggstenar – proteinerna, säger Mathias Uhlén, professor vid KTH och chef för Wallenberg protein research center.

Human protein atlas, ett av Sveriges genom tiderna största forskningsprojekt inom life science, har nyligen släppt tre nya kartläggningar av de proteiner som bygger och verkar i vår kropp: **En atlas för hjärnans olika delar, en för blodet samt en för ämnesomsättningen, metabolismen.** Resultaten är fritt tillgängliga på nätet och används världen över, från ren grundforskning till utveckling av nya läkemedel och nya sätt att ställa diagnos och bota sjukdomar.

DE NYA ATLASERNA bjuder på flera överraskningar. Hjärnatlasen avslöjar bland annat en oroväckande skillnad mellan människans och musens hjärna.

– En del receptorer som är viktiga för hur nervceller påverkas av opiater (som ger smärtlindring men även kan leda till missbruk) skiljer sig mycket åt mellan människa och mus. Det är bekymmersamt eftersom forskningen inom neurobiologin använder möss som modelldjur, säger Mathias Uhlén som sedan starten för 16 år sedan varit portalfigur för projektet.

Även blodatlasen bjuder på överraskningar. Här kartläggs var alla proteiner i blodet tillverkas samt var de finns och verkar i en frisk människa.



Proteinerna i cellerna får dem att framträda i bilden av lillhjärnan. Purkinjeceller visas i gult. Granulära celler lyser i grönt medan den vita substansen som transporterar information in och ut ur hjärnan är röd.

– Fram till nu har forskarvärlden tittat på de 3 000 proteiner som finns i blodet. Blodatlasen visar att det bara är 700 proteiner som fyller en funktion i kroppen, säger Mathias Uhlén.

– Inom en tvåårsperiod ska vi börja beta av och göra blodanalyser för hundra sjukdomar, inklusive alla cancrar och autoimmuna sjukdomar.

Human protein atlas

Projektet Human protein atlas, HPR, har pågått sedan år 2003. Målet är att kartlägga alla byggstenar, proteiner, i människans celler, vävnader och organ.

Den första atlasen lanserades år 2015. Den visar vilka proteiner som bygger upp olika vävnader och organ hos en frisk människa. År 2017 lanserades ytterligare två atlas, en för de 17 vanligaste cancertyperna samt en atlas som visar proteinernas placering i cellerna. Nu presenteras atlas för blodet, hjärnan och ämnesomsättningen. Projektet har sin bas på Science for life laboratory, Sci life lab, i Stockholm. Viktiga forskargrupper finns på KTH, Chalmers, Karolinska institutet, Umeå, Uppsala, Lunds och Göteborgs universitet. Dessutom samarbetar forskarna med grupper i Sydkorea, Kina och Indien.

KARTLÄGGNINGEN AV metabolismen leds av Jens Nielsen, vd för danska Bioinnovation institute och professor vid Chalmers tekniska högskola. I den Chalmersledda forskningen har ämnesomsättningen i alla mänskliga celler i samtliga vävnader kartlagts. Det handlar om 13 000 reaktioner, 4 000 enzymer samt aktiviteten hos 3 500 proteinproducerande gener.

– De metaboliska reaktionerna har jättestor betydelse för folksjukdomar som diabetes och hjärt- och kärlsjukdomar, men även cancer, säger Jens Nielsen.

Nu går Jens Nielsen och hans kollegor vidare med att kartlägga vilken roll vitaminer och mineraler spelar i metabolismen. Målet är en vitamin- och mineralatlas.

Genom att studera vitaminers och mineralers betydelse i ämnesomsättningen hoppas forskarna på snart kunna få fram dieter som kan användas för att behandla eller förebygga cancer.

– Om två år tror jag att vi kan visa de första sambanden, säger Jens Nielsen.

Ulla Karlsson-Ottosson, vetenskapsjournalist

UR KEMISK TIDSKRIFT 3/2019

FORSKARSKOLA



Gymnasisterna ägnade en vecka av sommarlovet åt kemiprojekt.

FOTO: BEATRICE EMMERIK

Besök Alfreds labb

Alfred Nobel köpte Bofors Bruk med herrgården Björkborn år 1894. Där bodde han under somrarna ända fram till sin död. Han byggde även ett laboratorium som man kan se i det museum som i dag finns på herrgården.

På kokainjakt i Nobels hus

Under en vecka i juli samlades ett 40-tal gymnasister och doktorander på Alfred Nobels herrgård i Karlskoga för att arbeta med olika forskningsprojekt.

Clara Stenbeck rullar ihop en hundrakronorssedel och stoppar ner den i ett provrör. Sedan droppar hon i en fosfatbuffert med pH 6.

– Vi extraherar kokain från sedlar. Vi löser upp kokain i vatten och extraherar sedan fram det med fastfasextraktion. Vårt projekt går ut på att ta reda på om vi kan hitta kokain på svenska sedlar, och i så fall, hur mycket, berättar hon.

Clara Stenbeck är 18 år och har avslutat det andra året på naturvetenskapliga programmet på Norra reals gymnasium i Stockholm. Nu är hon i Karlskoga för att under en vecka vara med på forskarskolan i Alfred Nobels Björkborn. Hon är nöjd med veckan.

– Föreläsningarna har gett en inblick i vad man kan göra efter gymnasiet. Jag har fått mer kunskap om analytisk kemi, hur det funkar och vad man kan göra med det. Sedan har det varit roligt att träffa nya människor, säger hon.

PÅ NATURVETENSKAPLIGA forskarskolan i Karlskoga får cirka 40 gymnasister tillsammans med åtta doktorander från olika universitet arbeta med olika projekt.

Förmiddagarna fylls med föreläsningar som hålls av forskare inom olika områden. I år har det rört allt från bins betydelse för livsmedelsproduktionen till mikroplaster i våra hav. Under eftermiddagarna arbetar eleverna i grupp med projektarbetena

som handleds av doktoranderna. Laborationerna görs på en gymnasieskola i Karlskoga där det finns ett välutrustat labb. När veckan är slut redovisar eleverna projektarbetena både skriftligt och muntligt. Clara Stenbeck och hennes kamrater kunde till exempel visa spår av kokain på alla 13 sedlar de undersökte.

Forscarskolan är till för alla och platserna lottas ut, utan hänsyn till elevernas betyg eller referenser. Det kostar inget att vara med. Deltagare och handledare bor tillsammans på Karlskogas folkhögskola där de också får frukost och middag.

Maria Björnsdotter, doktorand i miljökemi vid Örebro universitet

UR KEMISK TIDSKRIFT 3/2019

Då började vi borsta tänderna med fluor



En svensk tandläkare uppfann en av de första effektiva flourtandkrämerna.

I dag tar de flesta en god tandhälsa för givet. Det är dock mindre än ett sekel sedan som karies var en utbredd folksjukdom och många vuxna helt eller delvis saknade tänder.

Det blev därför ett viktigt steg mot förbättrad tandhälsa när den svenske tandläkaren och professorn Yngve Ericsson (1912–1990) i slutet av 1950-talet uppfann en av de första verkligt effektiva flourtandkrämerna. År 1949 la han fram en doktorsavhandling om tandemaljens löslighet och dess samband med karies. Där konstaterade han att fluoridjoner har en bromsande effekt på tandemaljens löslighet och att det vore värt att undersökas närmare.

FLUORETS GYNNSAMMA effekt på tandhälsan var emellertid känd sedan tidigare. Redan under 1900-talets början kunde man i USA konstatera att dricksvatten som innehöll fluor hade en kariesförebyggande verkan.

I Sverige diskuterade man om fluor skulle tillföras dricksvattnet för att främja tandhälsan. Förespråkarna

kunde konstatera att kariesförekomsten i exempelvis Uppsala, som har fluor i dricksvattnet på naturlig väg, var lägre än i Göteborg, som har fluorfattigt dricksvatten. Motståndarna menade att tillsats av fluor i dricksvattnet kunde ses som en form av tvångsmedicinering som kunde ge oönskade effekter och därför var oacceptabel.

FÖR ATT MINSKA förekomsten av karies vidtogs under 1900-talets senare hälft flera andra åtgärder. Barn fick fluortabletter och i skolorna fick barnen regelbundet besök av "fluortanterna" och skölja tänderna med fluorlösning.

Ett alternativ var att tillsätta fluor i tandkräm. Flera tandkrämer togs fram, men de visade sig antingen sakna klinisk effekt eller ha besvärliga nackdelar. Yngve Ericsson uppfann en tandkräm där man använde den kemiska föreningen natriummonofluorofosfat, $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$, tillsammans med krita som slipmedel. Natriummonofluorofosfat reagerade inte kemiskt med slipmedlets krita och gav

en god effekt mot karies. En patentansökan lämnades in 1959 och patent kom sedan att beviljas i fler länder än Sverige, till exempel i USA.

Det visade sig dock att även andra tänkt i liknande banor. Företaget Colgate-Palmolive hade 1955 sökt patent på en tandkräm med natriummonofluorofosfat som fluorkälla. Även de använde krita i slipmedlet, men i mindre mängd än Yngve Ericsson. Colgate-Palmolive fick patentskydd för en tandkräm innehållande natriummonofluorofosfat och ett slipmedel med en mindre del krita. Yngve Ericsson fick patentskydd för en tandkräm med natriummonofluorofosfat och ett slipmedel med huvudsakligen krita.

Dagens flourtandkrämer innehåller natriumfluorid tillsammans med slipmedel som är kompatibla med natriumfluoriden, till exempel kiseldioxid. Dessa ger bättre effekt än den tandkräm som Yngve Ericsson uppfann. *Louise Tottie är doktor i organisk kemi och barnbarn till Yngve Ericsson.*

FÖRST PUBLICERAD I TANDLÄKARTIDNINGEN 14/2013.



FOTO: ISTOCKPHOTO

Gillar du Allkemi?

Går du i årskurs 7–9 eller på gymnasiet?
Bli prenumerant om du inte redan är det!
Det kostar inget.

Du får:

- Allkemi, ungdomsmagasinet med spännande nyheter om kemi, från Sverige och världen.
- Folder om periodiska systemet.
- En jättefin penna med utdragbart periodiskt system.

När du går tredje året på gymnasiet får du även IKEM:s informationspaket om högskoleutbildningar i kemi direkt hem i brevlådan, i god tid innan ansökningarna till högskolorna ska vara inne.



Det här är IKEM

Allkemi ges ut av IKEM – Innovations- och kemiindustrierna i Sverige. IKEM har 1 400 medlemsföretag med sammanlagt cirka 70 000 medarbetare. Flera av dem ser möjligheten att utveckla biobaserad produktion av kemikalier, material, drivmedel och produkter i Sverige. Det kommer på sikt ge nya hållbara material som helt kan förändra både industriella lösningar och konsumentprodukter. För företag som vill producera i Sverige är tillgång till rätt kompetens en viktig faktor. Utan en fungerande skola med bra undervisning i naturvetenskap och kemi, står sig Sverige sig slätt. Därför satsar IKEM på skolan.

Beställ din gratisprenumeration på Allkemi.nu